

## PENGARUH JARAK TRANSDUSER PADA PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH BERBANTUKAN ULTRASONIK

Muhammad Ardycha Yudha Ramadhani <sup>1)</sup>, Wempi Prayogo <sup>2)</sup>, Tiara Priscilla <sup>1)</sup>,  
Nikmah Nurjannah <sup>1)</sup>, Faris Achmad Parmadi <sup>1)</sup>, dan Zainal Arifin<sup>2)</sup>

<sup>1</sup>Prodi D4 Teknologi Kimia Industri, Politeknik Negeri Samarinda, Jalan Dr. Ciptomangunkusumo, Kampus Gunung Panjang, Samarinda, 75131

<sup>2</sup>Prodi D3 Petro dan Oleo Kimia, Politeknik Negeri Samarinda, Jalan Dr. Ciptomangunkusumo, Kampus Gunung Panjang, Samarinda, 75131

E-mail: [zainalarifin@polnes.ac.id](mailto:zainalarifin@polnes.ac.id)

### Abstract

Ultrasound-assisted transesterification have been widely used in biodiesel production, since the phenomena of acoustic cavitation has the ability to accelerate the transesterification reactions. This method offers a faster and low energy process compared to conventional. This paper presented the effect of ultrasonic transducer distances on the yield of biodiesel from used cooking oil. The independent variable was the ultrasonic transducer distance (2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm, and 6 cm). A mixture of 100 mL of used cooking oil with 141,82 mL of methanol and 0,2694 grams of NaOH was put into an erlenmeyer placed in the ultrasonic reactor. Switch on the ultrasonic generator and set the reaction time to 15 minutes. After completion of the reaction process, the mixture was separated in a separating funnel. The biodiesel obtained is then washed and dried. The yield of biodiesel was calculated as the ratio between the weight of biodiesel obtained and the weight of used cooking oil. The results obtained, the optimum transducer distance is 4 cm from the sample with a biodiesel yield of 94,26%.

**Keywords:** *biodiesel, transesterification, ultrasonic, used cooking oil, yield*

### Abstrak

Transesterifikasi berbantuan ultrasonik banyak digunakan untuk produksi biodiesel, karena fenomena kavitasi yang dapat mempercepat laju reaksi. Metode ini menawarkan proses yang lebih cepat dan rendah energi dibandingkan dengan metode konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh jarak transduser ultrasonik terhadap yield biodiesel dari minyak jelantah. Variabel berubah yang digunakan adalah jarak transduser ultrasonik (2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm, dan 6 cm). Campuran minyak jelantah sebanyak 100 mL dengan 141,82 mL metanol dan 0,2694 gram NaOH dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang diletakkan pada reaktor ultrasonik. Selanjutnya menyalakan pembangkit ultrasonik dan mengatur waktu reaksi selama 15 menit. Setelah selesai proses reaksi, campuran dipisahkan dalam corong pisah. Biodiesel yang diperoleh kemudian dicuci dan dikeringkan. Yield biodiesel dihitung sebagai perbandingan antara berat biodiesel yang diperoleh dengan berat minyak jelantah. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh, jarak transduser optimum yaitu 4 cm dari sampel dengan yield biodiesel yang dihasilkan 94,26%.

**Kata Kunci:** *biodiesel, minyak jelantah, transesterifikasi, ultrasonik, yield*

## PENDAHULUAN

Biodiesel adalah jenis bahan bakar nabati yang diproduksi dari bahan baku, seperti lemak hewani, minyak nabati, dan minyak limbah. Biodiesel memiliki jejak karbon yang lebih rendah dibandingkan dengan solar, dengan perkiraan yang menunjukkan bahwa biodiesel dapat mengurangi emisi gas rumah kaca sebanyak 86% (Knothe, 2010). Selain itu, biodiesel telah terbukti memiliki kinerja mesin dan penghematan bahan bakar yang sebanding dengan diesel, menjadikannya sumber bahan bakar pengganti yang tepat (Demirbas, 2009).

Potensi biodiesel sebagai bahan bakar terbarukan telah diakui oleh pemerintah dan industri di seluruh dunia. Sebagai contoh, Uni Eropa telah menetapkan target energi terbarukan untuk transportasi pada tahun 2030, dengan penekanan khusus pada penggunaan bahan bakar nabati seperti biodiesel (European Commission, 2023). Demikian pula, Amerika Serikat telah menetapkan target 36 miliar galon bahan bakar nabati pada tahun 2022, dengan biodiesel memainkan peran penting dalam mencapai target ini. Di Indonesia, menurut Kementerian ESDM (2017), target konsumsi bahan bakar nabati adalah 25% dari total bauran energi Indonesia pada tahun 2025. Sementara itu, kebijakan energi nasional mengamanatkan penggunaan campuran biodiesel dalam bahan bakar transportasi dengan target 30 biodiesel (B30) pada tahun 2020, yang kemudian ditingkatkan menjadi B40 pada tahun 2030. Selain itu, pemerintah juga telah menetapkan target produksi biodiesel dengan target 3,3 juta kiloliter pada tahun 2025.

Produksi biodiesel skala besar sangat terhambat oleh biaya proses. Pada proses produksi biodiesel, pemilihan jenis reaktor yang digunakan serta bahan baku sangat penting untuk menghasilkan jumlah biodiesel yang maksimal dan efisien. Reaktor transesterifikasi adalah tempat biodiesel dibuat. Distilasi reaktif, reaktor membran, reaktor plasma katalitik hibrida, reaktor alir tangki berpengaduk, reaktor batch, kolom gelembung, reaktor fixed bed, dan mikrokanal adalah beberapa jenis reaktor biodiesel (Tabatabaei et al., 2019). Dalam beberapa tahun terakhir, telah banyak kemajuan dalam proses dan teknologi produksi biodiesel, pengembangan bahan baku baru, dan optimasi kondisi operasi untuk meningkatkan yield dan efisiensi.

Biodiesel dari minyak jelantah dapat dihasilkan melalui berbagai cara, salah satunya adalah menggunakan metode konvensional dengan pengadukan dan pemanasan. Namun terdapat beberapa kekurangan pada pembuatan biodiesel dengan metode konvensional antara lain, waktu reaksi yang terlalu lama dan penggunaan katalis berlebih.

Metode konvensional membutuhkan waktu reaksi 60 menit untuk menghasilkan nilai konversi sebesar 20% sedangkan dengan metode gelombang ultrasonik dapat dihasilkan nilai konversi sebesar 90% (Putri et al., 2012).

Metode gelombang ultrasonik dapat mengatasi kekurangan yang terdapat pada metode konvensional. Metode gelombang ultrasonik tidak membutuhkan pemanasan dengan katalis yang banyak sehingga dapat menekan biaya produksi biodiesel (Aisyah et al., 2018). Teknologi proses produksi biodiesel berbantuan ultrasonik dapat mempercepat laju reaksi transesterifikasi (Tabatabaei et al., 2019). Kecepatan reaksi transesterifikasi dapat ditingkatkan hingga seratus kali lipat akibat adanya efek kavitas ultrasonik. Sehingga, konversi biodiesel yang lebih tinggi dapat diperoleh dalam waktu yang lebih singkat (Oliveira et al., 2018).

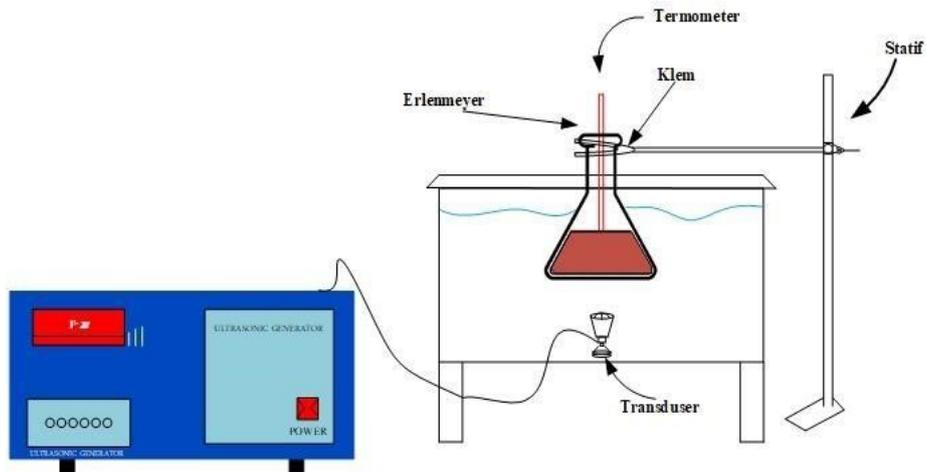
Pada tulisan ini dibahas pengaruh jarak transduser ultrasonik pada produksi biodiesel dari minyak jelantah. Jarak antara transduser ultrasonik dengan campuran reaksi dapat mempengaruhi efisiensi produksi biodiesel. Penelitian menunjukkan bahwa jarak yang terlalu dekat atau terlalu jauh dapat mengurangi efek kavitas ultrasonik, yang pada gilirannya mempengaruhi kinetika reaksi dan transfer massa (Fajar dan Widayati, 2011). Jarak transduser juga dapat mempengaruhi intensitas kavitas yang dihasilkan. Jarak yang optimal dapat menghasilkan kavitas yang lebih kuat, yang pada gilirannya meningkatkan efisiensi produksi biodiesel (Izza, 2011).

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Dasar, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda pada bulan Mei-Agustus 2023. Bahan yang digunakan antara lain: reaktor ultrasonik dengan frekuensi 28 kHz 100 Watt, alat gelas (beaker glass, gelas ukur, gelas arloji, dan corong pisah), sarung tangan, timbangan digital, hot plate, dan batang pengaduk. Sedangkan bahan yang digunakan adalah minyak jelantah, katalis NaOH, akuades, metanol. Variabel tetap digunakan rasio molar alkohol terhadap minyak 10:1, konsentrasi katalis 0,1%, dan waktu reaksi 15 menit. Sedangkan jarak transduser (2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm, dan 6 cm) dan yield biodiesel sebagai variabel berubah dan variabel respon.

Sejumlah 100 mL minyak jelantah dimasukkan ke dalam reaktor ultrasonik *bath* transduser tunggal (Gambar 1) kemudian ditambahkan campuran 141,82 mL metanol dan 0,2694 gram NaOH. Selanjutnya menyalakan *ultrasonic generator* dan mengatur waktu

reaksi 15 menit. Setelah selesai proses reaksi, campuran didiamkan selama 24 jam di dalam corong pisah sehingga terpisah antara biodiesel dengan gliserol. Biodiesel yang diperoleh kemudian dicuci menggunakan akuades pada suhu 80°C dengan perbandingan 1:1. Pencucian dihentikan bila pH akuades cucian diantara 6,8 – 7,2. Setelah itu biodiesel didiamkan selama 24 jam untuk memisahkan antara akuades dan biodiesel. Pada tahap akhir, biodiesel dipanaskan pada suhu 100°C selama 20 menit. Yield biodiesel dihitung untuk mendapatkan jarak transduser yang paling optimal.



Gambar 1. Skema reaktor ultrasonik transduser tunggal

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, minyak jelantah sebagai bahan baku diperoleh dari UMKM amplang di sekitar Samarinda. Sebelum digunakan, dilakukan karakterisasi terhadap minyak jelantah untuk mengetahui sifat fisik dan kimianya. Tabel 1 berikut adalah hasil karakterisasi minyak jelantah.

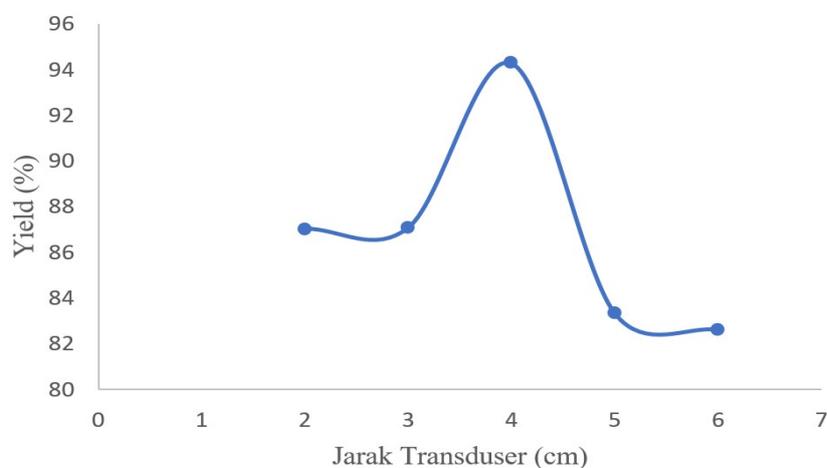
Tabel 1.  
Karakteristik Minyak Jelantah

Parameter	Satuan	Hasil
Kadar air	mg/kg	276,06
Viskositas kinematis @40°C	cSt	42,3
Total bilangan asam	mg KOH/g	0,80
Angka penyabunan	mg KOH/g	92,465
Kadar asam lemak bebas	%	0,37

Salah satu parameter yang penting pada minyak jelantah agar dapat digunakan langsung untuk reaksi transesterifikasi adalah kadar asam lemak bebas. Pada tabel 1 terlihat kadar asam lemak bebas minyak jelantah adalah 0,37%. Berdasarkan beberapa

penelitian, kadar asam lemak bebas pada minyak jelantah yang digunakan untuk transesterifikasi sebaiknya di bawah 5% agar tidak terjadi penyabunan pada produk biodiesel yang dihasilkan (Busyairi dkk., 2020). Bahkan ada yang menyatakan bahwa kandungan asam lemak bebas tidak boleh lebih dari 0,5% berat karena selain dapat mengakibatkan pembentukan sabun, juga menyulitkan pemisahan antara gliserol dengan campuran akil ester, sehingga biaya pemisahan menjadi tinggi (Ma dan Hana, 1999). Pada penelitian ini, minyak jelantah dapat langsung direaksikan dengan alkohol dan katalis basa (NaOH) melalui transesterifikasi.

Gelombang ultrasonik yang dipancarkan oleh transduser memiliki kekuatan yang tidak seragam ketika melalui cairan, oleh sebab itu dilakukan penentuan jarak untuk mengetahui jarak optimum transduser dengan sampel dan mengetahui pengaruhnya terhadap nilai yield transesterifikasi biodiesel dari minyak jelantah. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh jarak transduser optimum yaitu 4 cm dari sampel dengan yield biodiesel yang dihasilkan 94,26% (Gambar 2). Jarak transduser yang optimal dapat menghasilkan kavitasi yang lebih merata, yang meningkatkan efisiensi pengolahan material (Cheeke, 2002). Jarak transduser optimal juga berpengaruh pada posisi amplitudo yang maksimum dalam membentuk energi kavitasi yang besar sehingga akan menghasilkan gelombang yang keras dan berkecepatan tinggi untuk memecah dinding sel minyak jelantah. Fenomena kavitasi menyebabkan penetrasi larutan metoksi ke dalam minyak jelantah menjadi lebih efisien sehingga akan menghasilkan lebih banyak pelepasan sel minyak ke dalam media massa dan bereaksi menghasilkan ester (biodiesel).



Gambar 2. Pengaruh jarak transduser terhadap yield

## SIMPULAN

Jarak transduser berpengaruh pada perolehan nilai yield biodiesel. Jarak transduser optimum yaitu 4 cm dari sampel dengan yield biodiesel yang dihasilkan 94,26%. Berdasarkan hasil penelitian ini, perlu dilakukan pengujian sifat fisik dan kimia terhadap biodiesel yang diperoleh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, Riskayanti, Novianty, I., Sjamsiah, Ilyas, A., & St, C. (2018). Produksi Etil Ester dari Minyak Dedak Padi (*Oryza sativa*) Menggunakan Reaktor Ultrasonik. *Al Kimia*, 6(1), 34–45.
- Busyairi, M. Muttaqin, A.Z., Meicahyanti, I., dan Saryadi. (2020). Potensi Minyak Jelantah Sebagai Biodiesel dan Pengaruh Katalis Serta Waktu Reaksi Terhadap Kualitas Biodiesel Melalui Proses Transesterifikasi. *Serambi Engineering*. 5. 933940.
- Cheeke, J.D.N. (2002). *Fundamentals and Applications of Ultrasonic Waves*. CRC Press. USA.
- Demirbas, A. (2009). Progress and recent trends in biodiesel fuels. *Energy Convers. Manag.* 50. 14–34.
- European Commission. (2021). Renewable Energy in the Transport Sector. [Online]. [https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy-transport\\_en](https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy-transport_en). [diakses:15Sep-2023].
- Fajar, B. dan Widayati, E. (2011). Investigasi Pengaruh Kavitasasi Ultrasonik Pada Transesterifikasi Biodiesel (Skala Lab) Untuk Pengembangan Ultrasonik Mobile Reactor. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*. 2. A7-A12.
- Izza, N. (2011). Aplikasi Gelombang Ultrasonik Pada Proses Pengolahan Biodiesel Berbahan Baku Jarak Pagar (*Jatropha curcas L.*). *Skripsi SI*. DOI:10.13140/RG.2.1.4579.2488
- Kementerian ESDM. (2017). Kebijakan Energi Nasional. [Online]. [https://www.esdm.go.id/assets/media/content/utama/Kebijakan\\_Energi\\_Nasional\\_2017.pdf](https://www.esdm.go.id/assets/media/content/utama/Kebijakan_Energi_Nasional_2017.pdf). [diakses: 18-Sep-2023].
- Knothe, G. (2010). Biodiesel and renewable diesel: A comparison. *Prog. Energy Combust. Sci.* 36. 364–373.
- Oliveira, P. A., Baesso, R. M., Moraes, G. C., Alvarenga, A. V., & Costa-Félix, R. P. B. (2018). Ultrasound Methods for Biodiesel Production and Analysis. *In Biofuels - State of Development*. IntechOpen Limited.
- Putri, S. K., Supranto, & Sudiyo, R. (2012). Studi Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa ( Coconut Oil ) dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik. *Jurnal Rekayasa Proses*, 6(1), 20–25.
- Tabatabaei, M., Aghbashlo, M., Dehghani, M., Panahi, H. K. S., Mollahosseini, A., Hosseini, M., & Soufiyan, M. M. (2019). Reactor Technologies For Biodiesel Production And Processing: A Review. *Progress in Energy and Combustion Science*, 74, 239–303.