

Artikel Riset

## Pengolahan Limbah Ikan Menjadi Biodiesel dengan Radiasi Mikrogelombang

Shintawati Dyah Purwaningrum<sup>1\*</sup>, Sukaryo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pandanaran, Jl Banjarsari Barat 1 Semarang Indonesia 50271

\*Penulis korespondensi, e-mail: [shintawatidp@unpand.ac.id](mailto:shintawatidp@unpand.ac.id)

---

### Abstrak

Limbah ikan diketahui masih mengandung minyak dalam jumlah yang cukup besar, sehingga perlu dilakukan pengolahan menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat, salah satunya biodiesel. Langkah pertama dalam pembuatan biodiesel yaitu pengambilan minyak dari limbah ikan dengan cara pengukusan, kemudian dianalisa kadar asam lemak bebas. Proses dilanjutkan dengan esterifikasi karena nilai FFA diatas 1%, dengan waktu reaksi 15 menit dan daya *microwave* sebesar 450 watt. Reaksi esterifikasi dan transesterifikasi berlangsung di dalam *microwave* yang dimodifikasi. Penelitian ini menggunakan variabel bebas berupa variasi daya mikrogelombang (*microwave*) 300, 450, 600 dan 800 watt dan perbandingan banyaknya minyak dengan pelarut methanol 1:6, 1:12, 1:18, 1:24. Rendemen tertinggi diperoleh pada variable perbandingan reaktan 1:18 dan daya *microwave* 600 watt sebesar 97%, sedangkan rendemen terendah ditemukan pada variable 1:6 dengan daya gelombang *microwave* 300 watt sebesar 88%. GC-MS digunakan untuk mengetahui apakah terbentuk metil ester pada biodiesel atau tidak. Metil ester yang terkandung berupa asam stearat dengan luas area sebesar 21%. Analisis karakteristik biodiesel densitas sebesar 863 kg/m<sup>3</sup>, viskositas 3,12 mm<sup>2</sup>/s, angka setana sebesar 55,72. Dari beberapa uji karakteristik biodiesel limbah ikan masuk dalam syarat biodiesel Standar Nasional Indonesia. Pengujian kadar air menunjukkan angka yang masih tinggi di atas batas yang ditetapkan SNI yaitu sebesar 0,80 %.

**Kata Kunci:** proses; limbah ikan; biodiesel; *microwave*

### Abstract

*The fish waste contains a lot of oil, so there needs to be a way to treat fish waste to be more useful. One way that can be done is to process it into biodiesel. Biodiesel production begins with taking oil from fish waste by steaming, fish waste oil was analyzed for free fatty acid levels, and obtained by 1.8%. The process was continued with esterification because the FFA value was above 1%, with a reaction time of 15 minutes and a 450watt microwave power. The esterification and transesterification process were carried out in a modified microwave. This study uses a variable change in the form of micro-wave (microwave) power variations of 300, 450, 600 and 800 watts and the ratio of moles of oil to methanol 1: 6, 1:12, 1:18, 1:24. The highest yield obtained by Biodiesel in reactant ratio 1:18 variable and 600 watt microwave power by 97%, while the lowest yield in variable 1: 6 with 300 watt microwave wave power by 88%. Biodiesel from fish waste produced was analyzed using GC-MS to determine the formation of methyl esters. The methyl esters contained in the form of stearic acid with an area of 21%. Analysis of the characteristics of biodiesel*

density was  $863 \text{ kg/m}^3$ , viscosity was  $3.12 \text{ mm}^2/\text{s}$ , cetane number was 55.72. From several characteristics test of biodiesel, fish waste is included in the biodiesel requirements of the Indonesian National Standard. Testing the water content is still high above the limit set by SNI biodiesel which is equal to 0.80%.

**Keywords:** processing, fish waste, biodiesel, microwave

---

## 1. Pendahuluan

Limbah ikan yang tidak diolah dengan baik akan menyebabkan adanya pencemaran bau akibat proses dekomposisi protein ikan. Limbah ikan dapat dimanfaatkan kembali karena mengandung lemak atau minyak yang cukup tinggi. Salah satu pemanfaatan limbah ikan agar mempunyai nilai ekonomi yang lebih tinggi adalah dengan cara mengubah limbah ikan tersebut menjadi biodiesel. Pengembangan bioenergi atau energi hijau seperti biodiesel dapat mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi konvensional.

Penggunaan bahan bakar fosil akhir-akhir ini terus meningkat terutama sebagai bahan bakar kendaraan bermotor. Data Tahun 2008 menunjukkan banyaknya kendaraan bermotor yang ada di Indonesia sudah mencapai 65 juta buah atau mengalami kenaikan sekitar 11,5% dari tahun sebelumnya (BPS, 2010). Cadangan bahan bakar fosil sebagai sumber utama energi di Indonesia diperkirakan akan segera habis. Menurut Peraturan Pemerintah No. 79 Tahun 2014 tentang (KEN) Kebijakan Energi Nasional, menyatakan bahwa untuk mencapai bauran energi primer yang optimal diperlukan perubahan energi baik energi baru maupun energi terbarukan (EBT) sebesar 23% di Tahun 2025. Implikasi kebijakan tersebut diperlukan untuk percepatan dalam pengembangan EBT (Sugiyono, 2016). Beberapa upaya telah dilakukan dalam menghadapi krisis energi bahan bakar minyak diantaranya memanfaatkan batu bara, sumber energi matahari, dan mengembangkan beberapa bahan bakar dari berbagai sumber daya alam yang dapat diperbaharui meskipun sebatas penelitian.

Biodiesel merupakan bahan bakar mesin diesel alternatif dapat diperoleh dari minyak tumbuhan, lemak binatang melalui proses transesterifikasi dengan alkohol. Biodiesel memberikan sedikit polusi dibandingkan bahan bakar petroleum. Biodiesel terdiri atas metil atau etil ester hasil transesterifikasi baik trigliserida atau esterifikasi dari asam lemak bebas (Leung dkk., 2010). Biodiesel yang berasal dari minyak ikan mempunyai kualitas lebih baik dibandingkan dengan biodiesel dari produk tumbuhan. Biodiesel yang diperoleh dari minyak ikan menghasilkan emisi gas buang kecil dibandingkan dengan biodiesel dari tumbuhan (Molin & Ledebjer, 2009).

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh daya mikrogelombang (*microwave*) terhadap rendemen biodiesel berbagai variabel perbandingan volume antara minyak limbah ikan dengan pelarut methanol menggunakan katalis KOH dan waktu reaksi 40 menit pada pembuatan biodiesel dengan menggunakan *microwave* serta untuk mengetahui senyawa yang terdapat dalam biodiesel tersebut.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan alat utama berupa reaktor dari *microwave* yang dimodifikasi. Desain rangkaian alat esterifikasi dan transesterifikasi menggunakan mikrogelombang (*microwave*) dapat dilihat pada **Gambar 1**. Alat penunjang lain yaitu; labu leher tiga, kondensor, klem, statif, corong pisah, beker gelas 250 ml, erlenmeyer 250 ml, oven. Bahan yang digunakan diantaranya adalah limbah ikan yang berasal dari pedagang ikan di pasar tradisional Mranggan, Kabupaten Demak, Jawa Tengah, methanol (teknis) dan KOH (Merck).

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen laboratorium. Produksi biodiesel diawali dengan pengambilan minyak dari limbah ikan yang dicacah dengan mesin pencacah daging kemudian diekstraksi dengan cara dikukus untuk pengambilan minyak selama 30 menit. Minyak limbah ikan dipisahkan dari pengotor dan air, kemudian dianalisis bilangan asam lemak bebas yang terkandung di dalamnya. Produksi biodiesel diawali dengan proses esterifikasi dengan katalis asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) selama 15 menit dengan daya *microwave* 450 watt. Reaksi dilanjutkan dengan tahap transesterifikasi

dalam *microwave* dengan variasi daya gelombang 300, 450, 600 dan 800 watt. Variasi perbandingan reaktan minyak limbah ikan dengan methanol adalah 1:6, 1:12, 1:18 dan 1:24. Tahap transesterifikasi digunakan katalis KOH dengan waktu reaksi selama 40 menit. Biodiesel yang diperoleh kemudian dipisahkan (lapisan atas berupa biodiesel dan lapisan bawah gliserol). Lapisan biodiesel dicuci dengan aquadest 40°C, kemudian di oven dalam waktu 20 menit guna menurunkan kadar air.



**Gambar 1.** Rangkaian Alat Esterifikasi dan Transesterifikasi menggunakan Mikrogelombang (Microwave)

### 3. Hasil dan Pembahasan

Minyak limbah ikan yang diperoleh memiliki angka asam 0,52 mg KOH/g dan kadar asam lemak bebas sebesar 1,8 %. Dari data tersebut kemudian dilakukan proses esterifikasi dengan katalis asam sebelum dilakukan proses transesterifikasi untuk menurunkan kadar FFA kurang dari 1 % (Prawitasari, 2006). Kadar asam lemak bebas yang diperbolehkan dalam katalis basa adalah kurang dari 1% setara dengan 2 mg KOH/gr sampel (Berios, 2007). Tiwari (2007) menyatakan bahwa kadar asam lemak bebas minyak di atas 2% akan mengurangi prosentase rendemen yang telah dihasilkan dan akan meningkatkan pembentukan sabun yang akan menyulitkan proses pemisahan biodiesel dengan gliserol. Penurunan kadar FFA juga dimaksudkan untuk mencegah terjadinya reaksi penyabunan yang membentuk emulsi dan busa sehingga sulit untuk dilakukan pemisahan (Prawitasari, 2006). Terbentuknya sabun dalam jumlah besar dapat mengganggu proses pemisahan gliserol dari biodiesel dan mengakibatkan terbentuknya emulsi ketika proses pencucian (Hikmah, 2010). Setelah dilakukan esterifikasi kadar asam lemak bebas turun menjadi 0,86%.

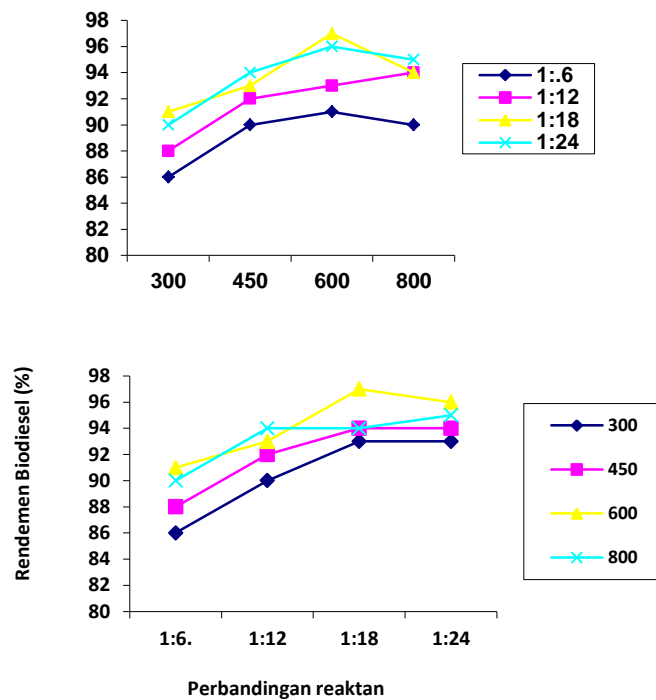
#### 3.1. Pengaruh Perbandingan Daya Microwave terhadap Rendemen Biodiesel

Produksi biodiesel dilakukan dengan variasi perbandingan minyak limbah ikan dengan methanol sebesar 1:6; 1:12; 1:18 dan 1:24. Dengan variable daya gelombang 300, 450, 600 dan 800 watt. Pengaruh perbandingan daya microwave terhadap rendemen biodiesel dapat dilihat pada **Gambar 2**. **Gambar 2** menjelaskan bahwa semakin tinggi daya *microwave* yang digunakan semakin tinggi pula rendemen yang diperoleh. Daya *microwave* berpengaruh terhadap rendemen biodiesel. Rendemen biodiesel tertinggi diperoleh pada daya gelombang 600 watt dengan presentase sebesar 97%. Sedangkan, rendemen terendah pada daya gelombang 300 watt sebesar 86%. Hal ini disebabkan radiasi yang dihasilkan *microwave* dengan daya rendah belum mampu mendorong reaksi membentuk biodiesel secara maksimal sehingga rendemen biodiesel yang dihasilkan rendah (Haryanto dkk., 2015). Handayani SP (2010) dalam penelitiannya dapat menghasilkan biodiesel dengan konversi 70% pada daya microwave 300 watt dengan katalis basa homogen.

#### 3.2. Pengaruh Perbandingan Reaktan terhadap Rendemen Biodiesel

Pengaruh perbandingan reaktan terhadap rendemen biodiesel disajikan pada Gambar 4. Perbandingan reaktan yang digunakan adalah 1:6; 1:12; 1:18 dan 1:24. Penelitian produksi biodiesel dari limbah ikan ini menggunakan pelarut dari methanol karena menurut Plentz dkk. (2006) pemilihan

methanol dibanding jenis alkohol lainnya dipandang lebih menguntungkan karena reaksi transesterifikasi menggunakan methanol berjalan lebih cepat dibanding menggunakan pelarut etanol.



**Gambar 2.** Pengaruh Perbandingan Daya Microwave terhadap Rendemen Biodiesel

Menurut grafik hasil penelitian pada **Gambar 2**, terlihat bahwa titik tertinggi rendemen berada pada perbandingan reaktan 1:18 pada daya gelombang 600 watt. Rendemen yang diperoleh pada titik tersebut mencapai 97 %. Kenaikan hasil rendemen berbanding lurus pada kenaikan perbandingan reaktan. Semakin banyak pelarut methanol yang digunakan menjadikan konversi reaksi menjadi semakin besar, hal ini disebabkan penambahan pelarut methanol berlebih akan mengalihkan kesetimbangan reaksi ke arah hasil sehingga hasil rendemen biodiesel meningkat (Wang dkk, 2006).

Pada daya 800 watt dengan perbandingan reaktan 1:24 jumlah rendemen biodiesel mengalami kenaikan, pada perbandingan ini merupakan titik tertinggi rendemen yang diperoleh pada daya microwave 800 watt sebesar 95%. Pada daya 450 watt dan 300 watt dengan perbandingan reaktan 1:24 rendemen yang dihasilkan tidak mengalami kenaikan masih sama dengan rendemen pada perbandingan reaktan 1:18. Pada variasi daya microwave 600 watt mengalami penurunan rendemen dari 97% pada titik perbandingan reaktan 1:18 menjadi 95% pada titik perbandingan 1:24. Hal ini disebabkan methanol bertindak sebagai emulsifier dalam campuran reaksi. Methanol yang berlebih menyebabkan gliserol terlarut dalam methanol dan akan menghambat proses reaksi transesterifikasi.

Penggunaan methanol berlebih dinilai tidak ekonomis karena akan memerlukan tambahan biaya untuk memisahkan methanol dari campuran reaksi agar dapat digunakan kembali (Herry dkk, 2013). Selain air yang terkandung di dalam methanol, keberadaan air juga menghambat terjadinya reaksi, karena adanya air yang ada dalam reaktor akan menghidrolisis metil ester yang telah dihasilkan (Prihandan, 2006). Hasil penelitian meunjukkan bahwa rendemen terendah yang diperoleh terdapat pada titik perbandingan reaktan 1:6 dengan daya *microwave* 300 watt yaitu sebesar 86%.

### 3.3. Mutu Biodiesel

Biodiesel yang diperoleh dari reaksi transesterifikasi kemudian dilakukan uji karakteristik sifat fisika. Perbandingan hasil karakteristik sifat fisika biodiesel limbah ikan dengan biodiesel Standar Nasional Indonesia dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Perbandingan Hasil Karakteristik Sifat Fisika Biodiesel Limbah Ikan dengan Biodiesel Standar Nasional Indonesia

Parameter	SNI	Hasil penelitian
Massa Jenis pada 40°C, Kg/m <sup>3</sup>	850-890	853
Viskositas pada 40°C, mm <sup>2</sup> /s	2,3-6,0	3,12
Angka asam	Maks 0,80	0,50
Angka setana	Min 51	55,72

Dari Tabel 1 dapat dilihat sifat fisika biodiesel masih berada pada kisaran spesifikasi SNI, dan memenuhi sebagai syarat standar biodiesel. Biodiesel pada titik proses dengan perbandingan reaktan 1:18, daya mikrogelombang (*microwave*) 600 watt, dan waktu pemanasan 40 menit dianalisis menggunakan kromatografi gas-spectrometer massa (GCMS) untuk mengetahui komponen penyusun biodiesel. Komponen penyusun biodiesel berbahan limbah ikan disajikan dalam **Tabel 2**. **Tabel 2** menunjukkan komponen utama penyusun biodiesel dari limbah ikan berupa metil ester palmitat dan metil ester stearat. Kromatogram hasil analisa terdapat 2 puncak yang teridentifikasi sebagai metil ester. Puncak yang keluar terlebih dahulu merupakan metil ester palmitat yang memiliki rantai karbon dan titik didih yang lebih pendek dari metil ester stearat.

**Tabel 2.** Komponen Penyusun Biodiesel Berbahan Limbah Ikan

Peak	Run Time (mnt)	Luas Area (%)	Senyawa
1	38,785	21,38	Metil ester palmitat
3	42,768	31,68	Metil ester stearat

#### 4. Kesimpulan

Jumlah timbulan limbah ikan dapat dikurangi dengan mengubahnya menjadi biodiesel. Radiasi gelombang *microwave* dapat digunakan untuk memproduksi biodiesel. Penggunaan *microwave* dalam produksi biodiesel limbah ikan dengan daya gelombang 600 watt dapat menghasilkan rendemen sebesar 97%. Berdasarkan variasi perbandingan reaktan didapatkan perbandingan reaktan 1:18 menghasilkan rendemen biodiesel 97 % dengan waktu operasi 40 menit. Karakteristik biodiesel limbah ikan telah memenuhi syarat karakteristik biodiesel SNI (Standar Nasional Indonesia). Senyawa yang teridentifikasi dalam analisa GCMS berupa asam palmitat dan asam stearat.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset dan Teknologi Pendidikan Tinggi atas bantuan dana yang diberikan melalui program Hibah Penelitian Dosen Pemula Tahun Anggaran 2018 Tahun Pelaksanaan 2019 dengan no kontrak penelitian 017/L6/SP2H/PENELITIAN/2019 sehingga pelaksanaan penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan lancar

#### Daftar Pustaka

- Berios, M., dan Skelton, R.L. 2008. Comparison of Purification Methods for Biodiesel, 144, 459-465
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2010. Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis. [http://www.bps.go.id/tab\\_sub/view.php.tabel](http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php.tabel).
- BP Statistical Review 2015. 2015. Pasar Energi di Indonesia 2014 [Internet]. [Diunduh 2018 Apr 14]. Tersedia pada: <http://www.migasreview.com>
- Handayani, S.P. 2010. Pembuatan Biodiesel dari Minyak Ikan dengan Radiasi Gelombang Mikro. Skripsi Jurusan FMIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta
- Haryanto, A., Silviana, U., Triyono, S., Prabawa, S. 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 (2), 234-240.

- Hikmah, M.N., Zuliyana, 2010, Pembuatan Metal Ester (Biodiesel) dari Minyak Dedak dan Methanol dengan Proses Esterifikasi dan Transesterifikasi, Skripsi, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UNDIP. Semarang
- Leung, D.Y.C., Wu, X. & Leung, M.K.H. 2010. A review On Biodiesel Production Using Catalyzed Transesterification. *Applied Energy*, 87 (4), 1083-1095.
- Molin, J and Ledebjer, S. 2009. Evaluation of Biodiesel As Heating Fuel. *Linkopings Universitet, Linkoping*, 14-17.
- Plentz, S. M., Meneghetti, M. R., Wolf, C. R., Silva, E. C., Lima, G. E. S., De Lira Silva L. 2006. Biodiesel from Castor Oil: a Comparison of Ethanolysis Versus Methanolysis. *Energy Fuel*, 20, 2262-2265
- Pradhan. S., Madankar. C. S., Mohanty. P., Naik. S. N. 2012 Optimization of Reactive Extraction of Castor Seed to Produce Biodiesel using Response Surface Methodology. *Applied Biochem Biotechnol*, 156, 1-11
- Prawitasari, T. 2006. Status Pengembangan Tanaman Bioenergi Berbasis Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn) Sebagai Bahan Baku Biodiesel. Fakultas Pertanian. ITB.
- Sugiyono, A. 2016. Konsep Dana Ketahanan Energi. Prosiding Seminar Inovasi Teknologi untuk Mendukung Kemandirian Energi Nasional (2016 Des). Jakarta
- Wang, Yong, dkk. 2006. Comparison Of Two Different Processes To Synthesize Biodiesel By Waste Cooking Oil. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 252, 107-112.