

PREPARASI DAN KARAKTERISASI BIODIESEL B30 BERBAHAN DASAR MINYAK KEMIRI

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF HAZELNUT OIL-BASED B30 BIODIESEL

Siti Isti Ngadah*, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

Suparno, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

*e-mail: sitiisti.2020@student.uny.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) Pengaruh volume metanol terhadap karakteristik fisik biodiesel B30 berbahan dasar minyak kemiri berupa massa jenis dan viskositas terhadap SK Dirjen Migas No.146.K/10/DJM/2020; (2) Pengaruh volume metanol terhadap karakteristik biodiesel B30 berbahan dasar minyak kemiri dengan hasil uji *flash point*, *pour point*, dan angka setana terhadap SK Dirjen Migas No.146.K/10/DJM/2020. Proses pembuatan biodiesel B30 dengan mencampurkan minyak kemiri (300 mL), metanol (90 mL, 95 mL, 100 mL, 105 mL, dan 110 mL), dan KoH (3 gr), selanjutnya proses pemurnian menggunakan karbon aktif (50 gr), tahap akhir mencampurkan biodiesel dengan solar. Karakteristik fisik biodiesel yang ditentukan berupa massa jenis dan viskositas menggunakan viskometer Ostwald. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh volume metanol terhadap karakteristik fisik biodiesel B30, massa jenis naik secara perlahan ($0,8649 \pm 0,0433$) g/cm³ sampai ($0,8682 \pm 0,0434$) g/cm³ sama halnya dengan viskositas ($2,762 \pm 0,164$) N.s/m² sampai ($3,290 \pm 0,056$) N.s/m² dengan kenaikan volume metanol. Pengaruh volume metanol terhadap *flash point* biodiesel B30 mengalami penurunan yaitu 98,5 °C, 87,5 °C, dan 78,5 °C dengan kenaikan volume metanol. Pengaruh volume metanol terhadap *pour point* biodiesel B30 tidak berpengaruh, menghasilkan nilai sama yaitu 3 °C dengan kenaikan volume metanol. Pengaruh volume metanol terhadap angka setana biodiesel B30 sempat mengalami kenaikan kemudian mengalami penurunan yaitu 23,3, 24,5, dan 24,2 dengan kenaikan volume metanol. Berdasarkan hasil uji karakteristik fisik maupun karakteristik biodiesel B30, hanya angka setana yang tidak memenuhi SK Dirjen Migas No.146.K/10/DJM/2020.

Kata kunci: Biodiesel B30, Minyak Kemiri, Pengaruh Volume Metanol

Abstract. This study aims to determine: (1) The effect of methanol volume on the physical characteristics of B30 biodiesel made from hazelnut oil in the form of density and viscosity with regard to Director General of Oil and Gas Decree No. 146.K/10/DJM/2020. (2) The effect of methanol volume on the characteristics of B30 biodiesel produced from hazelnut oil with flash point, pour point, and cetane number test results with regard to Director General of Oil and Gas Decree No. 146.K/10/DJM/2020. The process of producing B30 biodiesel by mixing hazelnut oil (300 mL), methanol (90 mL, 95 mL, 100 mL, 105 mL, and 110 mL), and KoH (3 g), then the purification process using activated carbon (50 g), the final stage of mixing biodiesel with diesel. The physical characteristics of biodiesel were determined in the form of density and viscosity using an Ostwald viscometer. The results showed the effects of methanol volume on the physical characteristics of B30 biodiesel, the density rose slowly (0.8649 ± 0.0433) g/cm³ to (0.8682 ± 0.0434) g/cm³ similar to viscosity (2.762 ± 0.164) N.s/m² to (3.290

± 0.056) N.s/m² with rising methanol volume. The effect of methanol volume on the flash point of B30 biodiesel decreased from 98.5 °C, 87.5 °C, and 78.5 °C with increasing methanol volume. The effect of methanol volume on the pour point of B30 biodiesel has no effect, producing the same value of 3 °C with an increase in methanol volume. The effect of methanol volume on the cetane number of B30 biodiesel had increased then decreased, namely 23.3, 24.5, and 24.2 with an increase in methanol volume. Based on the test results of physical characteristics and characteristics of B30 biodiesel, only its cetane number failed to be in accordance with regard to Director General of Oil and Gas Decree No.146.K/10/DJM/2020.

Keywords: Biodiesel B30, Candlenut Oil, Effect of Methanol Volume

PENDAHULUAN

Keterbatasan sumber energi fosil sebagai bahan bakar menuntut pengembangan sumber energi alternatif lain. Keterbatasan yang dimiliki oleh fosil terletak pada proses terbentuknya yaitu membutuhkan waktu yang sangat lama, mencapai jutaan tahun lamanya. Melihat hal tersebut sumber energi alternatif memiliki peluang sekaligus menjadi solusi. Solusi yang dapat dilakukan dengan mengembangkan sumber energi alternatif. Beberapa sumber energi alternatif yang dapat dikembangkan dan tersedia di alam adalah nuklir, panas bumi, air, angin, minyak hewani dan minyak nabati. Minyak hewani dan minyak nabati dapat dijadikan bahan bakar berupa biodiesel. Salah satu sumber minyak nabati yang berpotensi sebagai bahan baku pembuatan biodiesel adalah minyak kemiri.

Minyak kemiri memiliki kandungan asam lemak dan kandungan minyak yang tinggi. Asam lemak minyak kemiri terdiri atas asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Kandungan asam lemak jenuh sebesar 12,56% (Arlene et al., 2010). Kandungan asam lemak tak jenuh diantaranya 10,54% kadar asam oleat, 48,56% asam linoleat, dan 28,5% asam linolenat (Arlene et al., 2010). Selain memiliki kandungan asam lemak, kandungan minyak yang dihasilkan dari biji kemiri tinggi sekitar 55-66% dari berat bijinya (Sariyusda & Usman, 2017). Selain itu, minyak kemiri juga dapat dijadikan sebagai bahan bakar bersifat alternatif yaitu biodiesel (Wafir et al., 2020).

Pembuatan biodiesel B30 minyak kemiri memerlukan metode dan ketentuan nilai standar terhadap hasil pengujian karakteristiknya. Metode yang umum digunakan adalah metode transesterifikasi yaitu proses pencampuran bahan dan metode *batch* sebagai proses pemurnian. Selain metode, ketentuan nilai standar pada karakteristik suatu bahan bakar sangat penting. Tujuannya untuk menyatakan kelayakan suatu bahan bakar dapat digunakan. Program varian biodiesel B30 di Indonesia telah diberlakukan pada bulan Januari 2020 dengan spesifikasi teknis biodiesel dalam SK Dirjen Migas No. 146.K/10/DJM/2020 (Syahrir & Sungkono, 2021). Beberapa karakteristik pada bahan bakar diantaranya massa jenis, viskositas, *flash point*, *pour point*, dan angka setana.

Metanol menjadi salah satu bahan yang digunakan dalam pembuatan biodiesel. Metanol adalah alkohol yang lebih sering digunakan daripada etanol karena keunggulannya. Keunggulan metanol terlihat dari jenis alkoholnya yang merupakan jenis alkohol paling sederhana (mudah bereaksi atau lebih stabil), tidak mudah mengikat air, dan harganya relatif murah (Daryono et al., 2022). Oleh karena itu, peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian tentang pengaruh volume metanol terhadap massa jenis, viskositas, *flash point*, *pour point*, dan angka setana dalam pembuatan biodiesel berbahan dasar minyak kemiri (*Aleurites moluccana*).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 11 sampai 21 Januari 2023, yang berlokasi di:

1. Proses pembuatan, pengujian karakteristik fisik massa jenis, dan viskositas biodiesel B30 berbahan dasar minyak kemiri dilakukan di Laboratorium Fisika Koloid lantai dua Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Pengujian *Flash Point* dan *Pour Point* biodiesel B30 berbahan dasar minyak kemiri diuji di Laboratorium Teknologi Minyak Bumi, Gas, dan Batu Bara, Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
3. Pengujian angka setana biodiesel B30 berbahan dasar minyak kemiri diuji di Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Universitas Diponegoro Unit Pelaksana Teknis (UPT) Laboratorium UNDIP.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini terdiri dari dua hal. Dua hal tersebut adalah proses pembuatan biodiesel B30 dan uji kualitas biodiesel B30. Uji kualitas biodiesel B30 yang akan dilakukan terdiri atas massa jenis, viskositas, *flash point*, *pour point*, dan angka setana. Berikut penjabaran teknik pengumpulan data pada penelitian ini.

1. Proses Pembuatan Biodiesel B30

Proses pembuatan biodiesel B100 menggunakan metode transesterifikasi dan metode *batch* atau proses pemurnian. Metode transesterifikasi dilakukan dengan mencampurkan minyak kemiri (100 mL), KOH (3 gr), dan variasi metanol (90 mL, 95 mL, 100 mL, 105 mL, dan 110 mL). Selanjutnya tahap pemurnian biodiesel B100 menggunakan metode *batch* dilakukan dengan mencampurkan biodiesel B100 dengan karbon aktif (50 gr). Tahap akhir yang dilakukan membuat biodiesel B30 (30% minyak nabati atau hewani dan 70% solar) dengan mencampurkan solar kedalam biodiesel B100 yang sudah melalui proses pemurnian.

2. Uji Kualitas Biodiesel B30

a. Massa Jenis

Massa jenis biodiesel B30 dilakukan dengan mengukur besaran massa dan volumenya. Pengukuran massa biodiesel menggunakan timbangan digital dan labu ukur. Penentuan massa jenisnya menggunakan persamaan umum dan persamaan ketidakpastian dibawah ini:

1) Persamaan Umum Massa Jenis

$$\rho = \frac{m}{v}$$

2) Persamaan Ketidakpastian Massa Jenis

$$\Delta\rho = \left| \frac{1}{V} \right| |\Delta m| + \left| -\frac{m}{V^2} \right| |\Delta V|$$

b. Viskositas

Viskositas biodiesel B30 menggunakan viskometer oswald. Penggunaan alat tersebut dilakukan dengan cara membandingkan cairan yang belum diketahui nilai viskositasnya dengan cairan yang sudah diketahui nilai viskositasnya. Cairan yang sudah diketahui nilai viskositasnya di sini disebut dengan cairan standar yaitu akuades. Adapun penentuan viskositas menggunakan persamaan umum dan persamaan ketidakpastian dibawah ini:

1) Persamaan Umum Massa Jenis

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

2) Persamaan Ketidakpastian Massa Jenis

$$\Delta\eta = \left| \eta_0 \left(\frac{\rho}{\rho_0 t_0} \right) \right| |\Delta t|$$

c. *Flash point, Pour Point, dan Angka Setana*

Hasil *flash point*, *pour point*, dan angka setana biodiesel B30 melalui proses pengujian dengan metode atau alat yang berbeda. Hasil uji *flash point* dihasilkan menggunakan metode ASTM D93. Hasil uji *pour point* dihasilkan menggunakan alat ASTM D97. Hasil uji angka setana dihasilkan menggunakan metode ASTM D613.

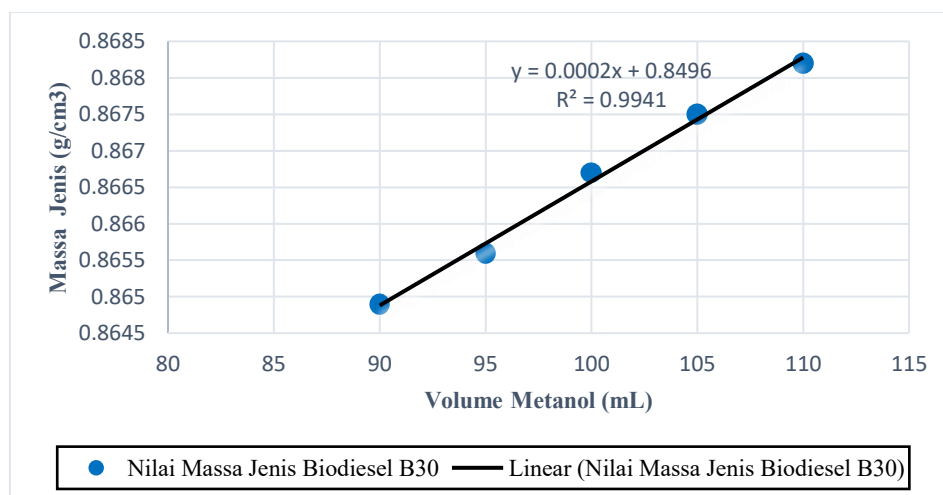
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Variasi Metanol terhadap Massa Jenis Biodiesel B30

Berdasarkan penentuan yang telah dilakukan, dapat diketahui nilai massa jenis sampel biodiesel B30 dalam tabel 1 sedangkan untuk melihat pengaruh volume metanol terhadap massa jenis biodiesel B30 dapat dilihat pada gambar 1.

Tabel 1. Hasil Massa Jenis Biodiesel B30

No. Sampel	Volume Metanol (mL)	Massa Jenis (g/cm ³) $\rho \pm \Delta\rho$
1	90	0,8649±0,0433
2	95	0,8656±0,0433
3	100	0,8667±0,0433
4	105	0,8675±0,0434
5	110	0,8682±0,0434



Gambar 1. Grafik Pengaruh Volume Metanol terhadap Massa Jenis Biodiesel B30

Hasil massa jenis yang diperoleh pada penelitian ini mengalami peningkatan seiring pertambahan volume metanol yang digunakan. Boleh jadi disebabkan pada proses pembuatan biodiesel, semakin tinggi volume metanol yang digunakan membuat produksi biodiesel semakin banyak bersamaan dengan produk samping berupa gliserol yang dihasilkan juga semakin banyak. Selain itu, pemisahan gliserol dengan sedimentasi pada corong pisah yaitu proses pengendapan yang didiamkan semalaman dan proses pemurnian menggunakan karbon aktif yang telah dilakukan membuktikan

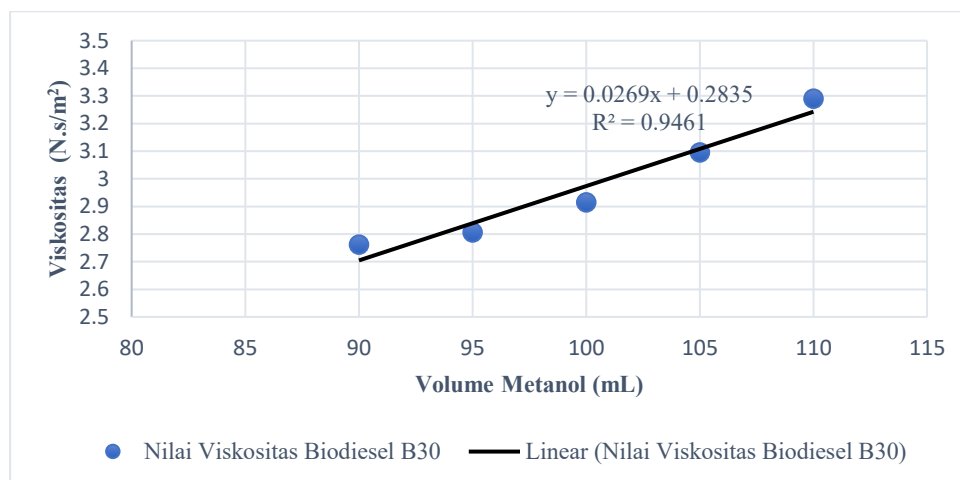
masih adanya gliserol yang tersisa. Gliserol inilah yang membuat massa jenis biodiesel semakin tinggi. Berdasarkan hasil massa jenis semua sampel yang diperoleh dibandingkan dengan nilai standar mutu dan spesifikasi biodiesel B30 yang dipasarkan di Indonesia dalam SK Dirjen Migas No. 146.K/10/DJM/2020 antara 815-880 Kg/m³ atau 0,815-0,88 g/cm³ telah memenuhi dengan massa jenis yang dihasilkan seperti yang disajikan pada tabel 1.

2. Variasi Metanol terhadap Viskositas Biodiesel B30

Berdasarkan penentuan nilai viskositas yang telah dilakukan, dapat diketahui nilai viskositas biodiesel B30 dalam tabel 2 sedangkan untuk melihat pengaruh volume metanol terhadap massa jenis biodiesel B30 dapat dilihat pada gambar 2.

Tabel 2. Hasil Viskositas Biodiesel B30

No. Sampel	Volume Metanol (mL)	Viskositas (N.s/m ²) $\eta \pm \Delta\eta$
1	90	2,762±0,164
2	95	2,806±0,178
3	100	2,915±0,177
4	105	3,095±0,095
5	110	3,290±0,056



Gambar 2. Grafik Pengaruh Volume Metanol terhadap Viskositas Biodiesel B30

Hasil viskositas yang diperoleh pada penelitian ini mengalami peningkatan seiring pertambahan volume metanol yang digunakan. Boleh jadi viskositas yang meningkat disebabkan pada proses pembuatan biodiesel sama halnya dengan massa jenis dimana semakin tinggi volume metanol yang digunakan membuat produksi biodiesel semakin banyak bersamaan dengan produk samping berupa gliserol yang dihasilkan juga semakin banyak. Pemisahan gliserol dengan sedimentasi pada corong pisah yaitu proses pengendapan yang didiamkan semalaman dan proses pemurnian menggunakan karbon aktif yang telah dilakukan membuktikan masih adanya gliserol yang tersisa. Gliserol inilah yang membuat viskositas tinggi juga menyebabkan biodiesel kental di mana saat proses mengalir membutuhkan waktu lama. Selain itu, semakin besar massa jenis yang dihasilkan maka semakin besar viskositas yang dihasilkan (Anggraini & Hijriah, 2019). Berdasarkan hasil

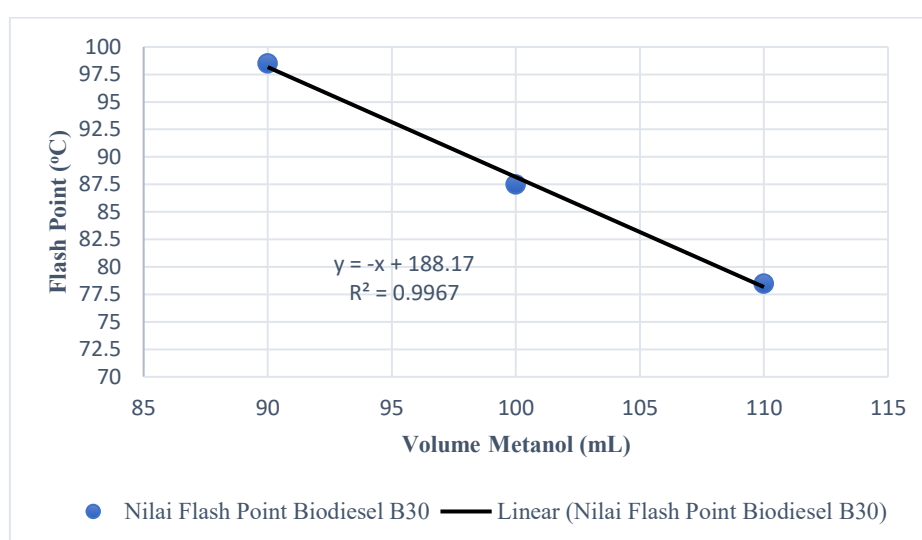
viskositas semua sampel yang diperoleh dibandingkan dengan nilai standar mutu dan spesifikasi biodiesel B30 yang dipasarkan di Indonesia dalam SK Dirjen Migas No. 146.K/10/DJM/2020 telah memenuhi antara (2,0-4,5) mm²/s telah memenuhi dengan viskositas yang dihasilkan seperti yang disajikan pada tabel 2.

3. Variasi Metanol terhadap *Flash Point* Biodiesel B30

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat diketahui nilai *flash point* biodiesel B30 dalam tabel 3 sedangkan untuk melihat pengaruh volume metanol terhadap *flash point* biodiesel B30 dapat dilihat pada gambar 3.

Tabel 3. Hasil *Flash Point* Biodiesel B30

No. Sampel	Volume Metanol (mL)	<i>Flash Point</i> (°C)
1	90	98,5
2	100	87,5
3	110	78,5



Gambar 3. Grafik Pengaruh Volume Metanol terhadap *Flash Point* Biodiesel B30

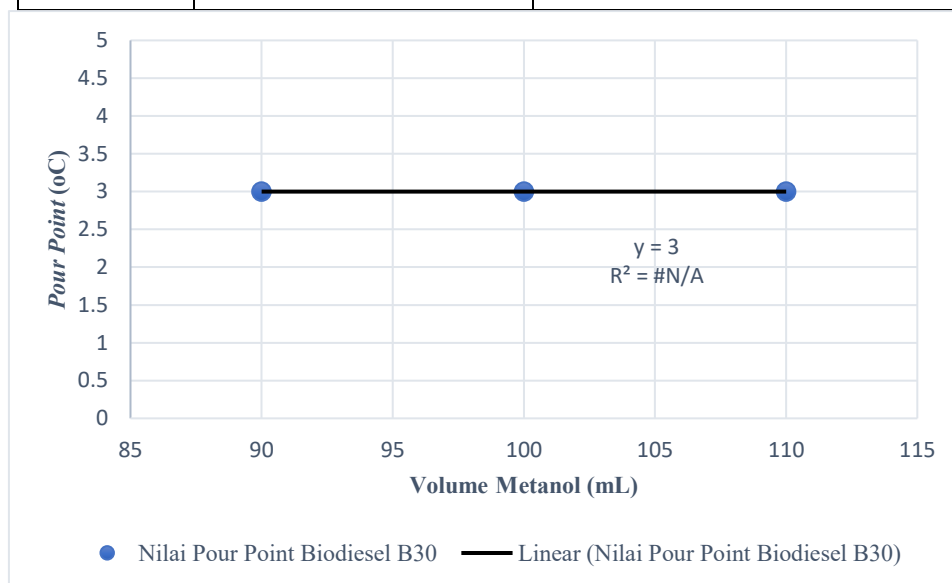
Hasil *flash point* yang diperoleh pada penelitian ini mengalami penurunan seiring pertambahan volume metanol yang digunakan. Boleh jadi penurunan nilai *flash point* disebabkan oleh kandungan metanol. Metanol memiliki kandungan yang dapat menurunkan nilai *flash point*, kandungan tersebut ialah oksigen. Oksigen dapat mengurangi warna api ketika proses pembakaran, semakin banyak volume metanol yang digunakan semakin banyak oksigen yang terkandung membuat penurunan nilai *flash point* (Prasetyo & Wahyudi, 2022). Selain itu, boleh jadi diakibatkan oleh faktor penyimpanan dimana waktu yang ditentukan dari pihak teknisi untuk dilakukan pengujian. Berdasarkan hasil *flash point* semua sampel yang diperoleh dibandingkan dengan nilai standar mutu dan spesifikasi biodiesel B30 yang dipasarkan di Indonesia dalam SK Dirjen Migas No. 146.K/10/DJM/2020 minimal 52 °C telah memenuhi dengan *flash point* yang dihasilkan pada tabel 3.

4. Variasi Metanol terhadap *Pour Point* Biodiesel B30

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat diketahui nilai *pour point* biodiesel B30 dalam tabel 4 sedangkan untuk melihat pengaruh volume metanol terhadap *pour point* biodiesel B30 dapat dilihat pada gambar 4.

Tabel 4. Hasil *Pour Point* Biodiesel B30

No. Sampel	Volume Metanol (mL)	<i>Pour Point</i> (°C)
1	90	3
2	100	3
3	110	3



Gambar 4. Grafik Pengaruh Volume Metanol terhadap *Pour Point* Biodiesel B30

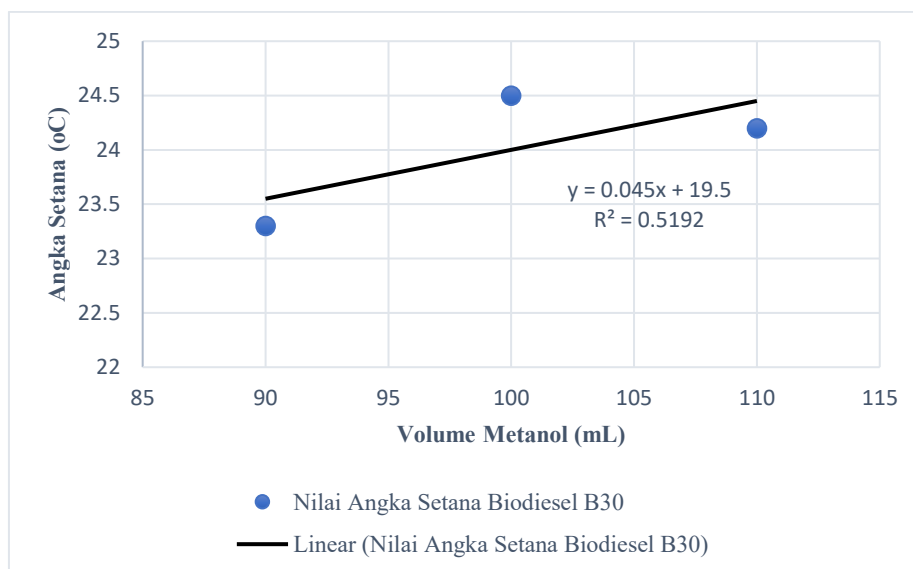
Hasil *pour point* yang diperoleh pada penelitian ini tidak mengalami peningkatan maupun penurunan. Hal ini justru terlihat bahwa volume metanol yang digunakan tidak memiliki pengaruh terhadap nilai *pour point* yang dihasilkan. Metanol memiliki pengaruh terhadap penurunan nilai *pour point* karena sifat *antifreeze*nya (Sekarputri, 2022). Pada penelitian ini, boleh jadi disebabkan karena sifat *antifreeze* metanol yang cenderung menurunkan titik beku namun sekaligus memiliki tingkat penguapan yang tinggi pada suhu rendah sehingga beda volume antara satu data dengan data lain yakni 10 mL dari total volume biodiesel sekitar 400 mL tidak berpengaruh terhadap penurunan *pour point*. Selain itu, adanya faktor penyimpanan dimana menunggu waktu yang ditentukan dari pihak teknisi untuk dilakukan pengujian. Berdasarkan hasil *pour point* semua sampel yang diperoleh dibandingkan dengan nilai standar mutu dan spesifikasi biodiesel B30 yang dipasarkan di Indonesia dalam SK Dirjen Migas No. 146.K/10/DJM/2020 maksimal 18 °C telah memenuhi dengan *pour point* yang dihasilkan pada tabel 4.

5. Variasi Metanol terhadap Angka Setana Biodiesel B30

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat diketahui nilai angka setana biodiesel B30 dalam tabel 5 sedangkan untuk melihat pengaruh volume metanol terhadap angka setana biodiesel B30 dapat dilihat pada gambar 5.

Tabel 5. Hasil Angka Setana Biodiesel B30

No. Sampel	Volume Metanol (mL)	Angka setana
1	90	23,3
2	100	24,5
3	110	24,2



Gambar 5. Grafik Pengaruh Volume Metanol terhadap Angka Setana Biodiesel B30

Hasil angka setana yang diperoleh pada penelitian ini tidak mengalami peningkatan pada penggunaan volume metanol 100 mL dan mengalami penurunan kembali pada penggunaan volume metanol 110 mL. Hal ini menunjukkan pengaruh volume metanol terhadap nilai angka setana tetap memberikan pengaruh meski pengaruh yang terlihat tidak besar. Boleh jadi disebabkan oleh dua kemungkinan yaitu adanya kontaminan dan terjadinya oksidasi. Penyebab pertama kontaminasi yang mungkin terjadi ketika dilakukan penyerapan gliserol dengan karbon. Penyebab kedua dimungkinkan oleh terjadinya oksidasi karena proses yang memakan waktu lama sejak dari pembuatan di Laboratorium Fisika Koloid FMIPA UNY sampai proses penentuan angka setana di Laboratorium UNDIP sekitar sembilan hari. Berdasarkan hasil angka setana semua sampel yang diperoleh dibandingkan dengan nilai standar mutu dan spesifikasi biodiesel B30 yang dipasarkan di Indonesia dalam SK Dirjen Migas No. 146.K/10/DJM/2020 minimal 48 tidak memenuhi dengan angka setana yang dihasilkan pada tabel 5.

SIMPULAN

Hasil menunjukkan bahwa massa jenis biodiesel B30 naik secara perlahan dari $(0,8649 \pm 0,0433)$ g/cm³ sampai $(0,8682 \pm 0,0434)$ g/cm³ dengan kenaikan volume metanol. Viskositas biodiesel B30 naik secara perlahan dari $(2,762 \pm 0,164)$ N.s/m² sampai $(3,290 \pm 0,056)$ N.s/m² dengan kenaikan volume metanol. *Flash Point* (titik nyala), turun dari 98,5 °C, 87,5 °C, dan 78,5 °C dengan kenaikan volume metanol. *Pour Point* (titik tuang), menghasilkan nilai sama yaitu 3 °C atau tidak memberikan pengaruh dengan kenaikan volume metanol. Angka Setana yang dihasilkan sempat mengalami kenaikan dan mengalami

penurunan kembali yaitu 23,3, 24,5, dan 24,2. Berdasarkan hasil uji kualitas yang dilakukan hanya angka setana tidak sesuai nilai standar pada SK Dirjen Migas No. 146.K/10/DJM/2020.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Negeri Yogyakarta, seluruh jajaran, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), dan Departemen Pendidikan Fisika atas dukungan dalam penulisan jurnal ini. Penghargaan juga disampaikan kepada Suparno, M.App.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing skripsi, yang telah memberikan bimbingan dan arahan hingga menyelesaikan penelitian ini. Penulis juga berterima kasih kepada teman-teman yang memberikan dukungan dan bantuan, yang turut berkontribusi dalam kesuksesan penyusunan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, I. F., & Hijriah, A. Y. (2019). Pengaruh Variasi Jumlah Metanol Dalam Reaksi Pembuatan Biodiesel Dari Fraksi Stearin Minyak Sawit. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 10(01), 33–40.
- Arlene, A., Kristanto, S., & Suharto, I. (2010). Pengaruh Temperatur dan F/S Terhadap Ekstraksi Minyak Dari Biji Kemiri Sisa Penekanan Mekanik. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*, 1–6.
- Daryono, E., Rahman, & Zukhriyah. (2022). Penggunaan Metanol Sisa Reaksi Sebagai Reaktan Pada Proses Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit Menjadi Biodiesel. *Jurnal Teknologi*, 14(2), 155–162.
- Prasetyo, D. H. T., & Wahyudi, D. (2022). Pengaruh rasio ekuivalen dan komposisi bahan bakar terhadap karakteristik api dengan menggunakan bahan bakar biodiesel kesambi. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 11(2), 282–292.
- Sariyusda, & Usman, R. (2017). Permurnian minyak kemiri dengan adsorpsi bentonit untuk merubah karakteristik mutu. *Journal of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials and Energy*, 1(2).
- Sekarputri, N. (2022). Mengenal Apa Itu Metanol, Kegunaan, dan Rumus Kimianya. Diambil 7 Desember 2023, dari <https://solarindustri.com/blog/apa-itu-metanol/>
- Syahrir, M., & Sungkono. (2021). Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Biodisel (B30) Dan Dexlite terhadap Kinerja Mesin Diesel. *Jurnal Teknologi*, 22(1), 19–28.
- Wafir, M., Listyadi, D., Sakura, R. R., & Ilminnafik, N. (2020). Analisis Unjuk Kerja Mesin Diesel Dengan Bahan Bakar Campuran Pertadex Dan Biodiesel Dari Biji Kemiri. *Rotor*, 12(2), 10.