

# Optimasi Temperatur Pengadukan Terhadap *Yield* Biodiesel Dari Minyak Jelantah

Ari Dwi Cahyo<sup>a</sup>, Saskia Eka Dian<sup>b</sup>, Mutiara Dewi Rukmana<sup>c</sup>, Nurul Asni<sup>d</sup>, Silvia Devi Eka Putri<sup>e\*</sup>

<sup>a,b,c,d,e</sup> Program Studi Analis Kimia, Akademi Kimia Analis Caraka Nusantara, Depok, Indonesia 16951

\*Corresponding author: [silviadevi96@gmail.com](mailto:silviadevi96@gmail.com)

Diterima: 02 Juli 2024, Direvisi: 05 September 2024, Disetujui: 19 September 2024

## Abstrak

Peningkatan populasi dan penggunaan kendaraan bermotor di Indonesia telah menyebabkan meningkatnya kebutuhan bahan bakar minyak bumi, sementara cadangan energi fosil terus menurun. Biodiesel, sebagai salah satu alternatif bahan bakar ramah lingkungan, dapat diproduksi melalui proses transesterifikasi trigliserida menggunakan katalis metanol dan KOH. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan temperatur pengadukan terhadap *yield* biodiesel dari minyak jelantah. Minyak jelantah, yang merupakan limbah minyak goreng, digunakan sebagai bahan baku, dengan rasio molar metanol terhadap minyak sebesar 5:1 dan katalis KOH sebanyak 1,5% dari berat minyak. Pengadukan dilakukan pada kecepatan 200 rpm dengan variasi temperatur pengadukan (40°C, 50°C, 60°C, 70°C, dan 80°C) selama 1 jam. Setelah reaksi selesai, hasilnya dipisahkan menjadi dua lapisan, yaitu biodiesel (metil ester) dan gliserol, menggunakan corong pisah. Biodiesel kemudian dimurnikan melalui pencucian dengan air hingga air cucian netral, diikuti dengan filtrasi menggunakan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur pengadukan berpengaruh signifikan terhadap *yield* biodiesel. *Yield* tertinggi diperoleh pada temperatur 60°C, yaitu sebesar 73,50%, yang menunjukkan bahwa pada temperatur ini reaksi transesterifikasi berlangsung secara optimal. *Yield* menurun pada temperatur pengadukan yang lebih tinggi, dengan *yield* terendah dicapai pada temperatur 80°C sebesar 19,25%. Temuan ini menegaskan bahwa temperatur pengadukan yang tepat merupakan faktor kunci dalam mengoptimalkan produksi biodiesel dari minyak jelantah.

**Kata kunci:** biodiesel, minyak jelantah, transesterifikasi, katalis KOH, temperatur pengadukan, *yield*

## Abstract

The increase in population and use of motorized vehicles in Indonesia has caused an increase in the need for petroleum fuel, while fossil energy reserves continue to decline. Biodiesel, as an environmentally friendly alternative fuel, can be produced through a triglyceride transesterification process using methanol and KOH catalysts. This research aims to optimize the stirring temperature for the biodiesel yield from used cooking oil. Cooking and cooking oil waste are raw materials with a methanol-to-oil molar ratio of 5:1 and a KOH catalyst of 1.5% of the oil weight. Stirring was carried out at a speed of 200 rpm with varying stirring temperatures (40°C, 50°C, 60°C, 70°C, and 80°C) for 1 hour. After the reaction, the results are separated into two layers, biodiesel (methyl ester) and glycerol, using a separating funnel. Biodiesel is then purified by washing with heated hot water until the washing water is neutral, followed by filtration using Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. The results showed that the stirring temperature significantly affected the biodiesel yield. The highest results were obtained at a temperature of 60°C, namely 73.50%, which shows that the transesterification reaction took place optimally at this temperature. Yield decreased at higher mixing temperatures, with the lowest yield at 80°C at 19.25%. These findings confirm that the right mixing temperature is critical in optimizing biodiesel production from used cooking oil.

**Keywords:** biodiesel, used cooking oil, transesterification, KOH catalyst, mixing temperature, *yield*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan zaman dalam era modern ditandai oleh kemajuan teknologi dan

peningkatan signifikan dalam kebutuhan energi. Semakin meningkatnya kebutuhan energi saat ini menyebabkan cadangan

energi fosil semakin terkuras, khususnya minyak bumi. Namun, peningkatan ini tidak sebanding dengan ketersediaan minyak bumi yang semakin menipis (Caroline, dkk., 2021).

Krisis energi global yang disebabkan oleh meningkatnya konsumsi bahan bakar fosil dan menipisnya cadangan minyak bumi telah menciptakan kebutuhan mendesak akan sumber energi terbarukan. Bahan bakar fosil, yang tidak dapat diperbarui dan memerlukan waktu jutaan tahun untuk terbentuk, semakin habis akibat eksploitasi berlebihan. Dalam konteks ini, biodiesel telah muncul sebagai salah satu solusi potensial untuk mengatasi masalah energi dan lingkungan. Biodiesel diproduksi dari sumber daya terbarukan seperti minyak nabati dan lemak hewani dan memiliki keuntungan berupa sifat biodegradabilitas, emisi karbon yang lebih rendah, serta kompatibilitas dengan mesin diesel konvensional.

Minyak bumi adalah sumber daya tidak terbarukan yang pembentukannya memerlukan waktu yang sangat lama. Jika eksploitasi berlebihan ini terus dilakukan, minyak bumi diperkirakan akan habis. Akibatnya, kebutuhan akan sumber energi terbarukan telah muncul. Biodiesel adalah salah satu pilihan yang menjanjikan sebagai bahan bakar alternatif (Caroline, dkk., 2021).

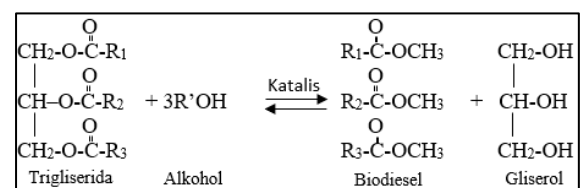
Biodiesel dapat dibuat dengan mensintesis asam lemak dari berbagai minyak nabati, antara lain minyak kelapa, minyak sawit, minyak kedelai, minyak bunga matahari, minyak kacang, minyak jarak pagar, dan minyak dari tanaman lainnya. Produksi biodiesel dari minyak jelantah mengalami peningkatan signifikan sejak penggunaan minyak jelantah sebagai campuran pakan ternak dilarang karena sifat karsinogeniknya (zat yang dapat memicu atau menyebabkan kanker). Penggunaan

minyak jelantah untuk biodiesel dinilai lebih ekonomis ketika membandingkan biaya bahan baku dengan minyak sawit murni (CPO), karena sisa minyak goreng adalah sumber daya yang belum dimanfaatkan. Kebanyakan orang memasak menggunakan minyak sawit, yang mendukung pengembangan biodiesel dari sisa minyak goreng tersebut. Hal ini menjadi titik awal dalam penyediaan bahan baku biodiesel secara berkelanjutan (Caroline, dkk., 2021).

Biodiesel biasanya dihasilkan dari ester asam lemak dengan rantai karbon mulai dari C6 hingga C22. Salah satu metode untuk membuat biodiesel adalah esterifikasi asam lipid dari minyak nabati atau transesterifikasi trigliserida dengan alkohol. Teknik ini menghasilkan dua produk utama yaitu biodiesel (metil ester) dan gliserin sebagai produk sampingan. (Firda, dkk., 2021).

Transesterifikasi adalah proses kimia yang mengubah molekul trigliserida besar dari minyak nabati dan lemak menjadi molekul rantai lurus yang lebih kecil mirip dengan yang ditemukan dalam bahan bakar diesel. Dalam proses ini, lemak nabati atau hewani bereaksi dengan alkohol (seringkali metanol) dan katalis (biasanya basa) untuk menghasilkan ester alkil. (metil ester jika metanol yg digunakan) (Hadrah, dkk., 2018).

Reaksi transesterifikasi trigliserida menjadi metil ester atau biodiesel adalah:



**Gambar 1.** Reaksi transesterifikasi

Banyak penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi optimasi proses produksi

biodiesel dari berbagai bahan baku dan proses pembuatan. Pada penelitian Hadrah, dkk (2018), menganalisis bahwa rasio molar bahan baku terhadap metanol memengaruhi hasil biodiesel.

Lalu penelitian Rian Efendi, dkk (2021) dalam pembuatan biodiesel berdasarkan jumlah pemakaian minyak jelantah dengan metode esterifikasi-transesterifikasi untuk mengoptimalkan produksi biodiesel, menghasilkan biodiesel dengan nilai rendemen rata-rata sebesar 83,268%. Biasanya, produksi biodiesel dioptimalkan dengan menggunakan katalis tertentu atau modifikasi proses.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh variasi temperatur pengadukan terhadap *yield* biodiesel yang dihasilkan dari minyak jelantah menggunakan katalis KOH. Dengan memfokuskan pada optimasi temperatur pengadukan, diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan panduan praktis bagi produksi biodiesel yang lebih efisien dan berkelanjutan, serta berkontribusi pada pengembangan teknologi energi terbarukan yang ramah lingkungan.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Alat

Instrumen utama penelitian ini antara lain *hotplate* dengan pengaduk magnetik yang dilengkapi dengan kontrol temperatur digital untuk memastikan temperatur tetap stabil selama proses pengadukan. Minyak jelantah disaring menggunakan filter kertas saring untuk memastikan penghilangan partikel kontaminan. Proses pencucian biodiesel dilakukan dengan menggunakan air demineralisasi dan diukur pH-nya menggunakan kertas pH. Dan alat pendukung analisis bahan baku antara lain gelas Pyrex, gelas kimia, erlenmeyer, dan gelas ukur.

### 2.2 Bahan

Bahan utama yang digunakan meliputi minyak jelantah yang diperoleh dari sisa penggorengan, metanol (99% kemurnian), dan kalium hidroksida (KOH) sebagai katalis. Konsentrasi katalis KOH yang digunakan dalam eksperimen ini adalah 1,5% dari berat minyak jelantah. Jumlah metanol yang digunakan memiliki rasio molar terhadap minyak sebesar 5:1. Sedangkan bahan pendukung adalah  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

### 2.3 Prosedur Penelitian

Persiapan bahan baku dilakukan dengan menyaring minyak jelantah terlebih dahulu menggunakan filter kertas untuk menghilangkan kontaminan. Proses ini berlangsung selama 15 menit untuk setiap sampel minyak guna memastikan bahwa semua partikel padat tersaring.

Reaksi transesterifikasi dilakukan dengan menimbang sebanyak 64 gram minyak jelantah yang telah disaring dimasukkan ke dalam beaker glass dan dipanaskan pada temperatur yang telah ditentukan yaitu 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, dan 80°C menggunakan *hotplate* dengan pengaduk magnetik. Pengadukan dilakukan pada kecepatan konstan **200 rpm selama 1 jam** untuk memastikan homogenitas campuran. Metanol ditambahkan dengan rasio molar 5:1 terhadap minyak, dan KOH sebanyak 1,5% dari berat minyak ditambahkan sebagai katalis. Temperatur dijaga konstan selama reaksi menggunakan kontrol temperatur otomatis pada *hotplate*.

Prosedur penelitian dilakukan dengan menimbang 64 gram minyak goreng bekas yang telah disaring, kemudian ditambahkan metanol dengan perbandingan terhadap minyak adalah 5:1 dan total katalis kalium hidroksida (KOH) sebesar 1,5% dari berat minyak jelantah. Selanjutnya di *stirrer* pada 200 rpm masing-masing dengan temperatur yg

berbeda (40, 50, 60, 70, dan 80)°C selama 1 jam.

Hasil dari proses ini di masukan ke dalam corong pisah, dan terjadi 2 lapisan gliserol dan ester, gliserol dibuang, sedangkan ester di cuci dengan aquades. Proses pencucian dilakukan berulang sampai air cucian netral, lalu dilakukan filtrasi dengan penambahan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pada kertas saring.

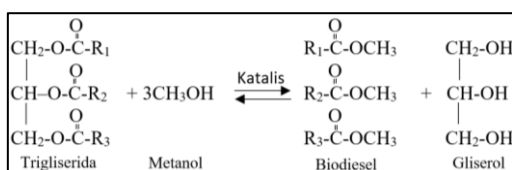
Proses Pemurnian biodiesel dilakukan setelah reaksi selesai, campuran dipindahkan ke dalam corong pisah untuk memisahkan 2 lapisan yang terdiri atas gliserol dan ester. Proses dibiarkan selama 24 jam untuk memisahkan biodiesel (lapisan metil ester) dan gliserol. Lapisan gliserol dibuang, sementara lapisan biodiesel dicuci menggunakan air hingga pH air cucian mencapai nilai netral (pH 7), yang diukur menggunakan indikator pH. Proses pemurnian dilanjutkan dengan melakukan filtrasi dengan penambahan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pada kertas saring.

#### 2.4 Analisis Data

*Yield* biodiesel dihitung dengan membandingkan berat biodiesel yang dihasilkan dengan berat awal minyak jelantah. Data *yield* yang dihasilkan dari berbagai temperatur pengadukan dicatat dan dianalisis.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Trigliserida atau minyak goreng bekas, diubah menjadi metil ester atau biodiesel dan gliserol dalam penelitian ini berdasarkan reaksi berikut:



**Gambar 2.** Reaksi transesterifikasi trigliserida menjadi biodiesel dengan metanol

Pada tahapan awal minyak jelantah disaring terlebih dahulu sesuai Gambar 3.



**Gambar 3.** Proses penyaringan minyak jelantah

Minyak pada tahapan ini berubah yang semula coklat kehitaman menjadi coklat. Tujuan dari langkah ini adalah untuk membersihkan minyak goreng bekas dari kontaminan sehingga diharapkan hasil biodiesel akan optimal. Langkah selanjutnya adalah penambahan metanol.

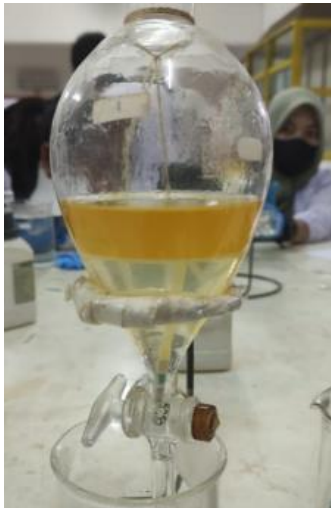
Pada penelitian ini dipilih metanol sebagai sumber alkohol karena reaktifitasnya yang tinggi dan harga yang terjangkau. Katalis juga digunakan dalam reaksi transesterifikasi. Katalis yang digunakan adalah katalis basa (KOH) sebagai katalis homogen. Pemilihan katalis basa (KOH) dikarenakan dapat digunakan pada temperatur dan tekanan yang tidak terlalu tinggi.

Pada penambahan ini terjadi perubahan yang semula berwarna coklat terang menjadi coklat keruh. Setelah itu dilakukan pengadukan 200 rpm dan pemanasan dengan temperatur yang berbeda-beda (40, 50, 60, 70, dan 80)°C selama 1 jam. Proses ini kemudian didiamkan selama 1 hari dan menghasilkan dua lapisan seperti yang terlihat pada Gambar 4.



**Gambar 4** Lapisan biodiesel atas metil ester dan bawah gliserol

Proses pencucian ester dan didapatkan hasil 2 lapisan yang berwarna kuning terang dibandingkan dari sebelumnya seperti yang disajikan pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Pencucian biodiesel

Hasil yang dihasilkan kemudian dihitung rendemen nya dengan membandingkan hasil biodiesel yang dihasilkan dengan sampel minyak mula-mula. Pada Tabel 1 menyajikan data hasil rendemen atau *yield* yang dihasilkan dari variasi temperatur pengadukan yang berbeda-beda.

Penelitian ini menghasilkan data yang disajikan dalam Tabel 1 dan Gambar 6 yang mengilustrasikan pengaruh variasi

temperatur pengadukan terhadap *yield* biodiesel yang dihasilkan dari minyak jelantah. Namun, nilai *yield* yang tercantum, seperti 7350%, tampak jauh lebih tinggi dibandingkan nilai *yield* yang biasanya dilaporkan dalam literatur, yang berkisar antara 70% hingga 90%. Hal ini menunjukkan adanya kesalahan dalam perhitungan atau pelaporan data. Oleh karena itu, perlu dilakukan klarifikasi terkait metode perhitungan *yield* untuk memastikan validitas ilmiah hasil penelitian ini.

**Tabel 1.** *Yield* yang dihasilkan dari variasi temperatur pengadukan

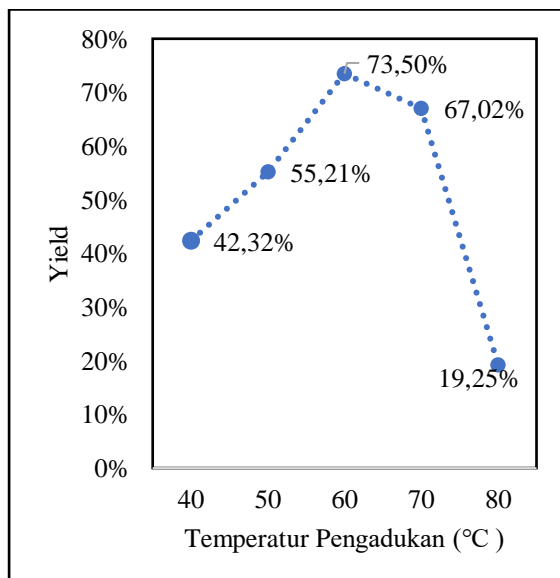
Variasi temperatur	<i>Yield</i> yang dihasilkan
40°C	42,32%
50°C	55,21%
60°C	73,50%
70°C	67,02%
80°C	19,25%

Berdasarkan Tabel 1 hasil penelitian menunjukkan bahwa *yield* tertinggi, yaitu sebesar 73,50%, diperoleh pada temperatur pengadukan 60°C, sementara pada temperatur yang lebih tinggi, yaitu 70°C dan 80°C, *yield* menurun secara signifikan, dengan *yield* terendah sebesar 19,25% pada 80°C. Temperatur pengadukan berperan penting dalam mempengaruhi kinetika reaksi transesterifikasi. Pada temperatur 60°C, laju reaksi mengalami peningkatan karena temperatur tersebut memungkinkan peningkatan kelarutan metanol dalam minyak dan mengoptimalkan aktivitas katalis KOH, sehingga reaksi berjalan lebih efisien. Sebaliknya, pada temperatur yang lebih tinggi, terjadi penurunan *yield* yang disebabkan oleh penguapan metanol, yang mengurangi jumlah reaktan yang tersedia untuk reaksi.

Selain itu, pada temperatur tinggi (>60°C), terdapat kemungkinan terjadinya reaksi

samping, seperti saponifikasi yang mengonsumsi sebagian metanol dan trigliserida, sehingga mengurangi jumlah biodiesel yang terbentuk. Hal ini menjelaskan penurunan *yield* pada temperatur 70°C dan 80°C, di mana proses transesterifikasi tidak berlangsung optimal dan efisiensi konversi menurun.

Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini konsisten dengan temuan Hadrah dkk. (2018) dan Efendi dkk. (2021), yang juga melaporkan bahwa temperatur pengadukan berpengaruh signifikan terhadap *yield* biodiesel. Berdasarkan penelitian dari Hadrah dkk. menemukan bahwa *yield* optimal dicapai pada temperatur sekitar 60°C, yang sejalan dengan hasil studi ini. Efendi dkk. juga melaporkan bahwa temperatur pengadukan yang lebih tinggi dari 70°C menurunkan *yield* biodiesel akibat penguapan metanol dan terjadinya reaksi samping



**Gambar 6.** Hasil pengaruh temperatur terhadap *yield* yang dihasilkan

Pada Gambar 6 diatas terlihat bahwa dengan adanya variasi temperatur didapatkan rendemen yang berbeda-beda. Penurunan *yield* biodiesel pada temperatur 70°C dan 80°C dapat dijelaskan melalui mekanisme penguapan metanol dan reaksi

saponifikasi. Pada temperatur yang lebih tinggi, volatilitas metanol meningkat, menyebabkan sebagian reaktan menguap sebelum reaksi transesterifikasi selesai. Selain itu, temperatur yang terlalu tinggi mempercepat reaksi saponifikasi, yang menyebabkan pembentukan sabun dan penurunan *yield* biodiesel. Hal ini menunjukkan bahwa temperatur di atas 60°C tidak efektif dalam meningkatkan *yield*, melainkan menurunkan efisiensi konversi.

Penurunan *yield* biodiesel pada temperatur 70°C dan 80°C dapat dijelaskan melalui mekanisme penguapan metanol dan reaksi saponifikasi. Pada temperatur yang lebih tinggi, volatilitas metanol meningkat, menyebabkan sebagian reaktan menguap sebelum reaksi transesterifikasi selesai. Selain itu, temperatur yang terlalu tinggi mempercepat reaksi saponifikasi, yang menyebabkan pembentukan sabun dan penurunan *yield* biodiesel. Hal ini menunjukkan bahwa temperatur di atas 60°C tidak efektif dalam meningkatkan *yield*, melainkan menurunkan efisiensi konversi

Pada mulanya hasil rendemen atau *yield* biodiesel meningkat akan tetapi Ketika telah tercapai temperatur optimum maka rendemen atau *yield* yang dihasilkan menurun. Jika dibandingkan dengan temperatur lainnya, bahan baku minyak jelantah telah menerima panas paling banyak untuk bereaksi pada temperatur 60°C.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa temperatur pengadukan merupakan variabel penting dalam proses transesterifikasi yang memengaruhi *yield* biodiesel yang dihasilkan dari minyak jelantah. Temperatur pengadukan optimal yang menghasilkan *yield* tertinggi, sebesar 73,50%, tercapai pada temperatur 60°C.

Kondisi ini menunjukkan bahwa pada temperatur tersebut, homogenitas campuran antara bahan baku, metanol, dan katalis tercapai secara optimal, sehingga reaksi transesterifikasi berlangsung lebih efisien.

Penelitian ini memiliki implikasi signifikan bagi produksi biodiesel, khususnya dalam skala industri yang memanfaatkan minyak jelantah sebagai bahan baku. Pengaturan temperatur pengadukan yang tepat memungkinkan optimalisasi output biodiesel dan pengurangan biaya produksi. Selain itu, pemanfaatan limbah minyak goreng sebagai bahan baku biodiesel mendukung keberlanjutan lingkungan dan ekonomi sirkular, dengan mengonversi limbah yang tidak terpakai menjadi sumber energi alternatif yang dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.

Namun, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, di antaranya penggunaan satu jenis bahan baku, yaitu minyak jelantah, serta fokus yang hanya pada variasi temperatur pengadukan. Faktor-faktor lain seperti jenis katalis, rasio molar metanol, dan waktu reaksi belum dieksplorasi dalam penelitian ini, sehingga hasil yang diperoleh masih dapat dioptimalkan melalui penelitian lanjutan.

Untuk penelitian selanjutnya dilakukan pengujian terhadap variasi parameter lain, seperti penggunaan katalis alternatif, waktu reaksi yang berbeda, dan rasio molar metanol yang lebih beragam. Penggunaan berbagai jenis bahan baku juga perlu diteliti untuk mengevaluasi apakah hasil serupa dapat dicapai dengan minyak nabati bekas lainnya. Selain itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengkaji penerapan teknologi ini dalam skala industri, guna menilai dampaknya terhadap efisiensi energi, biaya produksi, dan kontribusinya terhadap pengurangan emisi karbon.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Dimawarnita, F., dkk. (2021). Optimasi Produksi Biodiesel Berbasis Minyak Nabati Menggunakan Aspen HYSYS. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 31(1), 98–109. <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnaltin>.
- Sutanto, F.C., dkk. (2021). Pra Rancangan Pabrik Biodiesel Dari Minyak Jelantah Menggunakan Metode Transesterifikasi Dengan Kapasitas 50.000 Ton/Tahun. *Jurnal Teknik ITS*, Vol. 10 No. 2. [ejournalits.ac.id](http://ejournalits.ac.id).
- Hadrah, dkk. (2018). Analisis Minyak Jelantah Sebagai Bahan Bakar Biodiesel Dengan Proses Transesterifikasi. *Jurnal Daur Lingkungan*, 1(1), 16-21. <http://daurling.unbari.ac.id>.
- Efendi, R., dkk. (2021). Pembuatan Biodiesel Minyak Jelantah Menggunakan Metode Esterifikasi-Transesterifikasi Berdasarkan Jumlah Pemakaian Minyak Jelantah. *Workshop Dan Seminar Nasional Riset Industri Prosiding*, 9, 402-409. [jurnal.polban.ac.id](http://jurnal.polban.ac.id).
- Mawarni, D.I., dan Suryanto. H. (2018). Pengaruh Temperatur Pengadukan Terhadap Yield Biodiesel Dari Minyak Jelantah. *Jurnal SIMETRIS*, 9(1). [jurnal.umk.ac.id](http://jurnal.umk.ac.id).
- Monde, J., Fransiskus, H., Lutfi, M., & Kumalasari, PI. (2022). Pengaruh Temperatur pada Proses Transesterifikasi Terhadap Kualitas Biodiesel Dari Minyak Jelantah. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 1325–1330. <https://doi.org/10.31004/jptam.v6i1.3113>.
- Busyairi, M., dkk. (2020). Potensi Minyak Jelantah Sebagai Biodiesel dan Pengaruh Katalis Serta Waktu Reaksi Terhadap Kualitas Biodiesel Melalui Proses Transesterifikasi. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(2).

<https://mail.ojs.serambimekkah.ac.id>.  
Oko, S., dan Feri, M. (2019).  
Pengembangan Katalis CaO Dari  
Cangkang Telur Ayam Dengan

Impregnasi KOH Dan Aplikasinya  
Terhadap Pembuatan Biodiesel Dari  
Minyak Jarak. *Jurnal Teknologi*,  
11(2). [jurnal.umj.ac.id](http://jurnal.umj.ac.id).