

Studi Eksperimental Titik Nyala dan Viskositas *Biodiesel* Diproduksi dari Minyak Goreng Bekas

Experimental Studies of Flame Points and Biodiesel Viscosity Produced from Waste Cooking Oil

Muhammad Hussein¹ dan Muhammad Idris^{1*}

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Medan Area, Jalan Kolam No. 1 Medan Estate, Indonesia

*Corresponding author: muhammad_idris@staff.uma.ac.id

Diterima: 03-04-2024

Disetujui: 21-04-2024

Dipublikasikan: 30-04-2024

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Abstrak

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang potensial untuk menggantikan solar karena bahan bakunya dapat diperbaharui dan ramah lingkungan. Salah satu bahan baku yang digunakan adalah minyak goreng bekas. Tingginya kandungan asam lemak bebas dalam minyak goreng bekas memerlukan pretreatment berupa esterifikasi sebelum proses transesterifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu reaksi (60, 70, 80, 90, 100 menit) pada suhu 60°C dan kecepatan pengadukan 1050 rpm terhadap titik nyala dan viskositas Biodiesel. Proses produksi biodiesel dilakukan melalui dua tahap: esterifikasi dan transesterifikasi. Konsentrasi katalis yang digunakan adalah metanol dengan rasio 1:2 dan NaOH sebesar 0,5% dari jumlah minyak goreng bekas. Setelah transesterifikasi, campuran diendapkan selama 20 menit. Biodiesel yang dihasilkan dicuci dengan aquades pada suhu 50°C dan diuapkan pada suhu 90-100°C. Hasil uji titik nyala pada variasi waktu reaksi menunjukkan nilai sebagai berikut: 60 menit (108,5), 70 menit (182,5), 80 menit (182,5), 90 menit (148,5), dan 100 menit (184,5). Hasil penelitian menunjukkan bahwa angka setana yang diperoleh belum memenuhi standar mutu biodiesel dan belum layak digunakan sesuai ketentuan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM).

Kata Kunci : Biodiesel, Minyak Goreng Bekas, Titik Nyala, Viskositas.

Abstract

Biodiesel is a potential alternative to replace diesel because its raw materials are renewable and environmentally friendly. One of the raw materials used is waste cooking oil. The high content of free fatty acids in waste cooking oil requires pretreatment in the form of esterification before the transesterification process. This study aims to determine the effect of reaction time variations (60, 70, 80, 90, and 100 minutes) at a temperature of 60°C and a stirring speed of 1050 rpm on biodiesel's flash point and viscosity. The biodiesel production process was carried out in two stages: esterification and transesterification. The catalyst concentration was methanol at a 1:2 ratio and NaOH at 0.5% of the waste cooking oil. After transesterification, the mixture was allowed to settle for 20 minutes. The produced biodiesel was washed with distilled water at 50°C and evaporated at 90-100°C. The flash point test results for the reaction time variations showed the following values: 60 minutes (108.5), 70 minutes (182.5), 80 minutes (182.5), 90 minutes (148.5), and 100 minutes (184.5). The results indicated that the cetane number obtained did not meet the biodiesel quality standards and was not yet suitable for use according to the Ministry of Energy and Mineral Resources (ESDM) regulations.

Keywords : Biodiesel, Flash Point, Viscosity, Waste Cooking Oil.

1. Pendahuluan

Saat ini, pertumbuhan penduduk dan ekonomi telah meningkatkan kebutuhan energi secara global, termasuk di Indonesia. Sumber daya energi yang ada saat ini, terutama cadangan minyak, sangat terbatas di beberapa bagian dunia dan mengalami penurunan yang cepat akibat perkembangan pesat. Peningkatan penggunaan minyak bumi yang tidak dapat diperbarui menimbulkan masalah yang harus diatasi dengan mencari sumber energi alternatif yang terbarukan. Minyak bumi, sebagai sumber energi yang tidak dapat diperbarui, membutuhkan waktu jutaan atau bahkan miliaran tahun untuk terbentuk. Meningkatnya konsumsi minyak menyebabkan penipisan cadangan minyak bumi di seluruh dunia (Darmawan and Susila 2013).

Penipisan cadangan minyak telah mendorong munculnya sumber energi alternatif, termasuk biodiesel (Sinaga, Haryanto, and Triyono 2014). Biodiesel adalah ester asam lemak yang diperoleh dari minyak nabati atau hewani melalui proses transesterifikasi atau esterifikasi dan dapat digunakan sebagai bahan bakar solar. Potensi biodiesel sebagai pengganti bahan bakar solar tidak diragukan lagi karena berasal dari bahan baku yang dapat diperbaharui, mudah didapat, dan harganya relatif stabil (Aziz 2010). Meskipun penggunaan mesin diesel berpotensi membahayakan lingkungan dan kesehatan manusia akibat emisi gas buangnya, biodiesel dari minyak nabati dan hewani kini menjadi solusi terbaik untuk mengurangi pencemaran udara yang semakin meningkat (Saravanan et al. 2018).

Penelitian terhadap bahan bakar alternatif, khususnya biodiesel dengan kualitas pembakaran yang baik dan emisi gas buang yang rendah, sangat dianjurkan. Bahan baku yang umum digunakan untuk produksi biodiesel meliputi minyak nabati yang dapat dimakan (edible) dan tidak dapat dimakan (non-edible). Di Indonesia, produksi minyak jelantah, yang berasal dari minyak goreng bekas, sangat penting karena ketersediaannya yang tinggi dan biaya produksinya yang relatif rendah (Kolakoti, Setiyo, and Waluyo 2021). Dengan meningkatnya konsumsi minyak goreng, potensi minyak jelantah juga meningkat secara signifikan. Penggunaan minyak jelantah dalam pengolahan makanan berbahaya bagi kesehatan dan dapat menyebabkan kanker. Salah satu cara untuk mengurangi limbah minyak jelantah adalah dengan mengolahnya menjadi biodiesel (Haryanto et al. 2015).

Proses pembuatan biodiesel dari minyak jelantah dilakukan melalui transesterifikasi minyak nabati dengan metanol. Transesterifikasi adalah reaksi kimia di mana gugus gliserol dari trigliserida digantikan oleh molekul monoalkohol seperti metanol. Reaksi ini dapat dilakukan dengan mencampurkan minyak nabati dan NaOH dalam metanol, menghasilkan biodiesel (Andalia and Pratiwi 2018). Menurut Kumar et al. (2020), proses transesterifikasi yang efektif membutuhkan kondisi reaksi yang tepat, termasuk rasio molar metanol terhadap minyak, jenis dan konsentrasi katalis, serta suhu reaksi. Salah satu bahan baku yang bisa digunakan untuk produksi biodiesel adalah minyak goreng limbah (MGL), yaitu minyak goreng yang telah digunakan berulang kali sehingga menurunkan kualitas dan meningkatkan kandungan asam lemak bebas (FFA) (Ginting et al. 2019). MGL adalah limbah yang dihasilkan oleh rumah tangga, pedagang kaki lima, restoran, dan industri makanan. Penggunaan MGL sebagai bahan baku biodiesel dapat memberikan manfaat ekonomi dan lingkungan, seperti mengurangi limbah minyak goreng bekas yang mencemari lingkungan dan menyediakan sumber energi alternatif yang terbarukan (Sari et al. 2017). Selain itu, biodiesel yang dihasilkan dari MGL memiliki potensi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dibandingkan dengan bahan bakar fosil tradisional (Ong et al. 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik titik nyala dan viskositas biodiesel yang diproduksi dari minyak goreng bekas. Studi ini bertujuan untuk memahami bagaimana variasi waktu reaksi, suhu, dan konsentrasi katalis mempengaruhi kualitas biodiesel yang dihasilkan. Secara khusus, penelitian ini akan mengukur dan menganalisis perubahan titik

nyala dan viskositas biodiesel sebagai parameter kunci untuk menilai kelayakan dan performa bahan bakar tersebut sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan mendalam mengenai potensi minyak goreng bekas sebagai bahan baku alternatif untuk produksi biodiesel yang efisien dan ramah lingkungan.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian dilakukan yaitu dengan cara experiment dan metode perhitungan nilai model matematika regresi linier. variable dalam penelitian ini yaitu katalis yang terdiri dari natrium hidroksida (NaOH) dan larutan metanol (CH₃OH). Table komposisi dari pembuatan biodiesel bisa dilihat pada table berikut ini.

Table 1. Komposisi pembuatan Biodiesel

WCO (liter)	NaOH (%)	Metanol
0,3	0,5	1:2

3. Hasil dan Pembahasan

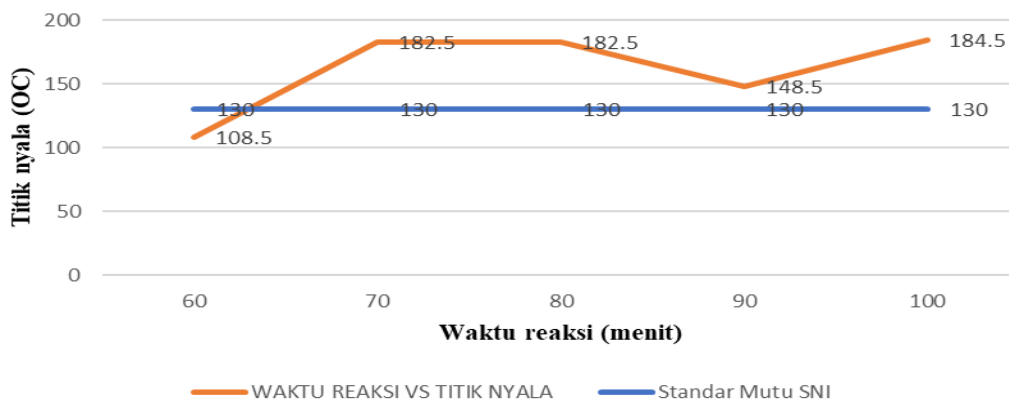
3.1. Titik pengujian nyala

Hasil pengujian nilai karkteristik biodiesel di peroleh setelah proses produksi yaitu: nilai karakteristik dari titik nyala dengan variasi waktu 60, 70, 80, 90, dan 100 menit merupakan. Hasil pengujian daari densitas biodiesel berdasarkan variasi waktu dapat kita lihat pada tabel dibawah ini.

Table 2. Hasil pengujian karakteristik titik nyala biodiesel

Waktu reaksi (menit)	Titik nyala (°C)	Target Titik Nyala (°C)
60	108,5	
70	182,5	
80	182,5	130
90	148,5	
100	184,5	

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan variasi dalam titik nyala bahan pada berbagai waktu reaksi. Terlihat bahwa beberapa hasil memiliki titik nyala yang mendekati target yang ditetapkan (130°C), sementara yang lain memiliki perbedaan yang lebih besar. Hasil ini mungkin mengindikasikan bahwa waktu reaksi memiliki pengaruh terhadap titik nyala bahan bakar ini. Grafik waktu reaksi vs titik nyala dapat kita lihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 1. Grafik waktu reaksi versus titik nyala

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu reaksi terhadap viskositas biodiesel hasil produksi minyak goreng limbah yang diperoleh pada rentang waktu reaksi 50, 60, 70, 80, 90 dan 1000 menit Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Table 3. Hasil pengujian regresi linier titik nyala

<i>Term</i>	<i>Coef</i>	<i>SE Coef</i>	<i>T-Value</i>	<i>P-Value</i>	<i>VIF</i>
Constant	66,9	81,2	0,82	0,470	
Waktu reaksi (menit)	1,180	0,999	1,18	0,323	1,00

Berdasarkan hasil diatas dapat diketahui bahwa persamaan fungsi regresi linier berganda antara lain:

$$Y = 66,9 + 1,180X_1 + e \tag{1}$$

Dari persamaan tersebut maka dapat diketahui bahwa Konstanta sebesar 66,9 yang berarti, jika variable waktu reaksi sama dengan nol, maka nilai titik nyala dari biodiesel minyak goreng limbah adalah sebesar 66,9. Nilai P-Value variabel waktu reaksi sebesar 0,323 lebih besar daripada 0,05 (a), sehingga dapat disimpulkan artinya secara parsial variabel waktu reaksi tidak berpengaruh signifikan atau nyata terhadap titik nyala dari biodiesel minyak goreng limbah. Nilai 1,180 pada unstandarized coefisien (b) menunjukkan koefisien regresi (parameter) variable waktu reaksi bertanda positif dengan nilai 1,180. Hal ini mengindikasikan jika terjadi peningkatan nilai waktu reaksi sebesar 1 menit maka akan meningkatkan viskositas dari hasil produksi minyak goreng limbah sebesar 1,180°C.

Nilai R² yang kecil berarti kemampuan variabel-variabel independen dalam menjelaskan variasi variabel dependen amat terbatas. Nilai yang mendekati satu berarti variabel-variabel independen memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variasi variabel dependen. Dari hasil penelitian diperoleh koefisien determinasi dari waktu reaksi terhadap titik nyala dapat kita lihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Koefisien determinasi titik nyala

<i>S</i>	<i>R-sq</i>	<i>R-sq (adj)</i>	<i>R-sq (pred)</i>
31,6038	31,73%	8,97%	0,00%

Pada Tabel diatas Berdasarkan hasil pengolahan data untuk koefisiensi Determinasi (R²) pada Tabel di atas dihasilkan nilai R Square 31,73 yang artinya menunjukkan bahwa nilai titik nyala dipengaruhi oleh waktu reaksi sebesar 31,73 Sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain diluar penelitian

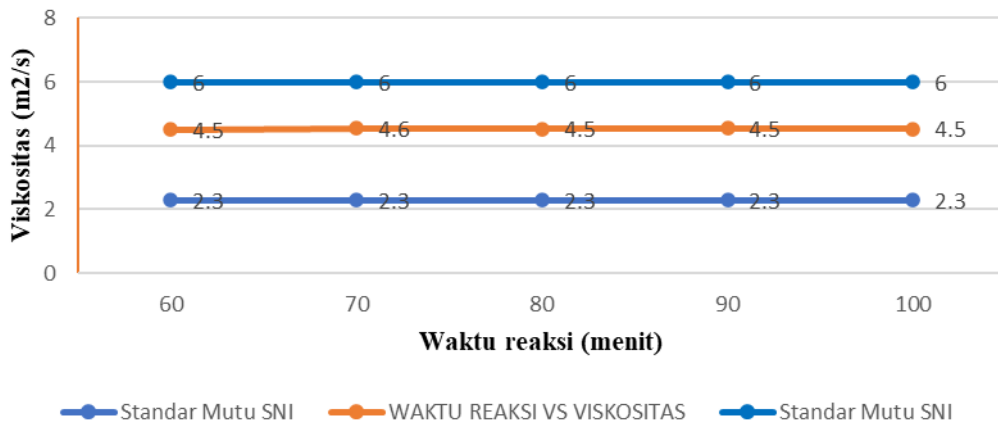
3.2. Viskositas

Hasil penelitian yang dilakukan untuk melihat bagaimana pengaruh waktu reaksi terhadap viskositas biodiesel dari minyak goreng limbah dapat kita lihat pada tabel dibawah ini.

Table 5. Hasil pengujian viskositas

Waktu reaksi (min)	Viskositas (m ² /s)	Target viskositas
60	4,5	
70	4,6	
80	4,5	2,3 - 6,0
90	4,5	
100	4,5	

Hasil bilangan Viskositas di dapatkan setelah di lakukan proses pengujian pada karakteristik bilangan iodin diperoleh berdasarkan variasi waktu reaksi 60 menit 4,5 m²/s, 70 menit 4,6 m²/s, waktu reaksi 80, 90, dan 100 menit mendapatkan hasil yang sama yaitu 4,5 m²/s. Hasil dari pengujian biodiesel berdasarkan variasi waktu dapat kita lihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. Grafik waktu reaksi versus viskositas

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu reaksi terhadap viskositas biodiesel hasil produksi minyak goreng limbah yang diperoleh pada rentang waktu reaksi 50, 60, 70, 80, 90 dan 1000 menit Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 6. Hasil pengujian regresi linier viskositas

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	4,5268	0,0438	103,33	0,000	
Waktu reaksi (menit)	0,000040	0,000539	0,07	0,946	1,00

Persamaan fungsi regresi linier berganda dari hasil pengujian regresi linier viskositas sebagai berikut:

$$Y = 4,5268 + 0,000040 X_1 + e \tag{2}$$

Dari persamaan tersebut maka dapat diketahui bahwa Konstanta sebesar 4,5268 yang berarti, jika variable waktu reaksi sama dengan nol, maka nilai bilangan iodin dari biodiesel minyak goreng limbah adalah sebesar 4,5268. Nilai P-Value variabel waktu reaksi sebesar 1,00 lebih besar dari pada 0,05 (α), sehingga dapat disimpulkan artinya secara parsial variabel waktu reaksi tidak berpengaruh signifikan atau nyata terhadap viskositas dari biodiesel minyak goreng limbah. Nilai 0,000040 pada unstandardized coefisien (b) menunjukkan koefisien regresi (parameter) variable waktu reaksi dengan nilai 0,000040. Hal ini mengindikasikan jika terjadi peningkatan nilai waktu reaksi sebesar 1 menit maka akan meningkatkan viskositas dari hasil produksi minyak goreng limbah sebesar 0,000040 m²/s.

Hasil penelitian diperoleh koefisien determinasi dari waktu reaksi terhadap viskositas dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Table 7. Koefisien determinasi viskositas

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,0170529	0,18%	0,00%	0,00%

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian ini, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian titik nyala menunjukkan bahwa semua variasi waktu reaksi memenuhi target titik nyala sebesar 130°C, kecuali untuk waktu reaksi 60 menit yang mencapai 108,5°C. Variasi waktu reaksi 70, 80, 90, dan 100 menit masing-masing menghasilkan titik nyala sebesar 182,5°C, 182,5°C, 148,5°C, dan 184,5°C, yang memenuhi standar target titik nyala.
2. Hasil pengujian viskositas menunjukkan bahwa variasi waktu reaksi menghasilkan nilai viskositas yang seragam. Pada waktu reaksi 60 menit didapatkan viskositas sebesar 4,5 m²/s, pada 70 menit sebesar 4,6 m²/s, dan pada waktu reaksi 80, 90, serta 100 menit didapatkan viskositas yang sama yaitu sebesar 4,5 m²/s.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ahmad Fikron dan kawan kawan yang telah lebih dulu melakukan produksi biodiesel di Prodi Teknik Mesin Universitas Medan Area.

Daftar Pustaka

- Abdullah, I., M. Sabri, M. Turmuzi, A. S. Silitonga, S. Dharma, dan M. Yusufiani. 2023. "A Review of Properties, Engine Performance, Emission Characteristics and Material Compatibility Biodiesel From Waste Cooking Oil (WCO)." *Automotive Experiences*.
- Andalia, R., dan D. Pratiwi. 2018. "Proses Transesterifikasi Minyak Nabati dengan Metanol." *Jurnal Kimia* 14 (2): 112-120.
- Andalia, J., dan R. Pratiwi. 2018. "Proses Produksi Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas Menggunakan NaOH sebagai Katalis." *Jurnal Teknologi* 4 (2): 123-131.
- Aziz, A. 2010. "Potensi Biodiesel sebagai Pengganti Bahan Bakar Diesel." *Jurnal Energi* 12 (1): 55-62.
- Darmawan, D., dan S. Susila. 2013. "Penipisan Cadangan Minyak Bumi di Dunia." *Jurnal Sumber Daya Alam* 5 (2): 34-45.
- Ginting, M., T. A. Pratiwi, dan I. Kusuma. 2019. "Karakteristik Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas Menggunakan Metode Transesterifikasi." *Jurnal Energi Terbarukan* 11 (3): 45-51.
- Haryanto, A., R. Sinaga, B. Haryanto, dan A. Triyono. 2015. "Pengolahan Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel." *Jurnal Teknologi Pertanian* 19 (3): 144-152.
- Idris, M., T. Hermanto, R. Syah, M. Husein, dan S. Sitinjak. 2024. "Pembuatan Biodiesel dari Limbah Minyak Goreng: Studi Perbandingan Berbagai Waktu Reaksi." *SINERGI POLMED: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 5 (1): 64-71.
- Idris, M., I. Husin, I. Hermawan, U. Novalia, R. D. Batubara, N. A. Pambudi, dan A. Sarifudin. 2023. "Engine Performance Using Blended Fuels of Biodiesel and Eco Diesel." *Energy Engineering Journal of the Association of Energy Engineers* 120 (1): 107-123.
- Idris, M., R. Febrian, F. Fadhilah, dan D. Darmawi. 2023. "Engine Performance Using Blended Fuels of Biodiesel and Eco Diesel." *Energy Engineering: Journal of the Association of Energy Engineering* 120 (1): 107-123.
- Idris, M., T. Siagian, D. Sofyanto, P. Rizky, F. Heriyanti, I. Azhari, dan Z. Husin. 2023. "The Influence of Catalyst on the Characteristics of Biodiesel from Waste Cooking Oil." *JTTM: Jurnal Terapan Teknik Mesin* 4 (2): 254-262.
- Kolakoti, P., M. Setiyo, dan S. Waluyo. 2021. "Pemanfaatan Minyak Jelantah sebagai Bahan Baku Biodiesel." *Jurnal Rekayasa Proses* 27 (4): 239-250.
- Kumar, N., S. Kumar, dan A. K. Verma. 2020. "Optimization of Biodiesel Production from Waste Cooking Oil Using Response Surface Methodology." *Renewable Energy* 146: 1284-1292.

- Ong, H. C., T. M. I. Mahlia, H. H. Masjuki, W. T. Chong, dan K. Y. Leong. 2019. "Biodiesel Production from Palm Oil and Its Use in Diesel Engine: A Review." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 27: 449-464.
- Saravanan, S., G. Nagarajan, G. Lakshmi Narayana Rao, dan S. Sampath. 2018. "Emission Reduction in Diesel Engines Using Biodiesel and Its Blends." *Journal of Renewable and Sustainable Energy* 10 (2): 45-58.
- Sari, R. P., M. Z. Rahman, dan R. H. Suryadi. 2017. "Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas Sebagai Bahan Baku Biodiesel: Manfaat Ekonomi dan Lingkungan." *Jurnal Energi dan Lingkungan* 8 (2): 35-44.
- Sinaga, R., B. Haryanto, dan A. Triyono. 2014. "Alternatif Energi Terbarukan: Biodiesel dari Minyak Nabati." *Jurnal Energi Terbarukan* 8 (1): 76-83.
- Suherman, S., I. Abdullah, M. Sabri, dan A. S. Silitonga. 2023. "Evaluation of Physicochemical Properties."
- Suherman, S., A. Ilmi, M. Sabri, dan A. S. Silitonga. 2024. "Effect of Reaction Time on Production Biodiesel of *Schleichera oleosa*." *Engineering Headway* 6: 43-52.