

Pengaruh Daya Microwave terhadap Sifat Fisik Biodiesel dari Minyak Limbah Ampas Tahu

Niyar Candra Agustin^{1)*}, Shintawati Dyah Purwaningrum²⁾, Ricka Prasdiantika³⁾, Agustien Zulaidah⁴⁾

^{1,2,3,4} Fakultas Teknik Universitas Pandanaran

Jalan Banjarsari Barat No. 1, Pedalangan, Banyumanik, Kota Semarang

Email: niyaragustin@gmail.com

Abstract

An environmentally friendly renewable energy source is biodiesel. This study aims to determine the effect of microwave power on the physical properties of biodiesel from the oil contained in tofu waste. Making biodiesel from tofu dregs waste oil is made using the esterification reaction and transesterification reactions. In the esterification reaction using a 2% (w/w) H₂SO₄ catalyst and transesterification using a 5% (w/w) KOH catalyst. The microwave power used in the transesterification reaction is 150, 300, 450, 600, 800 watts. The biodiesel produced at each microwave power is tested for its physical properties using the American Standard for Testing Material (ASTM) method. Biodiesel density test using ASTM D 1298 method, viscosity test using IKU/5.4/TK-02 method and water content test using ASTM D 95 method. The results of physical properties test showed that biodiesel produced at 450, 600 and 800 watt microwave power had density and viscosity values that meet the national standard SNI-04-7182-2006.

Key words: Microwave power, physical properties of biodiesel, tofu dregs

ABSTRAK

Sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan yaitu biodiesel. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh daya *microwave* terhadap sifat fisik biodiesel dari minyak yang terkandung pada limbah ampas tahu. Pembuatan biodiesel dari minyak limbah ampas tahu dibuat dengan tahap reaksi esterifikasi dan reaksi transesterifikasi. Pada reaksi esterifikasi menggunakan katalis H₂SO₄ sebanyak 2% (b/b) dan transesterifikasi menggunakan katalis KOH sebanyak 5% (b/b). Daya *microwave* yang digunakan pada reaksi transesterifikasi yaitu 150, 300, 450, 600, 800 watt. Biodiesel yang dihasilkan pada setiap daya *microwave* diuji sifat fisiknya dengan metode *American Standard for Testing Material* (ASTM). Uji densitas biodiesel dengan metode ASTM D 1298, uji viskositas dengan metode IKU/5.4/TK-02 dan uji kadar air dengan metode ASTM D 95. Hasil uji sifat fisik menunjukkan bahwa biodiesel yang dihasilkan pada daya *microwave* 450, 600, dan 800 watt memiliki nilai densitas dan viskositas yang telah memenuhi standar nasional SNI-04-7182-2006.

Kata kunci: Daya *microwave*, sifat fisik biodiesel, ampas tahu

Info Artikel :

Masuk : 30 Mei 2023

Revisi : 12 Juni 2023

Diterima : 26 Juni 2023

Terbit : 30 Juni 2023

PENDAHULUAN

Berkurangnya ketersediaan minyak bumi dan dibarengi dengan meningkatnya tingkat konsumsi minyak bumi dengan jumlah bahan bakar yang diimpor oleh Indonesia lebih besar dibandingkan dengan yang diekspor, sehingga diperlukan sumber bahan bakar alternatif untuk

tercapainya ketahanan energi nasional (Qadariyah dkk., 2017). Biofuel termasuk biodiesel merupakan bahan bakar alternatif terbarukan, ramah lingkungan, tidak beracun dan emisi yang rendah (Suryanto dkk., 2015). Sumber minyak yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pada pembuatan biodiesel yaitu minyak yang terkandung dalam ampas tahu (Buchori

dkk., 2012).

Ampas tahu mengandung minyak yang dapat digunakan untuk produksi biodiesel. Namun, minyak dari ampas tahu mengandung asam lemak bebas yang disebut dengan *free fat acid* (FFA). Dengan adanya kandungan FFA pada minyak ampas tahu tidak memungkinkan untuk dilakukan konversi secara optimal menjadi metil ester melalui konversi ester dengan bantuan katalis basa. Kandungan FFA pada minyak dari ampas tahu dapat menimbulkan gangguan pada reaksi transesterifikasi yaitu pembentukan sabun. Pembentukan sabun pada reaksi konversi minyak dapat menyebabkan jumlah biodiesel diproduksi pada tingkat yang kurang optimal dan menyulitkan pemisahan antara biodiesel dari gliserol (Nurfitri dkk., 2013). Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan melakukan langkah reaksi esterifikasi pada minyak ampas tahu guna menurunkan kandungan FFA. Produksi biodiesel dari minyak ampas tahu dapat dilakukan dengan konversi ester menggunakan katalis (Anggraini, 2018). Katalis merupakan bahan yang berperan penting dalam produksi biodiesel, terutama dalam mempercepat pembentukan produk reaksi. Katalis yang sering digunakan pada reaksi transesterifikasi yaitu katalis basa NaOH dan KOH. Kata tersebut merupakan katalis basa homogen yang biasa digunakan dalam reaksi konversi ester karena laju reaksinya yang tinggi sehingga reaksi optimum lebih cepat tercapai (Sajjadi dkk., 2014).

Radiasi *microwave* merupakan sumber energi yang non konvensional yang digunakan untuk berbagai tujuan, salah satunya digunakan pada sintesis senyawa organik. Penyerapan selektif energi *microwave* oleh molekul polar dapat mempercepat terjadinya reaksi (Allami dkk., 2019). Radiasi *microwave* mewakili radiasi non-pengion yang berpengaruh pada gerakan molekul seperti migrasi ion atau rotasi dipol tanpa mengubah struktur molekulnya. Karena campuran minyak, metanol, dan kalium hidroksida mengandung baik komponen polar dan ionik, pemanasan cepat diamati pada iradiasi gelombang mikro, dan karena energi berinteraksi dengan sampel pada tingkat molekuler, pemanasan yang sangat efisien (Sagadevan dkk., 2021). Dibandingkan dengan metode konvensional, pemanasan dengan *microwave* lebih menguntungkan, karena pemanasan dengan metode konvensional dilakukan secara relatif lambat dan kurang efisien. Hal ini disebabkan oleh energi yang ditransfer ke sampel bergantung pada konduktivitas termal sampel dan arus konveksi. Tujuan penelitian adalah untuk

mempelajari pengaruh daya *microwave* terhadap sifat fisik biodiesel minyak ampas tahu.

METODE PENELITIAN

Peralatan dan Bahan

Alat. Satu set alat pemanas *microwave*, set alat ekstraksi sokhletasi dan peralatan gelas. Peralatan uji sifat fisik biodiesel dengan standar *American Standard for Testing Material* (ASTM). **Bahan.** ampas tahu, n-heksana metanol (Merk, 99,8%), H₂SO₄ (Merk) (95-97%), NaOH (Merk), KOH (Merk), dan Na₂SO₄ anhidrat.

Ekstraksi Minyak Ampas Tahu

Ampas tahu sebanyak 200g diekstrak dengan pelarut n-heksana dengan metode ekstraksi sokhletasi.

Esterifikasi Minyak Ampas Tahu

Sebanyak 10 g minyak hasil ekstraksi dari ampas tahu dicampur metanol. Jumlah minyak dengan metanol yang digunakan pada reaksi esterifikasi menggunakan perbandingan molar yaitu 1:15. Digunakan katalis homogen H₂SO₄ pada reaksi esterifikasi dari minyak ampas tahu. Jumlah katalis H₂SO₄ yang digunakan sebanyak 2% yang dihitung berdasarkan berat total minyak hasil ekstraksi dari ampas tahu dan metanol. Pada reaksi esterifikasi minyak hasil ekstraksi dari ampas tahu dan metanol digunakan daya *microwave* 600 watt. Pada reaksi esterifikasi dengan pemanasan *microwave* dilakukan dengan waktu reaksi yaitu 10 menit.

Penentuan Kadar FFA

Kadar FFA pada minyak hasil reaksi esterifikasi ditentukan dengan menambahkan sebanyak 10 mL metanol ke dalam 1 g minyak hasil esterifikasi. Campuran tersebut kemudian dipanaskan sampai suhu 45 °C. Pada campuran dilakukan titrasi dengan NaOH 0,1 M dan kadar FFA ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\% FFA = \frac{mLNaOH \times NNaOH \times BMasam lemak}{berat\ contoh \times 1000} \times 100\%$$

Reaksi Transesterifikasi

Sebanyak 15 gram minyak ampas tahu yang telah diesterifikasi, dicampur dengan metanol. Perbandingan mol minyak ampas tahu dengan metanol yaitu 1:12. Pada reaksi transesterifikasi digunakan katalis KOH sebanyak 5% dari berat total

minyak dan metanol. Pada reaksi transesterifikasi pemanasan dilakukan dengan variasi daya *microwave* yaitu 150, 300, 450, 600, dan 800 watt. Biodiesel yang telah dihasilkan berbagai daya *microwave* masing-masing dipisahkan dengan gliserol. Pada biodiesel dilakukan tahap pencucian dengan akuades panas. Tahap tersebut dilakukan bertujuan untuk melarutkan sisa gliserol. Kemudian pada biodiesel ditambahkan Na_2SO_4 anhidrat dengan tujuan untuk mengurangi air yang terkandung dalam biodiesel.

Uji Sifat Fisik Biodiesel

Uji sifat fisik biodiesel meliputi:

Densitas (*Specific Gravity*). Densitas minyak dapat ditentukan menggunakan hidrometer (ASTM D 1298). Uji densitas pada biodiesel dilakukan dengan cara menempatkan hidrometer yang mempunyai skala kerapatan relatif atau gravitasi API (*American Petroleum Institute gravity*) pada sampel yang akan diuji yang mempunyai temperatur tertentu kemudian ditentukan skala hidrometer yang dipotong oleh permukaan sampel. Skala yang terbaca pada hidrometer disubstitusi kedalam persamaan 1 sebagai berikut:

$$\text{Gravitasi API} = \frac{141,5}{S_{60/60^\circ\text{F}}} - 135 \text{ persamaan 1}$$

dimana $S_{60/60^\circ\text{F}}$ merupakan kerapatan relatif pada temperatur 60°F .

Viskositas kinematis (*Viscosity kinematic*). Viskositas kinematis biodiesel dapat ditentukan menggunakan viskometer untuk mengukur laju alir kecepatan sampel (IKU/5.4/TK-02). Pengukuran viskositas pada minyak bumi pada dasarnya merupakan pengukuran laju alir biodiesel yang mempunyai volume tertentu melalui pipa kapiler dengan viskometer pada temperatur tertentu (diukur pada temperatur 40°C). Selanjutnya viskositas dari sampel yang diukur dapat ditentukan berdasarkan persamaan 2 sebagai berikut:

$$v = C \times T \text{ persamaan 2}$$

dimana v = viskositas (cSt)

C = faktor koreksi viskometer

T = waktu alir (s)

Kadar air (*Water content*). Air yang terkandung dalam suatu bahan bakar minyak dapat diketahui berdasarkan metode uji ASTM D 95 dengan cara

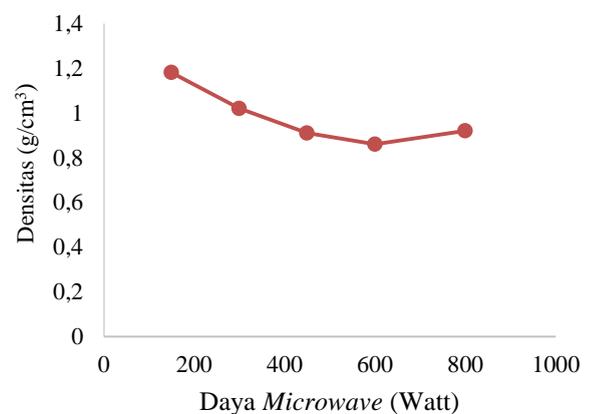
memasukkan sejumlah sampel bahan bakar dan pelarut yang jenuh air dengan volume yang sama dalam tabung sentrifugasi, kemudian diputar dengan kecepatan dan waktu tertentu. Setelah diputar dengan alat sentrifugasi, adanya air yang terkandung dipisahkan dan diukur volumenya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji sifat fisik biodiesel dilakukan dengan membandingkan biodiesel yang dihasilkan pada berbagai daya *microwave* dengan standar biodiesel SNI-04-7182-2006 yaitu nilai densitas ($60/60^\circ\text{F}$, g/cm^3), nilai viskositas kinematis (40°C , mm^2/s), dan nilai kadar air (% vol).

Pengaruh Daya *Microwave* Terhadap Densitas Biodiesel

Hasil uji densitas biodiesel dengan metode ASTM D 1298 menghasilkan nilai densitas biodiesel dari minyak ampas tahu pada range 0,86-1,12 g/cm^3 . Gambar 1. menunjukkan bahwa semakin besar daya *microwave*, densitas biodiesel semakin mendekati densitas minyak diesel. Densitas biodiesel yang diperoleh dengan pemanasan *microwave* pada daya 450, 600, dan 800 Watt sebesar 0,91; 0,86; dan 0,92 (g/cm^3). Nilai tersebut masuk kedalam standar minyak diesel berdasarkan SNI-04-7182-2006 yaitu 0,85-0,92 g/cm^3 .

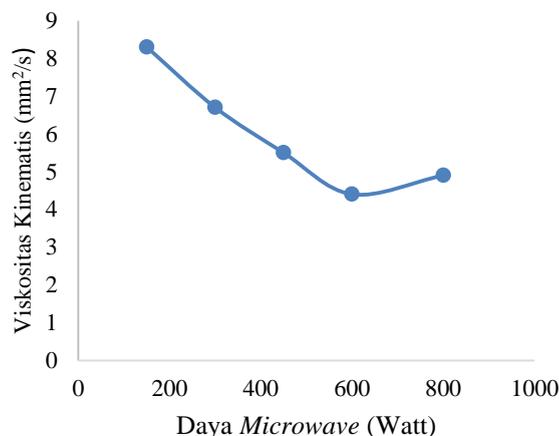


Gambar 1. Grafik hubungan antara daya *microwave* dengan densitas biodiesel

Pengaruh Daya *Microwave* Terhadap Viskositas Biodiesel

Viskositas kinematis merupakan salah satu parameter uji yang menunjukkan besarnya hambatan dari suatu bahan bakar untuk mengalir. Hasil pengujian viskositas kinematis dari biodiesel minyak ampas tahu dengan metode IKU/5.4/TK-02 pada range 4,4-8,3 mm^2/s . Biodiesel yang dihasilkan pada daya *microwave* 450, 600, dan 800 watt memiliki nilai viskositas kinematis yaitu 5,5; 4,4; 4,9 mm^2/s .

Nilai tersebut berada pada rentang nilai viskositas kinematis kelayakan biodiesel, yaitu pada rentang 2,3-6,0 mm²/s sesuai SNI-04-7182-2006. Gambar 2 menunjukkan semakin besar daya *microwave*, viskositasnya semakin mendekati viskositas minyak diesel. Viskositas biodiesel dapat diturunkan dengan penambahan *diluent* (pengencer) seperti etil astetoasetat karena etil astetoasetat mempunyai viskositas yang lebih kecil (1,63 mm²/s; 40 °C) dibandingkan viskositas biodiesel (Cao dkk., 2014). Nilai viskositas akan mempengaruhi pelumasan pada alat injeksi bahan bakar. Biodiesel dengan viskositas tinggi menyebabkan bahan bakar disemprotkan atau dikabutkan. Hal ini mengakibatkan hasil dari injeksi tidak berwujud kabut yang mudah menguap, tetapi cenderung membentuk tetesan bahan bakar yang sulit terbakar sehingga mempengaruhi kecepatan kerja alat injeksi bahan bakar.

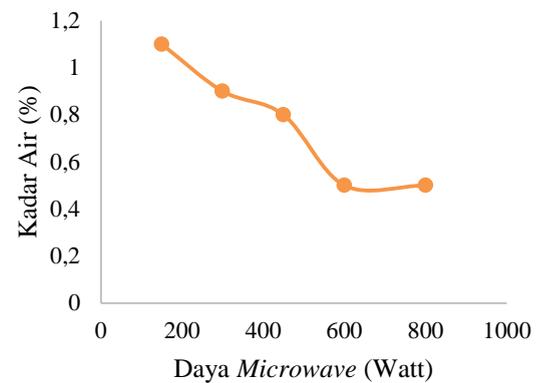


Gambar 2. Grafik hubungan antara daya *microwave* dengan viskositas kinematis biodiesel

Pengaruh Daya Microwave Terhadap Kadar Air Biodiesel

Gambar 3 menunjukkan semakin besar daya yang digunakan, kadar air pada biodiesel semakin menurun. Hasil uji kadar air biodiesel minyak ampas tahu berada pada rentang 0,5-1,1% vol. Nilai kadar air biodiesel minyak ampas tahu tersebut belum memenuhi standar SNI-04-7182-2006 yaitu kurang dari 0,05% vol. Hal ini terjadi karena kurangnya jumlah Na₂SO₄ yang ditambahkan untuk menyerap air yang terkandung di dalam biodiesel minyak ampas tahu. Menurut Suhartanta dan Arifin (2008) kadar air yang tinggi akan menyebabkan penyerapan energi cukup besar dalam proses pembakaran pada mesin sehingga energi panas yang dihasilkan dari proses

pembakaran semakin menurun.



Gambar 3. Grafik hubungan antar daya *microwave* dengan kadar air biodiesel

SIMPULAN

Hasil uji sifat fisik biodiesel menunjukkan bahwa biodiesel dari minyak yang ampas tahu yang dihasilkan pada pemanasan dengan daya *microwave* 450, 600, dan 800 watt memiliki nilai densitas yaitu 0,91; 0,86; 0,92 (g/cm³) dan viskositas kinematis yaitu 5,5; 4,4; 4,9 mm²/s yang telah memenuhi standar nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Allami, H. A. *et al.* (2019) 'Precise evaluation the effect of microwave irradiation on the properties of palm kernel oil biodiesel used in a diesel engine', *Journal of Cleaner Production*, 241, p. 117777. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.117777.
- Anggraini (2018) 'JURNAL INTEGRASI PROSES Website : <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jip> Limbah Ampas Tahu Sebagai Bahan Baku Untuk Produksi Biodiesel 1 Program Ji . Sambaliung No . 9 Kampus Gunung Kelua Samarinda , 75119 Telepon 0541-736834 Fax 0541-749315 * Email ', 7(1), pp. 13–19.
- Buchori, L. *et al.* (2012) 'Pengambilan Minyak Kedelai Dari Ampas Tahu Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel', *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 10(2), p. 49. doi: 10.14710/jil.10.2.49-53.
- Cao, L. *et al.* (2014) 'Ethyl acetoacetate: A potential bio-based diluent for improving the cold flow properties of biodiesel from waste cooking oil', *Applied Energy*, 114, pp. 18–21. doi: 10.1016/j.apenergy.2013.09.050.

- Nurfitri, I. *et al.* (2013) 'Potential of feedstock and catalysts from waste in biodiesel preparation: A review', *Energy Conversion and Management*, 74, pp. 395–402. doi: 10.1016/j.enconman.2013.04.042.
- Qadariyah, L. *et al.* (2017) 'The effect of microwave power on the production of biodiesel from nyamplung', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 101(1). doi: 10.1088/1755-1315/101/1/012016.
- Sagadevan, S., Yahya, A. and Fatimah, I. (2021) 'Microwave and Ultrasound Irradiations for the Intensification on Biodiesel Productions: a Mini Review', *EKSAKTA: Journal of Sciences and Data Analysis*, 2(2), pp. 124–135. doi: 10.20885/eksakta.vol2.iss2.art6.
- Sajjadi, B., Aziz, A. R. A. and Ibrahim, S. (2014) 'Investigation , modelling and reviewing the effective parameters in microwave-assisted transesterification', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 37, pp. 762–777. doi: 10.1016/j.rser.2014.05.021.
- Suhartanta dan Arifin Z., 2008, Pemanfaatan Minyak Jarak Pagar sebagai Bahan Bakar Alternatif Mesin Diesel, *J. Penelt. Saint.*, 13, 19-46
- Suryanto, A., Suprpto, S. and Mahfud, M. (2015) 'The Production of Biofuels from Coconut Oil Using Microwave', *Modern Applied Science*, 9(7), p. 93. doi: 10.5539/mas.v9n7p93.