

Studi Eksperimental Densitas dan Bilangan Iodin Biodiesel Di Produksi Dari Minyak Goreng Limbah

Experimental Study of Density and Iodine Number of Biodiesel in Production from Waste Cooking Oil

Sapriadi Sitinjak¹ 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

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi waktu reaksi 60, 70, 80, 90, dan 100 menit dengan suhu 65°C dan kecepatan putaran 1050 rpm terhadap densitas dan bilangan iodin biodiesel. Bahan baku yang digunakan adalah minyak goreng limbah. Penelitian ini menggunakan proses esterifikasi dan transesterifikasi dengan mereaksikan katalis dan metanol yang kemudian dicampurkan dengan minyak goreng limbah secara bersamaan. Variasi konsentrasi katalis yang digunakan adalah perbandingan metanol 1:2 dan 0,5% NaOH dari jumlah minyak goreng limbah. Setelah proses transesterifikasi, campuran diendapkan selama kurang lebih 10 menit. Hasil endapan berupa biodiesel dan gliserol kemudian dipisahkan, dan biodiesel dicuci menggunakan aquades pada suhu 50°C dan diuapkan pada suhu 90-100°C. Hasil pengujian densitas pada konsentrasi katalis metanol 1:2 dan 0.5% NaOH menunjukkan nilai 858,5 kg/m³ untuk waktu reaksi 60, 70, dan 80 menit, 858,7 kg/m³ untuk 90 menit, dan 858,4 kg/m³ untuk 100 menit. Sedangkan hasil pengujian bilangan iodin menunjukkan nilai 87,2 untuk waktu reaksi 60 menit, 88,3 untuk 70 menit, 90,2 untuk 80 menit, 92,3 untuk 90 menit, dan 82,3 untuk 100 menit. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa densitas dan bilangan iodin yang diperoleh telah sesuai dengan standar mutu biodiesel dan layak digunakan sesuai dengan ketentuan ESDM.

Kata Kunci : Biodiesel, Katalis Natrium Hidroksida, Metanol, Minyak.

Abstract

This research aims to determine the effect of varying reaction times (60, 70, 80, 90, and 100 minutes) at a temperature of 65 °C and a rotation speed of 1050 rpm on the density and iodine number of biodiesel. The raw material used for biodiesel production is waste cooking oil. This study employs esterification and transesterification processes by reacting catalysts with methanol mixed with waste cooking oil. The catalyst concentration variations used in this study are methanol at a ratio of 1:2 and 0.5% NaOH of the total waste cooking oil. The transesterification product is then settled for approximately 10 minutes. The resulting biodiesel and glycerol are separated, after which the biodiesel is washed with distilled water at 50 °C and evaporated at 90-100 °C. The density test results for the catalyst concentration of methanol at 1:2 and 0.5% NaOH showed values of 858.5 kg/m³ for reaction times of 60, 70, and 80 minutes, 858.7 kg/m³ for 90 minutes, and 858.4 kg/m³ for 100 minutes. The iodine number test results showed values of 87.2 for 60 minutes, 88.3 for 70 minutes, 90.2 for 80 minutes, 92.3 for 90 minutes, and 82.3 for 100 minutes. The research findings indicate that the obtained density and iodine number meet biodiesel quality standards and are suitable for use according to ESDM regulations.

Keywords : Biodiesel, Methanol, Oil, Sodium Hydroxide Catalyst.

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi dunia, terutama di Indonesia, saat ini semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan ekonomi. Sumber energi yang tersedia saat ini, terutama sumber minyak, sangat terbatas di beberapa bagian dunia dan semakin cepat habis karena eksploitasi yang cepat. Menipisnya cadangan minyak menyebabkan munculnya sumber energi alternatif, termasuk biodiesel (Haryanto et al. 2015).

Produksi mesin diesel di seluruh dunia memiliki dampak yang signifikan, meskipun penggunaan bahan bakar diesel terbatas, ada opsi untuk menggunakan biodiesel dalam mesin diesel. Biodiesel adalah jenis bahan bakar yang ramah lingkungan, tidak beracun, dan memiliki kadar belerang yang rendah (Idris et al. 2023). Karena kualitas pembakaran yang baik dan tingkat emisi gas buang yang rendah, penelitian bahan bakar alternatif, khususnya biodiesel, sangat dianjurkan. Bahan baku yang biasanya digunakan dalam produksi biodiesel adalah minyak nabati dan minyak nabati yang tidak dapat dimakan dan dapat dimakan. Produksi minyak jelantah paling signifikan dibandingkan minyak lainnya karena ketersediaan minyak jelantah cukup besar terutama di Indonesia, dan biaya produksi biodiesel relatif lebih murah (Kolakoti, Setiyo, and Waluyo 2021). Biodiesel dibuat dari minyak goreng bekas dengan reaksi transesterifikasi minyak nabati dengan metanol. Proses transesterifikasi merupakan reaksi kimia dimana gugus gliserol (gliserol) pada molekul minyak nabati (trigliserida) digantikan oleh molekul monoalkohol seperti metanol. Reaksi ini dapat dilakukan dengan mencampurkan minyak nabati dengan NaOH dalam metanol dan menghasilkan produk biodiesel (Andalia and Pratiwi 2018).

Tujuan dari penelitian ini adalah mengukur dan menganalisis densitas biodiesel yang diproduksi dari minyak goreng limbah untuk memastikan kesesuaian dengan standar biodiesel yang berlaku. Penelitian ini juga untuk menentukan bilangan iodin biodiesel sebagai indikator tingkat ketidakjenuhan minyak, yang berpengaruh pada sifat fisik dan kimia biodiesel. Terakhir penelitian Membandingkan hasil densitas dan bilangan iodin dari biodiesel yang diproduksi dengan standar dan spesifikasi yang ditetapkan untuk biodiesel, guna menilai kelayakan minyak goreng limbah sebagai bahan baku biodiesel.

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 dapat dilihat pada table dibawah ini

Tabel 1. Komposisi biodiesel

No.	WCO (l)	NaOH (%)	Metanol
1	0.3	0.5	1:2

3. Hasil dan Pembahasan

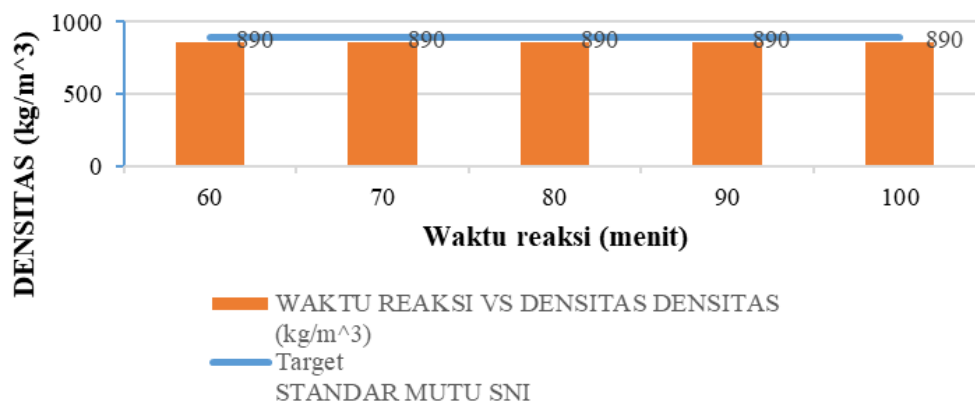
3.1. Hasil pengujian densitas

Hasil pengujian nilai karakteristik densitas biodiesel di peroleh setelah proses produksi yaitu: nilai karakteristik dari densitas 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.

Tabel 2. Hasil pengujian densitas

Waktu reaksi (menit)	Densitas (kg/ m ³)	Standard mutu densitas (kg/ m ³)
60	858.5	850-890
70	858.5	
80	858.5	
90	858.7	
100	858.4	

Pada tabel diatas telah diketahui hasil dari pengujian karakteristik densitas berdasarkan variasi waktu. Untuk pengujian densitas, hasil yang di peroleh pada pengujian densitas pada variasi waktu reaksi yang berbeda yaitu 60 menit 858.5°C, 70 menit 858.5°C, 80 menit 858.5°C, 90 menit 858.7°C, dan 1000 menit 858.4°C. Untuk karakteristik densitas yang hasilnya telah di ketahui setelah melakukan proses pengujian bahwa nilai karakteristiknya telah sesuai standard yaitu 850-890 kg/m³.

**Gambar 1.** Hasil pengujian densitas

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam rentang waktu reaksi yang diujikan, densitas biodiesel cenderung stabil di sekitar 858.5 kg/ m³. Dalam proses produksi biodiesel, densitas adalah salah satu parameter penting karena dapat mempengaruhi kualitas dan sifat bahan bakar tersebut. Densitas biodiesel yang stabil dalam kisaran 858.4 kg/ m³ hingga 858.7 kg/ m³ pada waktu reaksi tertentu adalah hal yang baik karena berada dalam kisaran target yang telah ditetapkan antara 850 kg/ m³ hingga 890 kg/ m³.

3.2. Hasil uji regresi densitas

Tabel 3. Hasil pengujian regresi pengaruh waktu reaksi terhadap iodine

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	858.380	0.248	3458.51	0.000	
Waktu reaksi (menit)	0.00200	0.00306	0.65	0.559	1.00

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

$$Y = 858,380 + 0,00200X_1 + e \quad (1)$$

Dari persamaan tersebut maka dapat diketahui bahwa Konstanta sebesar 858,380 yang berarti, jika variable waktu reaksi sama dengan nol, maka nilai bilang densitas dari biodiesel minyak goreng limbah adalah sebesar 858,380. Nilai P-Value variabel waktu reaksi

sebesar 1,00 lebih besar daripada 0,05 (a), sehingga dapat disimpulkan artinya secara parsial variabel waktu reaksi tidak berpengaruh signifikan atau nyata terhadap bilangan densitas dari biodiesel minyak goreng limbah. Nilai 0,00200 pada unstandardized coefisien (b) menunjukkan koefisien regresi (parameter) variabel waktu reaksi bertanda positif dengan nilai 0,00200. Hal ini mengindikasikan jika terjadi peningkatan nilai waktu reaksi sebesar 1 menit maka akan meningkatkan bilangan densitas dari hasil produksi minyak goreng limbah sebesar 0,00200 kg/m³.

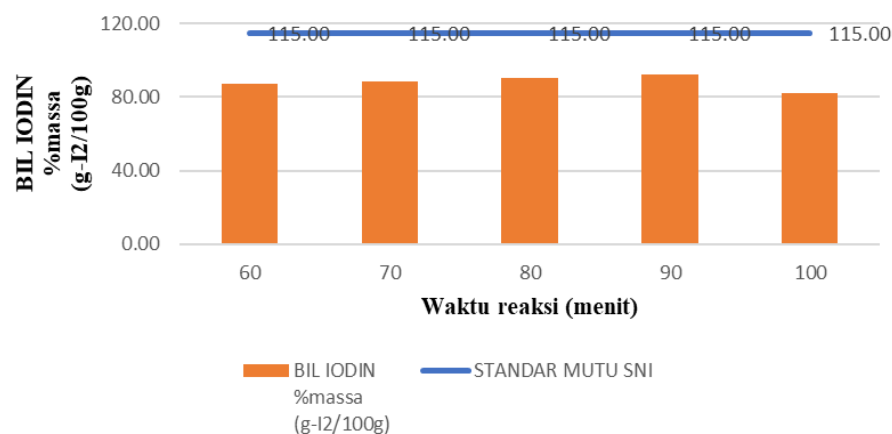
3.3. Hasil pengujian bilangan iodin

Hasil pengujian bilangan iodin Hasil pengujian nilai karakteristik 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 bilangan iodin biodiesel berdasarkan variasi waktu dapat kita lihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Hasil pengujian bilangan iodin

Waktu reaksi (menit)	Bil iodin % massa (g-I ₂ /g)	Standard mutu Bil. iodin % massa (g-I ₂ /g)
60	87.20	115.00
70	88.30	
80	90.30	
90	92.30	
100	82.30	

Hasil pengujian bilangan iodin diperoleh setelah menguji karakteristik bilangan iodin dengan variasi waktu reaksi yang berbeda. Berikut adalah hasilnya: untuk waktu 60 menit didapatkan bilangan iodin sebesar 87.2, ketika 70 menit menghasilkan 88.3, ketika 80 menit menghasilkan 90.2, ketika 90 menit menghasilkan 92.3, dan 100 menit menghasilkan 82.3. Tabel berikut ini menunjukkan hasil pengujian karakteristik bilangan iodin berdasarkan variasi waktu. Dari hasil ini, terlihat bahwa bilangan iodin dari biodiesel berbasis minyak goreng limbah berfluktuasi sepanjang durasi waktu reaksi yang diberikan. Peningkatan waktu reaksi tidak selalu memberikan efek positif terhadap nilai bilangan iodin, seperti yang terlihat pada waktu reaksi 100 menit di mana bilangan iodin yang dihasilkan hanya 82.3% massa (g-I₂/g). Sementara itu, bilangan iodin tertinggi tercapai pada waktu reaksi 90 menit dengan nilai 92.3% massa (g-I₂/g). Namun, nilai-nilai bilangan iodin yang diperoleh dari kelima waktu reaksi ini masih belum mencapai standar yang ditetapkan yaitu 115% massa (g-I₂/g).



Gambar 2. Hasil pengujian bilangan iodin

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam rentang waktu reaksi yang diujikan, bilangan iodin biodiesel meningkat namun terjadi penurunan yang signifikan di rentang waktu 100 menit dimana penurunannya mencapai 10,00. Dari hasil uji regresi diketahui bahwa variabel waktu reaksi berpengaruh secara negatif terhadap nilai iodin biodiesel yang diproduksi dari minyak goreng limbah dimana jika terjadi penambahan waktu reaksi akan menyebabkan penurunan bilangan iodin.

3.4. Hasil uji regresi bilangan iodin

Tabel 5. Hasil Pengujian Regresi Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Iodin

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	92.7	10.9	8.54	0.003	
Waktu reaksi (menit)	-0.058	0.134	-0.43	0.694	1.00

Berdasarkan Tabel 5. diatas dapat diketahui bahwa persamaan fungsi regresi linier berganda antara lain :

$$Y = 92.0 - 0.058X_1 + e \quad (2)$$

Dari persamaan tersebut maka dapat diketahui bahwa Konstanta sebesar 92,0 yang berarti, jika variabel waktu reaksi sama dengan nol, maka nilai bilangan iodin dari biodiesel minyak goreng limbah adalah sebesar 92,0. Nilai P-Value variabel waktu reaksi sebesar 1,00 lebih besar dari pada 0,05 (a), sehingga dapat disimpulkan artinya secara parsial variabel waktu reaksi tidak berpengaruh signifikan atau nyata terhadap bilangan iodin dari biodiesel minyak goreng limbah. Nilai -0,058 pada unstandardized coefisien (b) menunjukkan koefisien regresi (parameter) variabel waktu reaksi bertanda negatif dengan nilai 0,058. Hal ini mengindikasikan jika terjadi peningkatan nilai waktu reaksi sebesar 1 menit maka akan menurunkan bilangan iodin dari biodiesel hasil produksi minyak goreng limbah sebesar 0,058% massa (g-I₂/g).

4. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai P-Value variabel waktu reaksi sebesar 1,00 lebih besar daripada 0,05 (a), sehingga dapat disimpulkan artinya secara parsial variabel waktu reaksi tidak berpengaruh signifikan atau nyata terhadap bilangan densitas dari biodiesel minyak goreng limbah. Nilai 0,00200 pada unstandardized coefisien (b) menunjukkan koefisien regresi (parameter) variabel waktu reaksi bertanda positif dengan nilai 0,00200. Hal ini mengindikasikan jika terjadi peningkatan nilai waktu reaksi sebesar 1 menit maka akan meningkatkan bilangan densitas dari hasil produksi minyak goreng limbah sebesar. 0,00200 kg/ m³.
2. Nilai P-Value variabel waktu reaksi sebesar 1,00 lebih besar dari pada 0,05 (a), sehingga dapat disimpulkan artinya secara parsial variabel waktu reaksi tidak berpengaruh signifikan atau nyata terhadap bilangan iodin dari biodiesel minyak goreng limbah. Nilai -0,058 pada unstandardized coefisien (b) menunjukkan koefisien regresi (parameter) variabel waktu reaksi bertanda negatif dengan nilai 0,058 . Hal ini mengindikasikan jika terjadi peningkatan nilai waktu reaksi sebesar 1 menit maka akan menurunkan bilangan iodin dari biodiesel hasil produksi minyak goreng limbah sebesar. 0,058% massa (g-I₂/g).

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

- Ahmad, S., R. Kothari, V. V. Pathak, dan M. K. Pandey. 2019. "Fuel Quality Index: A Novel Experimental Evaluation Tool for Biodiesel Prepared from Waste Cooking Oil." *Waste and Biomass Valorization* 10(8): 2237-2247.
- Ahmadi, A., I. Suyanti, S. A. Tikrahsari, dan M. Aini. 2018. "Pengaruh Waktu Adsorpsi Minyak Jelantah Sebagai Bahan Pembuatan Biodiesel Dengan Tanah Liat Terhadap Kualitas Biodiesel." *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia* 6(2): 124-132.
- Aparna, A. M., dan R. Baskaran. 2019. "Production of Biodiesel from Waste Cooking Oil." In *2019 Fifth International Conference on Science Technology Engineering and Mathematics (ICONSTEM)*, Vol. 1, 270-274. IEEE.
- Andalia, Winny, dan Irnanda Pratiwi. 2018. "Kinerja Katalis NaOH dan KOH Ditinjau dari Kualitas Produk Biodiesel yang Dihasilkan dari Minyak Goreng Bekas." *Jurnal Tekno Global* 7(1): 32-36.
- Febriani, Alik Kandhita, dan Arie Nurmala Dewi. 2012. "Pembuatan Biodiesel dari Berbagai Minyak Goreng Bekas dengan Proses Transesterifikasi." *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri* 1.1: 338-346.
- Haryanto, Agus, Uly Silviana, Sugeng Triyono, dan Sigit Prabawa. 2015. "Produksi Biodiesel dari Transesterifikasi Minyak Jelantah dengan Bantuan Gelombang Mikro: Pengaruh Intensitas Daya dan Waktu Reaksi terhadap Rendemen dan Karakteristik Biodiesel." *Jurnal Agritech* 35(02): 234.
- Haryono, M. T., S. Solihudin, E. Ernawati, dan S. Pramana. 2019. "Limbah Cair Industri Minyak Goreng Sawit sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel." *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)* 4(1): 36-48.
- 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, Muhammad, Riska Febrian, Fadhil Fadhilah, dan Darmawi Darmawi. 2023. "Engine Performance Using Blended Fuels of Biodiesel and Eco Diesel." *Energy Engineering: Journal of the Association of Energy Engineering* 120(1): 107-23.
- 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., 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, Aditya, Muji Setiyo, dan Budi Waluyo. 2021. "Biodiesel Production from Waste Cooking Oil: Characterization, Modeling, and Optimization." *Mechanical Engineering for Society and Industry* 1(1): 22-30.
- Mawarni, D. I. 2017. "Studi Eksperimen Pengaruh Jumlah Blade Pengaduk Terhadap Kualitas Biodiesel yang Dihasilkan dari Minyak Jelantah." *SIMETRIS* 11(2): 12-16.
- Sadaf, S., J. Iqbal, I. Ullah, H. N. Bhatti, S. Nouren, J. Nisar, dan M. Iqbal. 2018. "Biodiesel Production from Waste Cooking Oil: An Efficient Technique to Convert Waste into Biodiesel." *Sustainable Cities and Society* 41: 220-226.
- Samuel, O. D., B. U. Oreko, J. O. Oyejide, S. Idi, dan O. S. Fayomi. 2019. "Experimental and Empirical Study of Diesel and Biodiesel Produced from Blend of Fresh Vegetable and Waste Vegetable Oil on Density, Viscosity, Sulphur Content and Acid Value." In *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1378, No. 4, Article 042024. IOP Publishing.