

JURITIKA

Jenis Artikel: *orginal research*

Sintesis dan Karakterisasi Biodiesel dari Minyak Jelantah Rumah Tangga sebagai Sumber Energi Terbarukan Ramah Lingkungan

Utari Rahmatillah¹, Qhusay Riski Ramadhan¹, Furqan Hamid Akbari¹, Sri Nengsih^{1*}

¹Program Studi Teknik Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh

*Corresponding e-mail: srinengsih@ar-raniry.ac.id

KATA KUNCI:

Biodiesel, minyak
jelantah, energi
terbarukan

Diterima : 02 November 2025
Direvisi : 17 Desember 2025
Diterbitkan : 31 Desember 2025

ABSTRAK. Minyak jelantah merupakan salah satu limbah dapur yang dihasilkan dari aktivitas memasak, khususnya proses penggorengan makanan seperti ikan dan telur. Pada umumnya, minyak jelantah di tingkat rumah tangga masih sering dibuang secara sembarangan, sehingga berpotensi mencemari lingkungan, baik tanah maupun perairan. Padahal, minyak jelantah masih memiliki kandungan asam lemak yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku biodiesel. Penelitian ini bertujuan untuk memproduksi biodiesel dari minyak jelantah rumah tangga serta mengevaluasi karakteristik dan kualitasnya berdasarkan standar nasional Indonesia (SNI). Bahan baku yang digunakan adalah minyak goreng bekas hasil penggorengan ikan dan telur. Proses pembuatan biodiesel dilakukan melalui metode transesterifikasi menggunakan metanol sebagai alkohol pereaksi dan natrium hidroksida (NaOH) sebagai katalis. Sebanyak 3 gram NaOH dilarutkan dalam 200 mL metanol untuk setiap 1 liter minyak jelantah. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan dan penyaringan minyak jelantah, pemanasan awal, pembuatan larutan katalis, proses transesterifikasi, pemisahan biodiesel dan gliserol, serta pencucian dan pengeringan biodiesel. Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi ester yang dominan, menandakan minyak jelantah berhasil dikonversi menjadi biodiesel. Uji nyala menunjukkan api kuning yang stabil tanpa asap hitam yang signifikan. Nilai viskositas biodiesel sebesar 3,00 mPa-s dan densitas sebesar 0,87834 g/cm³ masih berada dalam rentang standar SNI. Dengan demikian, biodiesel dari minyak jelantah rumah tangga berpotensi menjadi sumber energi baru dan terbarukan yang ramah lingkungan.

1. Pendahuluan

Peningkatan kebutuhan energi nasional yang hingga saat ini masih didominasi oleh bahan bakar fosil menimbulkan berbagai tantangan serius, antara lain keterbatasan cadangan energi, ketergantungan impor, serta pencemaran lingkungan akibat emisi gas buang. Kondisi ini mendorong perlunya diversifikasi sumber energi melalui pemanfaatan energi baru dan terbarukan. Salah satu sumber energi terbarukan yang berpotensi dikembangkan adalah biodiesel, yaitu bahan bakar

berbasis biomassa yang memiliki sifat fisik dan karakteristik pembakaran yang mendekati diesel konvensional (Knothe et al., 2005). Di Indonesia, pemanfaatan biodiesel telah diimplementasikan melalui program mandatori B30 hingga B40. Namun demikian, keberlanjutan program ini masih menghadapi tantangan, terutama terkait ketersediaan bahan baku minyak sawit yang cenderung fluktuatif dari sisi harga serta bersaing dengan kebutuhan pangan dan industri (Damayanti et al., 2020).

Di sisi lain, aktivitas rumah tangga menghasilkan limbah dapur dalam jumlah yang besar, salah satunya minyak jelantah. Minyak jelantah merupakan minyak goreng yang telah digunakan berulang kali sehingga mengalami degradasi kualitas fisik dan kimia dan tidak layak untuk dikonsumsi. Pembuangan minyak jelantah secara sembarangan ke lingkungan dapat menyebabkan pencemaran air dan tanah, penyumbatan saluran drainase, serta gangguan terhadap ekosistem (Rumaisa et al., 2019). Beberapa penelitian nasional juga melaporkan bahwa tingkat kesadaran masyarakat dalam pengelolaan minyak jelantah masih relatif rendah, sehingga limbah ini belum dimanfaatkan secara optimal dan cenderung menjadi sumber pencemar lingkungan (Gultom et al., 2022; Mulyaningsih & Hermawati, 2023).

Meskipun tergolong limbah, minyak jelantah masih mengandung trigliserida dan asam lemak bebas yang dapat dikonversi menjadi biodiesel melalui proses transesterifikasi menggunakan alkohol rantai pendek, umumnya metanol, dengan bantuan katalis basa seperti natrium hidroksida (NaOH) (Hadrah et al., 2018). Dalam lima tahun terakhir, berbagai penelitian nasional telah mengeksplorasi pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel dengan fokus pada optimasi parameter proses. Ramadhani et al. (2021) melaporkan bahwa variasi waktu reaksi dan konsentrasi katalis berpengaruh signifikan terhadap kualitas biodiesel minyak jelantah. Laili et al. (2020) mengembangkan metode pemurnian awal melalui proses bleaching dan variasi temperatur reaksi untuk meningkatkan rendemen biodiesel. Selain itu, kajian ulasan terbaru juga menyoroti inovasi proses transesterifikasi, seperti pemanfaatan kavitas hidrodinamika untuk meningkatkan efisiensi reaksi dan menurunkan konsumsi energi (Siregar et al., 2022).

Namun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada optimasi kondisi reaksi dan peningkatan rendemen biodiesel, sementara evaluasi karakteristik fisik dan kimia biodiesel secara terpadu berdasarkan standar nasional Indonesia (SNI) masih relatif terbatas. Selain itu, kajian yang secara spesifik memanfaatkan minyak jelantah rumah tangga lokal—seperti hasil penggorengan ikan dan telur—dengan pendekatan sintesis yang sederhana dan aplikatif di tingkat rumah tangga atau komunitas belum banyak dilaporkan. Padahal, pendekatan tersebut penting untuk mendukung implementasi konsep ekonomi sirkular dan pengembangan energi berkelanjutan berbasis sumber daya lokal (Alamsyah & Kalla, 2017).

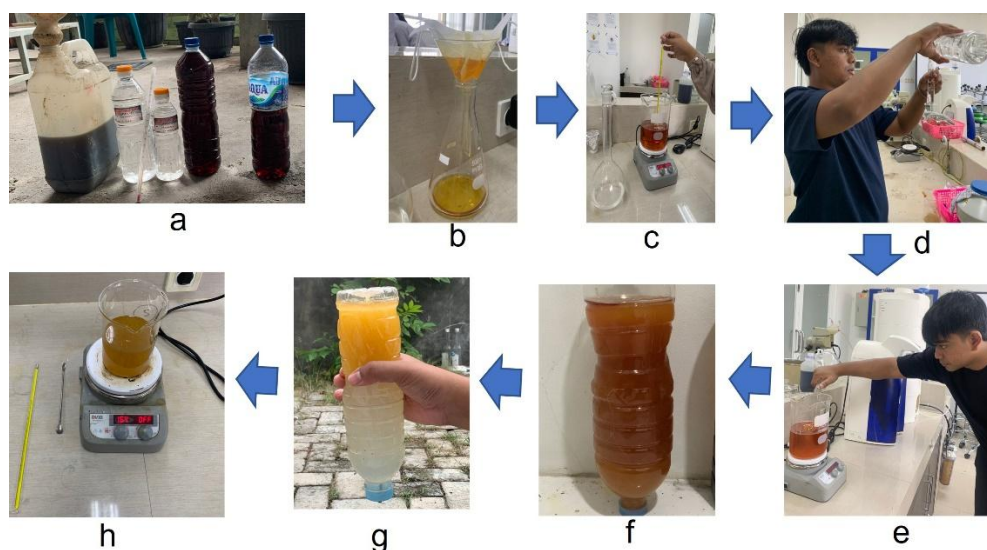
Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada pemanfaatan minyak jelantah rumah tangga hasil penggorengan ikan dan telur sebagai bahan baku biodiesel melalui proses transesterifikasi dengan metode yang sederhana. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik biodiesel yang dihasilkan berdasarkan parameter fisik dan kimia sesuai standar mutu SNI, sehingga dapat dinilai kelayakannya sebagai bahan bakar alternatif. Dengan menekankan pada kesesuaian produk terhadap standar nasional serta kemudahan proses sintesis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah sekaligus implikasi praktis dalam pemanfaatan limbah rumah tangga sebagai sumber energi baru dan terbarukan yang ramah lingkungan.

2. Metodologi

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium dengan pendekatan deskriptif kuantitatif terhadap karakteristik biodiesel yang dihasilkan. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi hot plate, termometer, neraca digital, gelas ukur, labu Erlenmeyer, pipet ukur, batang pengaduk, corong pemisah, viskometer, dan piknometer. Bahan utama yang digunakan adalah minyak jelantah rumah tangga hasil penggorengan ikan dan telur. Bahan kimia pendukung meliputi metanol sebagai alkohol pereaksi dan natrium hidroksida (NaOH) sebagai katalis basa, yang umum digunakan dalam proses transesterifikasi minyak nabati menjadi biodiesel (Knothe et al., 2005; Hadrah et al., 2018).

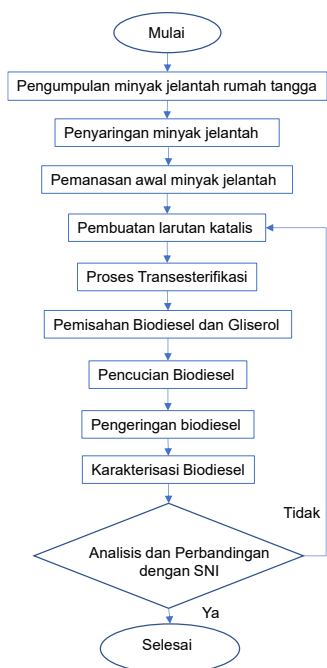
Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan utama sebagai berikut: Pengumpulan dan Penyaringan Minyak Jelantah (a dan b), dalam hal ini minyak jelantah dikumpulkan dari rumah tangga dan dilakukan penyaringan awal menggunakan saringan stainless steel untuk menghilangkan kotoran berukuran besar, kemudian disaring kembali menggunakan kain katun halus (kain kasa) guna memisahkan sisa makanan dan partikel padat, sebagaimana dilakukan pada penelitian biodiesel skala laboratorium dan komunitas (Darmawan, 2013). Pemanasan Awal Minyak Jelantah (c), disini Minyak yang telah disaring dipanaskan pada suhu sekitar 50 °C untuk mengurangi kandungan air dan meningkatkan homogenitas minyak sebelum proses reaksi, sesuai dengan metode yang dilaporkan oleh Alamsyah dan Kalla (2017). Pembuatan Larutan Katalis (d), untuk Katalis NaOH ditimbang sebanyak 3 gram dan dilarutkan ke dalam 200 mL metanol untuk setiap 1 liter minyak jelantah hingga terbentuk larutan metoksida yang homogen. Komposisi ini dipilih karena efektif dalam meningkatkan laju reaksi transesterifikasi (Hadrah et al., 2018). Proses Transesterifikasi (e dan f) dimana Larutan katalis metanol–NaOH dicampurkan ke dalam minyak jelantah yang telah dipanaskan. Campuran diaduk pada suhu 50–60 °C selama 10–15 menit untuk memastikan reaksi transesterifikasi berlangsung secara optimal (Knothe et al., 2005).

Pemisahan Biodiesel dan Gliserol (g) yakni setelah reaksi selesai, campuran didiamkan selama 8–24 jam hingga terbentuk dua lapisan, yaitu biodiesel pada lapisan atas dan gliserol pada lapisan bawah. Pemisahan dilakukan menggunakan corong pemisah sebagaimana metode standar pada penelitian biodiesel (Darmawan, 2013). Pencucian Biodiesel dimana Biodiesel mentah dicuci menggunakan air hangat untuk menghilangkan sisa katalis, metanol, dan gliserol. Proses pencucian dilakukan berulang hingga air bilasan menjadi jernih (Alamsyah & Kalla, 2017). Pengerinan Biodiesel (h) yakni Biodiesel yang telah dicuci dipanaskan pada suhu 40–50 °C untuk menghilangkan sisa air, sehingga diperoleh biodiesel yang siap diuji karakteristiknya. Proses sintesis minyak jelantah menjadi biodiesel ini ditunjukkan dalam Gambar 1 dan Diagram Alirnya pada Gambar 2.



Gambar 1. Proses sintesis minyak jelantah menjadi biodiesel

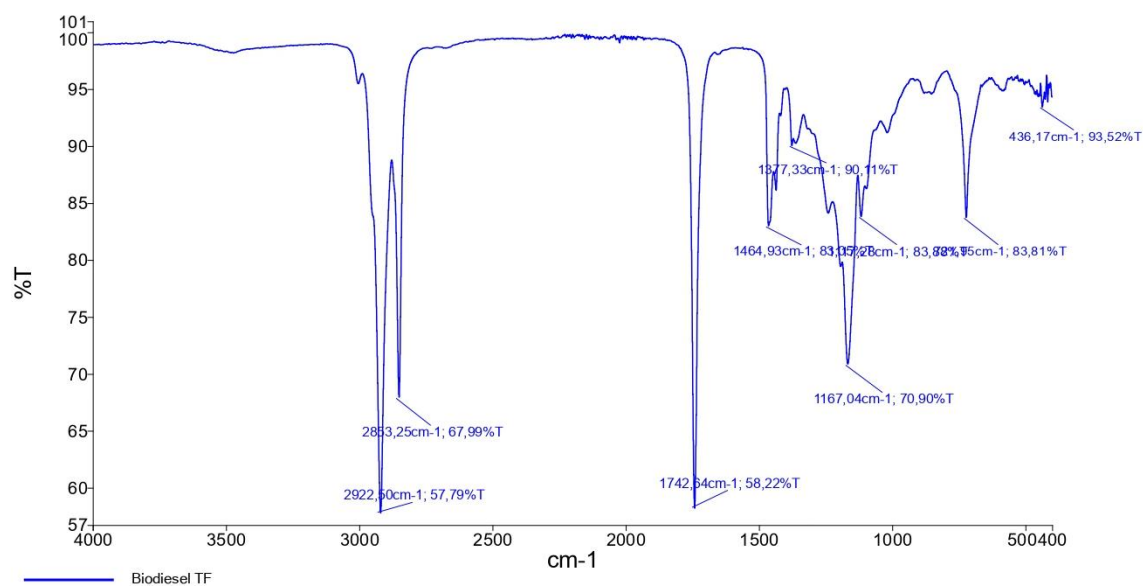
Biodiesel yang dihasilkan selanjutnya diuji karakteristiknya meliputi analisis gugus fungsi menggunakan FTIR untuk mengidentifikasi terbentuknya gugus ester sebagai penanda biodiesel (Megawati et al., 2024), uji nyala untuk mengevaluasi sifat pembakaran bahan bakar, uji viskositas untuk mengetahui tingkat kekentalan biodiesel yang berpengaruh terhadap kinerja injektor mesin diesel, serta uji densitas untuk menentukan massa jenis biodiesel. Hasil pengujian dibandingkan dengan standar mutu biodiesel yang berlaku guna menilai kelayakannya sebagai bahan bakar alternatif.



Gambar 2. Diagram alir penelitian pembuatan biodiesel dari minyak jelantah

3. Hasil dan Pembahasan

Biodiesel telah dibuat dari minyak jelantah yang kemudian dilakukan pengujian karakterisasi dengan FTIR. Berikut adalah Gambar 3 yang menunjukkan hasil pengujian FTIR nya. Secara konseptual, analisis FTIR pada penelitian ini digunakan sebagai indikator utama untuk menilai keberhasilan awal pembentukan biodiesel dari minyak jelantah. Pengujian ini menekankan pada perubahan struktur kimia bahan baku, yaitu konversi trigliserida menjadi fatty acid methyl ester (FAME), yang merupakan komponen utama biodiesel. Dengan demikian, FTIR tidak hanya berperan sebagai alat identifikasi gugus fungsi, tetapi juga sebagai bukti bahwa reaksi transesterifikasi telah berlangsung sesuai mekanisme yang diharapkan.



Gambar 3. Hasil Pengujian FTIR untuk biodiesel dari minyak Jelantah

Hasil analisis FTIR menunjukkan bahwa biodiesel yang dihasilkan dari minyak jelantah memiliki pita serapan khas gugus ester. Puncak serapan yang muncul pada bilangan gelombang sekitar 1740 cm^{-1} mengindikasikan keberadaan gugus karbonil ($\text{C}=\text{O}$) ester, yang merupakan ciri utama senyawa Fatty Acid Methyl Ester (FAME). Selain itu, pita serapan pada daerah $2850\text{--}2950\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi ulur C-H dari gugus alkana, sedangkan serapan pada kisaran $1160\text{--}1240\text{ cm}^{-1}$ berkaitan dengan ikatan C-O ester. Keberadaan gugus-gugus tersebut menegaskan bahwa trigliserida dalam minyak jelantah telah berhasil dikonversi menjadi biodiesel melalui proses transesterifikasi. Hasil ini sejalan dengan penelitian Megawati et al. (2024) dan Hadrah et al. (2018) yang melaporkan bahwa biodiesel dari minyak jelantah menunjukkan pola spektrum FTIR yang serupa, terutama pada pita serapan ester. Dengan demikian, analisis FTIR membuktikan bahwa reaksi transesterifikasi pada penelitian ini berlangsung secara efektif. Validitas hasil pengujian FTIR ini digandengkan dengan dengan hasil penelitian sejenis yang ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Komparasi hasil pengujian FTIR biodiesel minyak jelantah dengan literatur

Pita FTIR (cm^{-1})	Karakteristik Gugus	Hasil Penelitian	Literatur Standar FAME / Biodiesel (Rosidah et al., 2025)
~2922–2853	C–H stretching (alkana)	Ada serapan kuat menunjukkan gugus alkil C–H (konfirmasi alkil rantai)	Umum ditemukan pada biodiesel (C–H alkana) sekitar 2920 & 2850 cm^{-1}
~1740	C=O ester (karbonil ester)	Ada puncak dominan yang menandakan terbentuknya ester FAME	Pita khas FAME biasanya tampak pada 1740–1750 cm^{-1} sebagai penanda ester metil biodiesel
~1450–1465	C–H bending (metilen)	Serapan muncul menandakan gugus metilen dalam molekul FAME	Serapan serupa pada 1460–1465 cm^{-1} dilaporkan sebagai ciri umum biodiesel
~1170–1240	C–O stretching (ester)	Adanya serapan ini memperkuat identifikasi ester dalam biodiesel	Gugus C–O ester pada ~1170–1196 cm^{-1} adalah karakteristik FAME
500–1000	C–H bending / alkana	Serapan lemah / potensial	Serapan ini sering muncul untuk ikatan rangkap pada asam lemak tak jenuh

Penggunaan FTIR menjadi penting karena pengujian sifat fisik seperti densitas dan viskositas saja belum cukup untuk memastikan bahwa biodiesel benar-benar terbentuk secara kimia. FTIR menjawab aspek fundamental dari kualitas biodiesel, yaitu “apa yang terbentuk” pada tingkat molekuler, sementara pengujian densitas, viskositas, dan uji nyala menjawab aspek “bagaimana kinerja” biodiesel tersebut sebagai bahan bakar. Oleh karena itu, FTIR menjadi jembatan antara konsep dasar pembentukan biodiesel dan evaluasi mutu biodiesel berdasarkan standar nasional.

Dengan pendekatan ini, kualitas biodiesel dalam penelitian ini dinilai secara komprehensif, dimulai dari konfirmasi kimia pembentukan FAME melalui FTIR hingga penilaian kelayakan fungsional melalui pengujian fisik. Hal ini memperkuat kesimpulan bahwa biodiesel yang dihasilkan tidak hanya terbentuk secara reaksi kimia, tetapi juga memenuhi persyaratan sebagai bahan bakar alternatif yang layak digunakan.

Hasil uji nyala menunjukkan bahwa biodiesel menyala dengan api berwarna kuning yang stabil dan tidak menghasilkan asap hitam yang signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa biodiesel memiliki sifat pembakaran yang relatif bersih. Warna api yang stabil menandakan kandungan karbon yang terbakar secara merata serta rendahnya residu pengotor seperti gliserol atau metanol sisa. Biodiesel umumnya memiliki titik nyala yang lebih tinggi dibandingkan bahan bakar solar, sehingga lebih aman dalam penyimpanan dan transportasi. Menurut Ardhany dan Lamsiyah (2018), titik nyala biodiesel yang tinggi juga mengindikasikan rendahnya kandungan metanol residu. Oleh karena itu, hasil uji nyala pada penelitian ini menunjukkan bahwa biodiesel yang dihasilkan telah melalui proses pemurnian yang cukup baik dan layak digunakan sebagai bahan bakar alternatif.



Gambar 3. Pengujian uji nyala sederhana dan viskositas dari biodiesel

Hasil pengujian viskositas dan densitas dari biodiesel minyak jelantah ditunjukkan dalam Tabel 2 dengan membandingkan dengan standar SNI.

Tabel 2. Hasil pengukuran viskositas dan densitas biodiesel minyak jelantah

Parameter	Satuan	Standar SNI 7182:2015	Hasil Penelitian Anda	Keterangan
Densitas (Massa jenis)	g/cm ³ (kg/m ³)	0,850–0,890 (850–890 kg/m ³)	0,87834 (878,34 kg/m ³)	Memenuhi standar SNI
Viskositas kinematik	mPa·s (mm ² /s / cSt)	2,3–6,0	3,00 (3,00 mm ² /s)	Memenuhi standar SNI

Berdasarkan hasil pengujian dan perbandingan pada tabel 2 dengan standar mutu biodiesel menurut SNI 7182:2015, parameter viskositas biodiesel yang dihasilkan menunjukkan kesesuaian dengan kriteria nasional yang berlaku. Kesesuaian ini mengindikasikan bahwa biodiesel memiliki tingkat kekentalan yang ideal untuk diaplikasikan pada mesin diesel. Viskositas yang berada dalam rentang standar mencerminkan keseimbangan antara kemampuan alir bahan bakar dan fungsi pelumasan, sehingga mendukung proses atomisasi yang baik saat bahan bakar disemprotkan melalui injektor. Kondisi ini penting untuk menghasilkan pembakaran yang lebih efisien dan mengurangi potensi terbentuknya emisi gas buang akibat pembakaran tidak sempurna. Temuan ini sejalan dengan laporan Darmawan (2013) dan Hadrah et al. (2018) yang menyatakan bahwa biodiesel berbasis minyak jelantah dapat memenuhi standar viskositas apabila proses transesterifikasi berlangsung optimal dan didukung oleh tahapan pemurnian yang memadai. Visualisasi uji nyala dan karakteristik viskositas biodiesel ditunjukkan pada Gambar 3 sebagai indikasi awal sifat pembakaran dan kekentalan bahan bakar.

Selain viskositas, parameter densitas biodiesel juga menunjukkan kesesuaian dengan standar SNI, yang menandakan bahwa biodiesel memiliki massa jenis yang layak untuk digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Densitas yang sesuai berperan penting dalam menentukan jumlah massa bahan bakar yang diinjeksikan ke ruang bakar serta memengaruhi efisiensi pembakaran. Nilai densitas yang berada dalam rentang standar mengindikasikan bahwa proses transesterifikasi telah menghasilkan senyawa fatty acid methyl ester (FAME) yang relatif homogen dan kandungan pengotor seperti gliserol, air, serta metanol residu berada pada tingkat yang rendah. Hasil ini konsisten dengan penelitian Hadrah et al. (2018) dan Darmawan (2013) yang melaporkan bahwa biodiesel dari minyak jelantah umumnya memenuhi standar densitas setelah melalui proses pemurnian yang baik. Lebih lanjut, sebagaimana dikemukakan oleh Alptekin dan Canakci (2008), densitas biodiesel yang sedikit lebih tinggi dibandingkan solar konvensional berkaitan dengan keberadaan oksigen dalam struktur molekul FAME, yang berkontribusi terhadap pembakaran yang lebih bersih dan stabil. Dengan demikian, hasil pengujian viskositas dan densitas secara keseluruhan menegaskan bahwa biodiesel dari minyak jelantah rumah tangga memenuhi standar mutu dan memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan.

Pemilihan minyak jelantah dari penggorengan ikan dan telur didasarkan pada pertimbangan bahwa jenis minyak ini umumnya memiliki kandungan asam lemak bebas (FFA) yang lebih rendah dibandingkan minyak jelantah dari penggorengan ayam yang digunakan berulang pada suhu tinggi. Kondisi tersebut menyebabkan tingkat degradasi minyak, khususnya peningkatan asam lemak bebas (free fatty acid/FFA), relatif lebih rendah (Choe & Min, 2007; Knothe et al.,

2005). Kandungan FFA yang lebih rendah memungkinkan proses transesterifikasi menggunakan katalis basa berlangsung lebih efektif tanpa tahap pra-perlakuan tambahan (Knothe et al., 2005; Hadrah et al., 2018). Minyak jelantah dari penggorengan ayam tetap berpotensi digunakan sebagai bahan baku biodiesel, namun umumnya memerlukan perlakuan awal untuk menurunkan kadar FFA agar reaksi transesterifikasi dapat berjalan optimal (Mittelbach & Remschmidt, 2004). Beberapa studi melaporkan bahwa minyak jelantah dari penggorengan daging ayam yang digunakan secara berulang pada suhu tinggi cenderung memiliki kandungan FFA yang lebih tinggi, serta mengandung produk oksidasi dan residu lemak hewani yang lebih kompleks (Mittelbach & Remschmidt, 2004; Gui et al., 2008). Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar awal, sementara pengembangan lebih lanjut dapat diarahkan pada pemanfaatan minyak jelantah dari penggorengan ayam atau usaha kuliner skala besar dengan penyesuaian proses yang sesuai.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa minyak jelantah rumah tangga hasil penggorengan ikan dan telur dapat dimanfaatkan secara efektif sebagai bahan baku biodiesel melalui proses transesterifikasi menggunakan metanol dan katalis natrium hidroksida (NaOH). Proses konversi yang dilakukan dengan metode yang relatif sederhana menghasilkan biodiesel dengan karakteristik fisik dan kimia yang memenuhi standar nasional Indonesia (SNI), sehingga tujuan penelitian untuk memproduksi biodiesel berbasis limbah dapur telah tercapai. Analisis FTIR mengonfirmasi terbentuknya gugus fungsi ester sebagai indikator utama senyawa fatty acid methyl ester (FAME), sementara uji nyala menunjukkan sifat pembakaran yang stabil dan minim asap. Selain itu, nilai viskositas dan densitas biodiesel berada dalam rentang standar SNI, yang menandakan bahwa biodiesel yang dihasilkan layak digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Dari sisi implikasi praktis, hasil penelitian ini menegaskan bahwa pengolahan minyak jelantah menjadi biodiesel berpotensi diterapkan pada skala rumah tangga atau komunitas dengan peralatan dan bahan yang relatif mudah diperoleh. Penerapan ini tidak hanya berkontribusi dalam mengurangi pencemaran lingkungan akibat pembuangan limbah minyak secara sembarangan, tetapi juga membuka peluang pemanfaatan sumber daya lokal sebagai bagian dari pengembangan energi baru dan terbarukan. Dengan demikian, biodiesel dari minyak jelantah dapat menjadi solusi praktis dan berkelanjutan dalam mendukung ketahanan energi serta pengelolaan limbah rumah tangga. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji uji performa mesin dan emisi gas buang guna memperkuat aspek aplikasi biodiesel minyak jelantah dalam kondisi operasional nyata.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Multifungsi dan Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh atas dukungan fasilitas, peralatan, dan bantuan teknis yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Dukungan dari kedua laboratorium tersebut sangat berperan dalam kelancaran proses sintesis biodiesel, pengujian karakteristik, serta analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini.

Keterlibatan Penulis

UR berperan dalam pelaksanaan karakterisasi biodiesel, analisis data hasil pengujian, serta penulisan draf awal artikel. QRR bertanggung jawab dalam proses sintesis biodiesel dan pengumpulan bahan baku minyak jelantah. FHA berkontribusi dalam membantu kegiatan riset lapangan dan pengumpulan data pendukung penelitian. SN berperan dalam penyusunan konsep dasar penelitian, penelaahan ilmiah (review) artikel, serta pemberian arahan dan supervisi selama proses penelitian dan penulisan naskah.

Daftar Pustaka

- Alamsyah, R., & Kalla, R. (2017). Produksi biodiesel dari minyak jelantah dengan metode transesterifikasi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 6(2), 45–52.
- Choe, E., & Min, D. B. (2007). Chemistry of deep-fat frying oils. *Journal of Food Science*, 72(5), R77–R86.
- Damayanti, A., Prasetyo, A., & Nugroho, A. (2020). Potensi minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel dalam mendukung energi berkelanjutan di Indonesia. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 1(3), 101–110.
- Gui, M. M., Lee, K. T., & Bhatia, S. (2008). Feasibility of edible oil vs. non-edible oil vs. waste edible oil as biodiesel feedstock. *Energy*, 33(11), 1646–1653.
- Gultom, E. M., Siregar, H., & Nasution, R. (2022). Tingkat kesadaran masyarakat terhadap pengelolaan limbah minyak jelantah rumah tangga. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(2), 356–364.

- Hadrah, H., Rachman, A., & Yusuf, M. (2018). Karakterisasi biodiesel dari minyak jelantah menggunakan katalis basa. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 13(1), 12–19.
- Knothe, G., Van Gerpen, J., & Krahl, J. (2005). *The biodiesel handbook*. AOCS Press.
- Laili, R., Susanto, H., & Prasetyo, E. (2020). Pengaruh proses bleaching dan temperatur reaksi terhadap rendemen biodiesel dari minyak jelantah. *Jurnal Teknologi Informasi dan Industri*, 7(1), 23–30.
- Mittelbach, M., & Remschmidt, C. (2004). *Biodiesel: The comprehensive handbook*. Martin Mittelbach Publisher.
- Mulyaningsih, T., & Hermawati, E. (2023). Edukasi pengelolaan minyak jelantah sebagai upaya pengurangan pencemaran lingkungan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 55–62.
- Ramadhani, D. R., Putra, A., & Fadhilah, N. (2021). Optimasi waktu reaksi dan konsentrasi katalis pada pembuatan biodiesel dari minyak jelantah. *Open Journal Unimal*, 5(2), 89–97.
- Rosidah, C., Aeni, A. R., Fadhilah, G. N., Yuliasari, F., Fahriani, V. P. (2025) Pengaruh Variasi Waktu Transesterifikasi dan Konsentrasi Katalis Terhadap Karakteristik Sifat Fisik Biodiesel Berbahan Minyak Jelantah. *J-TETA: Jurnal Teknik Terapan*, 4(2), 87-94.
- Rumaisa, A., Fitriani, L., & Yuniarti, D. (2019). Dampak pembuangan minyak jelantah terhadap kualitas lingkungan perairan. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 25(3), 211–219.
- Siregar, M. A., Harahap, F., & Lubis, A. (2022). Inovasi proses transesterifikasi biodiesel berbasis minyak jelantah: Sebuah kajian literatur. *Jurnal Teknik Industri dan Teknologi Informasi*, 9(2), 134–145.