

Pengaruh Waktu Reaksi Transesterifikasi Biodiesel dari Minyak Lemak Ayam dengan Menggunakan Katalis MgO

Alltop Amri Ya Habib, Suhendri

Program Studi D-III Teknik Kimia, Universitas Riau, Pekanbaru 28293, Indonesia

ARTICLE HISTORY

Received : 08-10-2024

Accepted : 22-11-2024

Published : 25-11-2024

KEYWORDS

Biodiesel

Lemak Ayam

Transesterifikasi

Waktu Reaksi

*corresponding author:

Email: alltopamri@lecturer.unri.ac.id



ABSTRACT

Generally, biodiesel is produced from vegetable oils, however, this raw material has certain drawbacks, such as price fluctuations due to its competing use in the food industry, making it less economical. Therefore, this study utilizes chicken fat oil as an alternative raw material for biodiesel production, using MgO as a catalyst. The biodiesel was produced through a transesterification reaction at a temperature of 60°C, with an oil-to-methanol ratio of 25 ml:30 ml, and 0.5 g of catalyst. The study varied the reaction times, which were 60 minutes, 120 minutes, and 180 minutes. The best result was obtained at a reaction time of 180 minutes, yielding 92.19%. The biodiesel produced had a density of 0.962 g/ml, a viscosity of 2.931 cSt, and a water content of 0.0416%.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi terbarukan semakin mendesak seiring dengan meningkatnya konsumsi energi global dan dampak lingkungan dari penggunaan bahan bakar fosil. Biodiesel, sebagai alternatif yang ramah lingkungan, telah muncul sebagai salah satu solusi yang menjanjikan. Dibuat dari bahan baku nabati atau limbah, biodiesel menawarkan manfaat lingkungan yang signifikan, termasuk pengurangan emisi gas rumah kaca dan polutan berbahaya seperti sulfur oksida dan hidrokarbon tak terbakar. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan biodiesel sebagai alternatif bahan bakar dapat mengurangi emisi karbon CO₂ dan partikel gas rumah kaca karena karbon yang terkandung dalam *biofuel* bersifat biogenik dan terbarukan (A. Aziz et al., 2024).

Biodiesel sebagai bahan bakar alternatif mempunyai berbagai keunggulan dibandingkan bahan bakar fosil seperti dapat diperbarui, emisi polutan atmosfer yang lebih rendah dan fleksibilitas untuk diproduksi dari berbagai bahan baku (Monika et al., 2023). Dengan demikian, pengembangan dan implementasi biodiesel sebagai sumber energi terbarukan bukan hanya sebuah pilihan, tetapi juga kebutuhan mendesak untuk menciptakan sistem energi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan di masa depan.

Biodiesel tersusun dari berbagai macam ester asam lemak yang dapat diproduksi dari minyak tumbuhan maupun lemak hewan (Foroutan et al., 2021; Kirubakaran & Selvan, 2021). Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian mengenai biodiesel dari sumber-sumber ini semakin meningkat seiring dengan kebutuhan akan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan. Biodiesel yang berasal dari minyak nabati, seperti minyak kelapa sawit, kedelai, dan kanola, memiliki keuntungan karena dapat diproduksi secara berkelanjutan dan dapat mengurangi emisi gas

rumah kaca dibandingkan dengan bahan bakar fosil tradisional (Nanthagopal, 2022; Santos, 2022). Selain itu, lemak hewani, termasuk lemak yang diperoleh dari pemrosesan makanan dan sisa-sisa industri, juga semakin diperhatikan sebagai sumber yang potensial untuk produksi biodiesel, mengingat ketersediaannya yang melimpah dan biayanya yang relatif rendah (Nanthagopal, 2022).

Ayam broiler merupakan salah satu hewan ternak yang dapat diproduksi dalam waktu singkat dan peternakan ayam dapat dijumpai di seluruh daerah Indonesia. Dalam ayam broiler terdapat kandungan lemak sekitar 13,5 % berat badan (Latshaw & Bishop, 2001). Lemaknya belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat, sehingga sering dibuang sebagai limbah penyembelihan hewan. Lemak ini dapat dimanfaatkan untuk bahan pembuatan biodiesel, sehingga dapat menanggulangi pencemaran lingkungan dan lebih bernilai ekonomis. Proses produksi biodiesel dari lemak ayam melibatkan transesterifikasi, di mana trigliserida diubah menjadi biodiesel melalui reaksi dengan alkohol dengan bantuan katalis.

Katalis untuk sintesis biodiesel biasanya menggunakan katalis homogen atau heterogen. Akan tetapi katalis homogen memiliki keterbatasan seperti sulitnya pemisahan dari produk akhir dan dapat terdegradasi saat digunakan pada suhu tinggi (Haryono et al., 2024). Maka dari itu katalis heterogen, seperti MgO, menawarkan beberapa keunggulan, termasuk stabilitas termal, area permukaan yang besar, dan kemampuan untuk digunakan kembali setelah beberapa siklus reaksi (Foroutan et al., 2021; Silva et al., 2022). Katalis MgO telah terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi produksi biodiesel. Pemanfaatan katalis MgO juga berkontribusi pada pengurangan biaya produksi dan dampak lingkungan, mengingat katalis ini dapat digunakan kembali tanpa kehilangan aktivitasnya (Foroutan et al., 2021).

Waktu merupakan variabel penting dalam proses transesterifikasi yang dapat memengaruhi efisiensi konversi minyak atau lemak menjadi biodiesel. Dalam penelitian terkait transesterifikasi menggunakan katalis magnesium oksida (MgO), variasi waktu reaksi sering kali dipilih untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap hasil biodiesel, peningkatan waktu dapat meningkatkan jumlah total biodiesel yang dihasilkan (Miyuranga et al., 2023). Dalam penelitian ini, peneliti telah melakukan transesterifikasi menggunakan lemak ayam sebagai bahan baku biodiesel dengan katalis MgO dengan variasi waktu 60, 120 dan 180 menit untuk memahami pengaruh durasi reaksi terhadap kualitas dan kuantitas biodiesel yang dihasilkan.

2. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi minyak hewani yang diperoleh dari hasil ekstraksi lemak ayam, magnesium oksida (MgO) 99%, metanol p.a (CH_3OH) 98%, asam oksalat, indikator *fenolftalein* (PP), serta air suling (aquades). Sementara itu, peralatan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup berbagai alat laboratorium seperti gelas kimia, corong pisah, corong biasa, kertas saring, labu leher dua, *heating mantle*, kondensor, klem dan statif, *erlenmeyer*, oven, pipet tetes, timbangan analitik, termometer, piknometer, viskometer *Oswald*, buret, batang pengaduk, gelas ukur, dan labu ukur.

2.2 Prosedur Penelitian

Persiapan minyak lemak ayam

Lemak ayam terlebih dahulu dibersihkan secara menyeluruh untuk memastikan tidak ada kotoran yang dapat mempengaruhi proses selanjutnya. Setelah itu, lemak ayam yang sudah bersih dimasukkan ke dalam wadah tahan panas dan dipanaskan di dalam oven pada suhu 80°C

selama 24 jam. Proses pemanasan ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan air dan memisahkan lemak padat dari minyak. Setelah selesai, lemak yang telah dipanaskan dipisahkan dan disaring untuk menghasilkan minyak lemak ayam yang jernih. Minyak ini kemudian siap untuk dianalisis lebih lanjut, termasuk pengujian asam lemak bebas (ALB), densitas, kadar air, dan viskositasnya guna memastikan kualitas dan kemurniannya.

Transesterifikasi Biodiesel

Tahap berikutnya adalah proses transesterifikasi untuk mengubah minyak lemak ayam menjadi biodiesel. Sebanyak 25 ml minyak lemak ayam yang telah diproses dimasukkan ke dalam labu leher dua, kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu 60°C. Setelah suhu tercapai, campuran metanol sebanyak 30 ml dan katalis MgO sebanyak 0,5 gram ditambahkan ke dalam labu. Reaksi dibiarkan berlangsung selama 60 menit, memastikan bahwa proses transesterifikasi berjalan optimal. Setelah 60 menit, campuran hasil reaksi dimasukkan ke dalam corong pisah dan dibiarkan hingga terbentuk dua lapisan. Lapisan atas terdiri dari *crude* biodiesel, sedangkan lapisan bawah berisi campuran metanol sisa dan katalis yang tidak bereaksi. Lapisan atas dipisahkan dari lapisan bawah, kemudian *crude* biodiesel tersebut dilanjutkan ke tahap pemurnian menggunakan air panas untuk menghilangkan sisa-sisa pengotor dan metanol. Adapun rumus penentuan *yield* biodiesel yang dihasilkan sebagai berikut:

$$\text{Yield Biodiesel} = \frac{\text{Massa biodiesel yang dihasilkan (g)}}{\text{Massa bahan baku minyak (g)}} \times 100\% \quad (1)$$

Rumus ini digunakan untuk mengetahui seberapa besar proses transesterifikasi dalam menghasilkan biodiesel dari bahan baku minyak lemak ayam.

Analisis Biodiesel

Setelah itu, dilakukan serangkaian analisis terhadap biodiesel yang dihasilkan untuk memastikan kualitasnya. Analisis ini mencakup pengukuran densitas menggunakan metode ASTM D1298, pengujian kadar air menggunakan metode ASTM D1796, serta pengukuran viskositas dengan metode ASTM D445. Semua parameter ini penting untuk mengevaluasi apakah biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi standar yang diinginkan dalam hal kestabilan, kemurnian, dan performa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

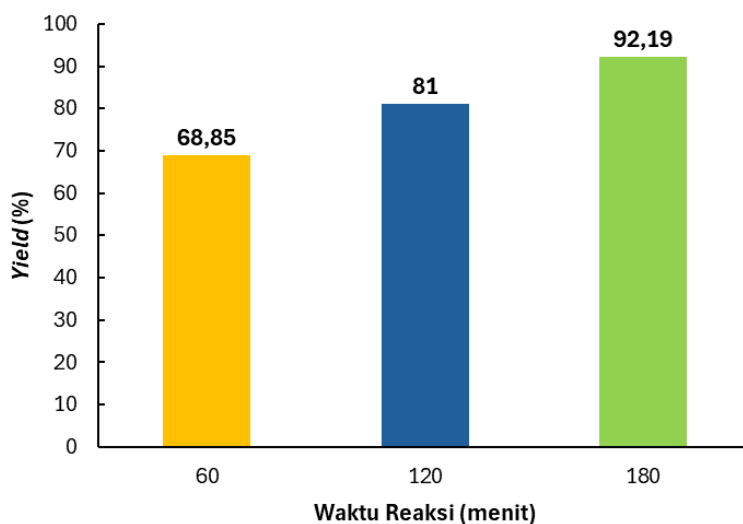
Tabel 1 menyajikan hasil analisis terhadap minyak lemak ayam yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Dari tabel tersebut, terlihat bahwa parameter penting seperti kadar air dan ALB sangat mempengaruhi efisiensi proses transesterifikasi biodiesel. Kadar air yang tinggi pada bahan baku dapat menyebabkan reaksi samping berupa hidrolisis antara trigliserida dan air, menghasilkan asam lemak bebas yang tidak hanya mengganggu pembentukan biodiesel tetapi juga menurunkan kualitas produk akhir. Hal ini sesuai dengan penelitian oleh (Mandari & Devarai, 2022), yang menyebutkan bahwa kadar air yang berlebih mengakibatkan peningkatan kadar asam lemak bebas, yang pada gilirannya mempersulit proses transesterifikasi. Oleh karena itu, minyak lemak ayam dengan kadar air yang tinggi harus dikeringkan terlebih dahulu sebelum diproses lebih lanjut.

Tabel 1. Hasil analisis minyak lemak ayam

Viskositas (cSt)	Densitas (g/ml)	Kadar Air (%)	ALB (%)
7,146	0,96	0,272	0,51

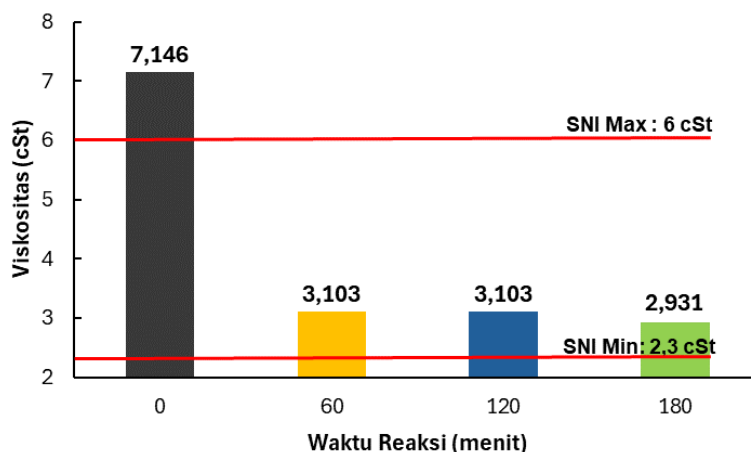
Kadar asam lemak bebas yang diukur pada minyak lemak ayam mencapai 0,51%, yang masih memenuhi syarat untuk reaksi transesterifikasi menggunakan katalis basa. Persyaratan standar untuk katalis basa menetapkan bahwa asam lemak bebas harus kurang dari 1%. Jika kadar ALB lebih dari 1%, maka diperlukan proses *pretreatment* berupa reaksi esterifikasi untuk menurunkan kadar ALB hingga di bawah 1%, yaitu dengan mengonversi asam lemak bebas menjadi metil ester menggunakan katalis asam (Erchamo et al., 2021; Kirubakaran & Arul Mozhi Selvan, 2018). Apabila kadar ALB terlalu tinggi, proses transesterifikasi dapat terhambat karena pembentukan sabun, di mana katalis basa kuat bereaksi dengan asam lemak bebas. Pembentukan sabun ini tidak hanya mengganggu reaksi antara metanol dan trigliserida, tetapi juga meningkatkan kebutuhan katalis dan menurunkan hasil akhir metil ester (Mandari & Devarai, 2022b).

Densitas dan viskositas adalah parameter penting untuk menilai kualitas minyak yang digunakan dalam pembuatan biodiesel. Berdasarkan hasil pengujian, densitas minyak lemak ayam adalah 0,96 g/ml, sedangkan viskositasnya mencapai 7,146 cSt. Kedua parameter ini akan dibandingkan dengan hasil biodiesel yang diperoleh untuk mengevaluasi apakah biodiesel yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas.



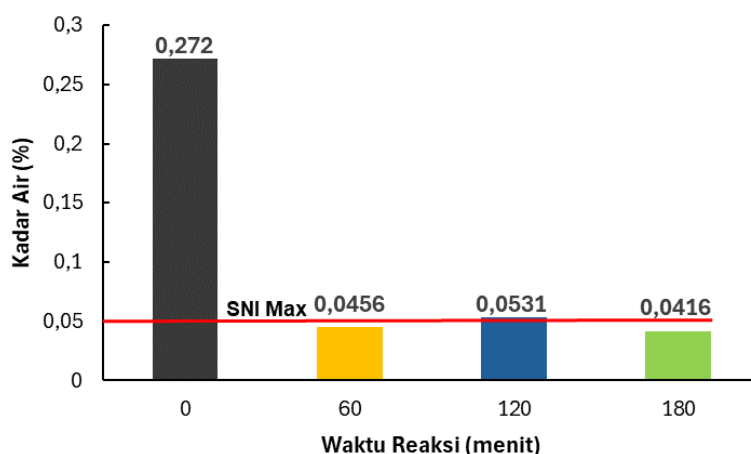
Gambar 1. Pengaruh waktu reaksi terhadap *yield* yang diperoleh

Gambar 1 menunjukkan hubungan antara waktu reaksi dan *yield* biodiesel yang dihasilkan. Dari gambar tersebut, terlihat bahwa semakin lama waktu reaksi, semakin tinggi *yield* yang diperoleh. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya massa kontak antara reaktan, sehingga konversi trigliserida menjadi biodiesel menjadi lebih tinggi (Muarif et al., 2024). Pada waktu reaksi 180 menit, *yield* biodiesel mencapai 92,19%, yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan *yield* yang diperoleh pada waktu reaksi 60 dan 120 menit yaitu 68,85% dan 81%.



Gambar 2. Hasil viskositas karakterisasi biodiesel

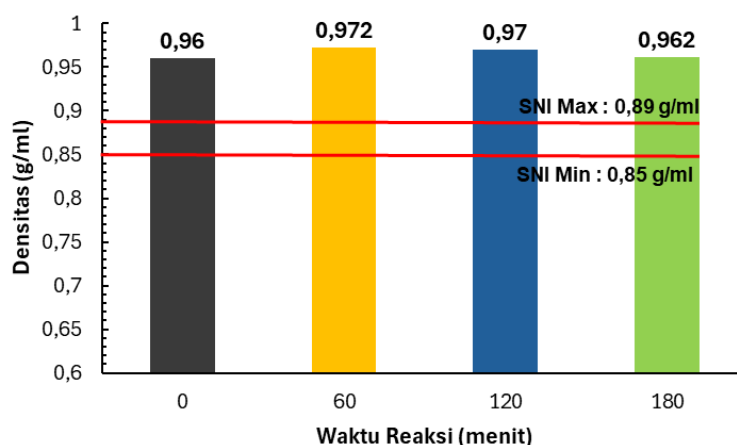
Gambar 2 menunjukkan hasil pengukuran viskositas biodiesel yang dihasilkan. Berdasarkan standar SNI-7182-2015, nilai viskositas biodiesel yang sesuai standar adalah 2,3 hingga 6 cSt. Hasil penelitian menunjukkan nilai viskositas biodiesel yang diperoleh berkisar antara 2,9 hingga 3,2 cSt. Nilai yang diperoleh sesuai dengan standar SNI yang telah ditetapkan. Nilai viskositas biodiesel yang didapat mengalami penurunan yang signifikan jika dibandingkan dengan viskositas minyak lemak ayam. Ini terjadi karena dalam proses transesterifikasi menghasilkan ester metil atau etil (biodiesel) dan gliserol sebagai produk samping. Ester yang terbentuk memiliki struktur molekul yang lebih sederhana dibandingkan dengan minyak lemak ayam, sehingga biodiesel yang dihasilkan lebih mudah mengalir pada suhu yang lebih rendah dibandingkan minyak lemak ayam (Demirbas, 2008; Wahyudi et al., 2023). Selain itu waktu reaksi transesterifikasi juga mempengaruhi nilai viskositas biodiesel yang dihasilkan. Karena semakin lama waktu reaksi minyak lemak ayam yang terkonversi menjadi ester (biodiesel) juga akan semakin meningkat. Hal ini menyebabkan nilai viskositas biodiesel yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan minyak lemak ayam.



Gambar 3. Hasil kadar air karakterisasi biodiesel

Berdasarkan standar SNI-7182-2015 menetapkan bahwa kadar air maksimal untuk biodiesel adalah 0,05%. Berdasarkan Gambar 3, diperoleh kadar air biodiesel minimum adalah 0,0416% pada waktu reaksi 180 menit dan kadar air maksimum 0,0531% pada waktu reaksi 120 menit. Nilai kadar air yang didapat jauh lebih rendah dari kadar air minyak lemak ayam. Ini disebabkan proses transesterifikasi menghasilkan gliserol sebagai produk samping. Gliserol

memiliki kemampuan untuk mengikat air dalam strukturnya, dan sebagian besar gliserol yang terbentuk selama proses transesterifikasi mengandung air (Atabani et al., 2012). Oleh karena itu, pemisahan gliserol secara efektif mengurangi jumlah air yang terperangkap dalam biodiesel, karena gliserol yang dipisahkan membawa air tersebut bersamanya. Dengan demikian, proses pemisahan gliserol berkontribusi dalam mengurangi kadar air pada biodiesel yang dihasilkan. Kadar air yang tinggi pada biodiesel dapat mempengaruhi kualitas bahan bakar, seperti terbentuknya kristal parafin pada suhu rendah yang dapat menghambat aliran bahan bakar (Aziz, 2014). Selain itu, kadar air yang tinggi juga dapat menyebabkan kerusakan mesin akibat korosi. Oleh karena itu, menjaga kadar air pada level serendah mungkin sangat penting untuk memastikan kualitas dan performa biodiesel.



Gambar 4. Hasil densitas karakterisasi biodiesel

Berdasarkan baku mutu biodiesel yang tercantum dalam SNI-7182-2015, nilai densitas biodiesel yang memenuhi standar adalah antara 0,85 dan 0,89 g/ml. Berdasarkan Gambar 4, nilai densitas biodiesel yang dihasilkan berkisar antara 0,962 hingga 0,972 g/ml. Nilai ini tidak sesuai dengan standar SNI biodiesel yang telah ditetapkan. Nilai densitas yang didapat lebih tinggi dari pada densitas bahan baku. Ini disebabkan karena reaksi transesterifikasi menghasilkan biodiesel dan gliserol sebagai produk samping. Ketika minyak lemak ayam diubah menjadi biodiesel, struktur molekulnya berubah, menghasilkan molekul metil ester atau etil ester yang memiliki densitas lebih tinggi dibandingkan minyak lemak ayam (Demirbas, 2008). Proses transesterifikasi menghasilkan molekul ester dengan berat molekul lebih rendah namun memiliki densitas lebih tinggi per unit volume dibandingkan minyak asal. Densitas biodiesel ini dipengaruhi oleh panjang rantai karbon dan jumlah ikatan rangkap pada asam lemaknya (Wahyudi et al., 2023).

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa waktu reaksi transesterifikasi biodiesel dari minyak lemak ayam menggunakan katalis MgO memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kualitas produk biodiesel yang dihasilkan. Semakin lama waktu reaksi, semakin tinggi *yield* biodiesel yang diperoleh, di mana pada waktu 180 menit, *yield* mencapai 92,19%. Selain itu, viskositas biodiesel yang dihasilkan berada dalam kisaran yang sesuai dengan standar SNI-7182-2015, sementara densitasnya menunjukkan nilai yang sedikit lebih

tinggi dari batas yang ditetapkan, yaitu berkisar antara 0,952 hingga 0,972 g/ml. Kadar air juga memenuhi standar, dengan nilai minimum 0,0416% yang menunjukkan kualitas yang baik, dengan kadar asam lemak bebas (ALB) tetap berada pada level kurang dari 1%, yaitu 0,51%. Hal ini menandakan bahwa proses transesterifikasi dari minyak lemak ayam yang dilakukan efektif dalam menghasilkan biodiesel yang berkualitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Atabani, A. E., Silitonga, A. S., Badruddin, I. A., Mahlia, T. M. I., Masjuki, H. H., & Mekhilef, S. (2012). A comprehensive review on biodiesel as an alternative energy resource and its characteristics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(4), 2070–2093. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.01.003>
- Aziz, A., Mukhsin, Mardani, R. S., H, Y., & F, A. (2024). Interesterifikasi biodiesel non alkohol dengan bahan baku minyak bekas penggorengan menggunakan metode elektrolisis. *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 7(1), 38–45.
- Aziz, I. (2014). Pemanfaatan limbah kulit ayam broiler sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. *Jurnal Kimia VALENSI*, 4(2), 90–97. <https://doi.org/10.15408/jkv.v0i0.3606>
- Demirbas, A. (2008). *Biodiesel: A realistic fuel alternative for diesel engines*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-84628-995-8>
- Foroutan, R., Mohammadi, R., & Ramavandi, B. (2021). Waste glass catalyst for biodiesel production from waste chicken fat: Optimization by RSM and ANNs and toxicity assessment. *Fuel*, 291(December 2020), 120151. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.120151>
- Haryono, Noviyanti, A. R., Sulaeman, A. P., Kusuma, H. D., & Rahmadona, N. (2024). Rendemen dan karakteristik biodiesel sebagai dampak variasi jenis limbah minyak goreng. *Jurnal Kimia Dan Rekayasa*, 5(1), 8–18.
- Kirubakaran, M., & Selvan, V. A. M. (2021). Experimental investigation on the effects of micro eggshell and nano-eggshell catalysts on biodiesel optimization from waste chicken fat. *Bioresource Technology Reports*, 14(November 2020), 100658. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2021.100658>
- Latshaw, J. D., & Bishop, B. L. (2001). Estimating body weight and body composition of chickens by using noninvasive measurements. *Poultry Science*, 80(7), 868–873. <https://doi.org/10.1093/ps/80.7.868>
- Miyuranga, K. A. V., Arachchige, U. S. P. R., Marso, T. M. M., & Samarakoon, G. (2023). Biodiesel production through the transesterification of waste cooking oil over typical heterogeneous base or acid catalysts. *Catalysts*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/catal13030546>
- Monika, Banga, S., & Pathak, V. V. (2023). Biodiesel production from waste cooking oil: A comprehensive review on the application of heterogeneous catalysts. *Energy Nexus*, 10(March), 100209. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2023.100209>
- Nanthagopal, K. (2022). Biodiesel Sustainability: Review of progress and challenges of biodiesel as sustainable biofuel. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 35(5), 421–435.
- Santos, J. C. S. D. (2022). Sustainable feedstocks and challenges in biodiesel production: An advanced bibliometric analysis. *Bioengineering*, 9(10), 539.
- Silva, A. L., Farias, A. F. F., Meneghetti, S. M. P., dos Santos, A., Filho, E., de Melo, F., & Costa, A. C. (2022). Optimization of biodiesel production via transesterification of soybean oil using α -MoO₃ catalyst obtained by the combustion method. *Arabian Journal of Chemistry*, 15(8). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2022.104012>

Wahyudi, W., Caroko, N., & Sampurna, H. B. (2023). Pengaruh densitas dan viskositas terhadap sudut Injeksi biodiesel jatropha-jagung (1:4 dan 4:1). *JMPM (Jurnal Material Dan Proses Manufaktur)*, 7(2), 108–117. <https://doi.org/10.18196/jmpm.v7i2.20072>