

Pengaruh Suhu Dalam Katalis Reaksi Transesterifikasi Biodiesel Dari Minyak Jelantah Menggunakan Katalis CaO Cangkang Keong Mas (*Pomacea canaliculata Lamarck*)

Hilda Melani^{1*}, Dine Agustine², Siti Maftukhah³

^{1,2,3}Teknik Kimia, Universitas Islam Syekh Yusuf, Tangerang, Indonesia

¹ 1904010003@students.unis.ac.id, ² dine@unis.ac.id, ³ sitimaftukhah@unis.ac.id,

Abstrak

Penggunaan bahan bakar Indonesia semakin meningkat, dapat menyebabkan menipisnya energi tidak terbarukan. Oleh karena itu, ditemukannya solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut menjadikan biodiesel sebagai bahan bakar alternatif energi terbarukan dari minyak jelantah. Minyak jelantah sangat berpotensi untuk dikembangkan dalam pembuatan biodiesel, karena minyak jelantah termasuk bahan bakar minyak nabati yang mudah ditemukan. Dalam pembuatan biodiesel diperlukannya peran aktif katalis untuk menghasilkan biodiesel dengan kemurnian yang tinggi. Katalis CaO yang digunakan dalam pembuatan biodiesel diperoleh dari limbah cangkang keong mas (*Pomacea canaliculata Lamarck*) yang selama ini hanya sebagai hama pertanian dan pemanfaatannya belum maksimal. Biodiesel dalam penelitian ini diperoleh dengan cara melakukan preparasi minyak jelantah dan cangkang keong mas (*Pomacea canaliculata Lamarck*), transesterifikasi, penyaringan dan pengeringan, serta uji kualitas biodiesel. Tujuan penelitian yang dilakukan ini adalah untuk mengetahui suhu optimum dalam reaksi transesterifikasi dengan variasi suhu 50°C, 60°C, dan 70°C dan konsentrasi katalis CaO yang digunakan sebanyak 2%. Perbandingan rasio minyak dan methanol yang digunakan adalah 6:1, lama waktu pengadukan 90 menit, dan kecepatan 650 rpm. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan rendemen maksimum biodiesel yaitu pada perlakuan suhu 60°C.

Article History:

Received 22 Agustus 2023

Revised 27 September 2023

Accepted 04 Oktober 2023

Available online 15 Mei 2024

Kata Kunci : Biodiesel, Cangkang Keong Mas, Kalsium Oksida (CaO), Minyak Jelantah, Transesterifikasi

Abstract

The use of fuel in Indonesia is increasing, which can lead to depletion of non-renewable energy. Therefore finding a solution to overcome this problem makes biodiesel an alternative fuel for renewable energy from used cooking oil. Used cooking oil has the potential to be developed in the manufacture of biodiesel, because it is an easy-to-find vegetable oil fuel. In the manufacture of biodiesel requires the active role of a catalyst to produce biodiesel with high purity. The CaO catalyst used in the manufacture of biodiesel is obtained from waste shells of the golden snail (*Pomacea canaliculata Lamarck*) which so far has only been used as an agricultural pest and its utilization has not been maximized. Biodiesel in this study was obtained by preparing used cooking oil and golden snail (*Pomacea canaliculata Lamarck*) shells, transesterification, filtering and drying, as well as testing the quality of biodiesel. The purpose of this research was to determine the optimum temperature in the transesterification reaction with variations in temperature of 50 °C, 60 °C and 70 °C and the concentration of CaO catalyst used was 2%. The ratio of oil and methanol used was 6:1, the stirring time was 90 minutes, and the speed was 650 rpm. From the results of this study it can be concluded that the maximum yield of biodiesel is at a temperature of 60 °C.

Keywords : Biodiesel, Golden Snail Shell, Calcium Oxide (CaO), Used Cooking Oil, Transesterification

1. Pendahuluan

Fenomena umum terkait meningkatnya penggunaan bahan bakar di Indonesia semakin meningkat, dapat menyebabkan menipisnya energi tidak terbarukan. Oleh karena itu, untuk mengurangi kebutuhan energi yang meningkat ditemukannya solusi, yaitu menjadikan biodiesel sebagai bahan bakar alternatif yang dapat menjadi sumber energi terbarukan (Syahputri & Broto, 2020). Biodiesel adalah sumber energi alternatif bersifat tidak mencemari lingkungan, terbuat dari sumber daya energi terbarukan yang dapat diperbarui (*renewable energy*) dan berasal dari mono-alkil ester asam lemak rantai panjang dari minyak nabati seperti dan lemak hewani (Suherman *et al.*, 2022).

Sumber bahan baku pembuatan biodiesel yang sangat potensial dikembangkan yaitu minyak jelantah, karena minyak jelantah ini termasuk bahan bakar minyak nabati yang mudah ditemukan. Minyak jelantah merupakan minyak yang sudah mengalami perubahan fisik dan kimia akibat sudah digunakan dan bahkan dipanaskan berkali-kali (Rubianto, 2018). Indonesia sudah mengkonsumsi minyak goreng sawit sampai 16,2 juta kiloliter (kL). Dari angka tersebut dapat menghasilkan minyak jelantah berkisar 40-60% atau 6,46 - 9,72 juta kiloliter (kL) (Humas EBTKE, 2020). Namun, rata-rata pengguna hanya saja membuang limbah minyak jelantah tanpa dilakukan pengolahan. Hal ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Salah satu upaya yang dapat mengurangi serta mengatasi dampak dari pembuangan sisa minyak jelantah adalah menjadikannya sebagai bahan dasar untuk pembuatan biodiesel sehingga dapat memberi manfaat yang berharga bagi masyarakat.

Pada umumnya, metode utama yang digunakan dalam reaksi pembuatan biodiesel ada dua diantaranya yaitu reaksi esterifikasi dan reaksi transesterifikasi. Reaksi transesterifikasi dapat dipengaruhi oleh 2 faktor yaitu suhu dan katalis. Suhu tinggi dapat menyebabkan viskositas biodiesel yang nantinya akan semakin menurun dan menguapnya alkohol. Oleh sebab itu, reaksi transesterifikasi dilakukan pada suhu dibawah titik didih metanol yaitu kisaran 60°C-65°C. Sedangkan untuk menghasilkan produk dengan kemurnian yang tinggi, hanya saja pada kedua reaksi tersebut membutuhkan waktu banyak. Oleh sebab itu, dengan menambahkan katalis dapat mempersingkat waktu reaksi (Sari *et al.*, 2022). Katalis dapat dipakai pada proses esterifikasi umumnya memakai katalis asam kuat H₂SO₄, sedangkan reaksi transesterifikasi pada umumnya menggunakan katalis NaOH dan KOH atau biasa disebut katalis basa homogen (Astuti *et al.*, 2019). Namun, penggunaan katalis homogen ini memiliki kelemahan yaitu membutuhkan waktu yang berlangsung sangat lama ketika pemisahan gliserol dengan metil ester sehingga membutuhkan air yang banyak, dapat membentuk emulsi, menimbulkan reaksi penyabunan pada saat reaksi transesterifikasi, dan korosif pada reaktor.

Permasalahan yang ada akibat penggunaan katalis homogen dapat diatasi dengan penggunaan katalis heterogen. Katalis heterogen yang sering diteliti berasal dari Kalsium Oksida (CaO) karena memiliki beberapa keunggulan mulai dari nilai kebasahan yang tinggi, biaya yang dibutuhkan murah, memiliki bentuk yang padat sehingga mudah terpisahkan pada akhir pembuatan biodiesel, serta ketersediaan yang banyak terutama bisa diambil dari limbah-limbah hewani (Sari *et al.*, 2022). Ketersediaan katalis CaO terdapat pada limbah cangkang bekicot (*Achatina fulica*) yaitu 97,601% yang diperoleh dengan proses kalsinasi disuhu 900°C dalam waktu 10 jam (Kurniawan & Perdana, 2022), dan cangkang telur ayam yaitu 90,9% yang dikalsinasi pada suhu 900°C selama 4 jam (Syahputri & Broto, 2020).

Hewan golongan *mollusca* keong Mas (*Pomacea canaliculata Lamarck*) merupakan hewan yang dilindungi oleh cangkang berwarna keemasan mengandung kalsium karbonat (CaCO₃), sehingga berpotensi sebagai sumber katalis basa heterogen yang dapat menghasilkan kadar CaO sebesar 95,60% yang dikalsinasi pada suhu 900°C selama 5 jam (Rezkiyani, 2018). Menurut Pancawati, 2016 dalam hasil penelitian (Rezkiyani, 2018) cangkang keong mas berdasarkan hasil *Energy Dispersive X-Ray (EDX)* didapatkan komposisi kimia dengan berat pada umumnya yaitu Magnesium Oksida (MgO) 1,68%, Aluminium Oksida (Al₂O₃) 1,04% dan Silikon Dioksida (SiO₂) 4,29% dan Kalsium Karbonat (CaCO₃) 92,68%. CaCO₃ yang mengalami proses dapat menghasilkan CaO. Keong mas selama ini hanya sebagai hama pertanian dan pemanfaatannya belum maksimal, sebagai contoh pemanfaatan cangkang keong mas untuk pupuk organik cair (Suharjono *et al.*, 2022), sebagai kitosan (Lidia *et al.*, 2022), dan lain-lain. Dari latar belakang diatas, penulis mencoba mencari suhu optimum dalam reaksi transesterifikasi untuk mengetahui kualitas dari produk yang dihasilkan.

2. Bahan dan Metode

BAHAN

Bahan baku utama yang digunakan untuk penelitian ini adalah minyak jelantah dari rumah tangga sekali pemakaian, dan katalis Kalsium Oksida (CaO) dari cangkang keong mas (*Pomacea canaliculata Lamarck*).

ALAT

Erlenmeyer, gelas ukur, pipet tetes, corong pisah, *magnetic stirrer*, *hot plate*, *furnace*, alat titrasi, neraca analitik, kertas saring, alat refluks, botol sampel, dan *oven*.

METODE

Preparasi Limbah Minyak Jelantah Rumah Tangga

Limbah minyak jelantah dipanaskan pada suhu 40°C kemudian didinginkan. Setelah itu dilakukan penyaringan yang bertujuan untuk menghilangkan residu makro yang masih menempel pada minyak jelantah (Efendi *et al.*, 2018).

Preparasi Katalis CaO Dari Limbah Cangkang Keong Mas (*Pomacea canaliculata Lamarck*)

Cangkang keong mas (*Pomacea canaliculata Lamarck*) dibersihkan dari dagingnya. Setelah itu, cangkang dikeringkan pada sinar matahari sampai kering, kemudian cangkang dilakukan penghalusan dan pengayakan (ukuran 100 mesh). Kemudian dioven sampai kering pada suhu 100°C selama 2 jam. Lalu cangkang keong mas (*Pomacea canaliculata Lamarck*), kemudian dikalsinasi menggunakan *furnace* selama 5 jam pada suhu 900°C (Rezkiyani, 2018).

Transesterifikasi

Proses transesterifikasi dilakukan dengan menyiapkan larutan metoksida, yaitu metanol 98% sebanyak 25 ml dan dicampur sampai homogen menggunakan katalis CaO pada konsentrasi 2% (b/v), dengan waktu ±30 menit. Kemudian dilakukan pencampuran pada minyak jelantah sebanyak 150 ml, dan dilakukan pengadukan pada alat refluks kecepatan 650 rpm pada suhu 50°C, 60°C, 70°C selama 90 menit (Setiawan *et al.*, 2022). Biodiesel kemudian disaring dengan kertas saring untuk memisahkan campuran biodiesel dan katalis. Setelah pemisahan, biodiesel ditempatkan dalam corong pemisah selama 24 jam untuk memisahkan biodiesel dengan gliserol (Efendi *et al.*, 2018). Berikut satuan percobaan yang dilakukan pada penelitian ini adalah 3 perlakuan seperti terlihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1 Perlakuan Proses Transesterifikasi

No	Variabel			Analisa
	t (menit)	T (°C)	k (%)	
1	90	50	2%	V
2	90	60	2%	V
3	90	70	2%	V

Sumber : Rancangan Penelitian Pribadi

Penyaringan dan Pengeringan

Penyaringan dilakukan kembali untuk memisahkan sisa-sisa gliserol dan sisa-sisa katalis. Agar lebih mendapatkan biodiesel yang jernih. Sedangkan pengeringan dihilangkan dengan cara dipanaskan dalam oven pada suhu 100°C hingga kadar air biodiesel hilang.

Uji Rendemen Biodiesel

Nilai rendemen atau rendemen dari biodiesel bisa dihitung menggunakan persamaan berikut (Setiawan *et al.*, 2022) :

$$Yield (\%) = \frac{W_p}{W_f} \times 100\%$$

Keterangan:

- Wp = massa produk biodiesel (gr)
 Wf = massa limbah minyak lemak (gr)

3. Hasil dan Pembahasan

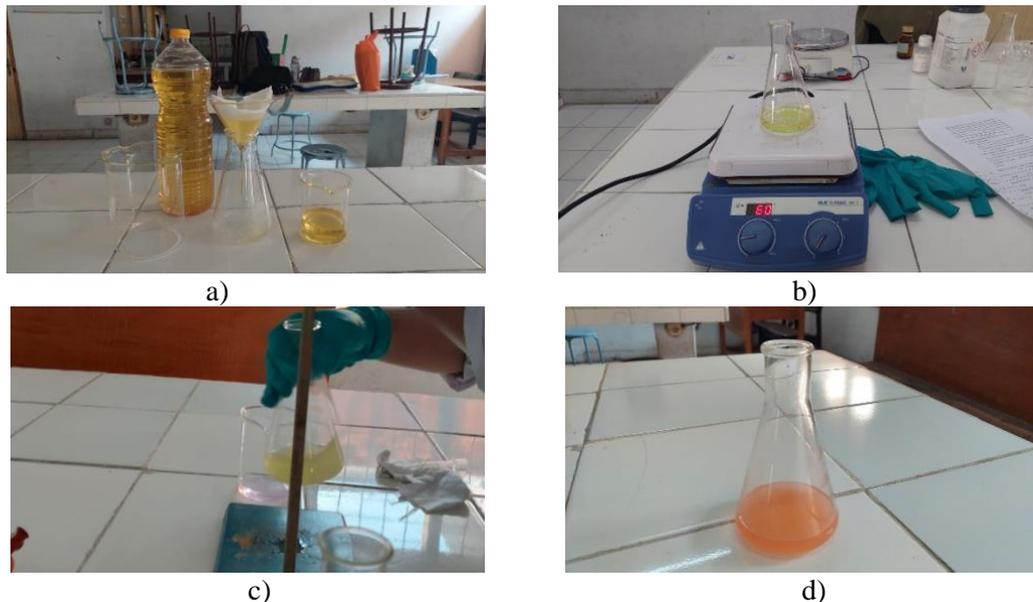
PREPARASI BAHAN

Hasil analisa sifat fisika-kimia minyak jelantah setelah dilakukan preparasi ditunjukkan pada Tabel 2 sebagai berikut:

Sifat Fisika-Kimia	Hasil Analisa
Warna	Kuning sedikit kecoklatan (minyak jelantah sekali pemakaian)
Bau	Sedikit menyengat khas bau minyak jelantah
Densitas	0,86 g/ml
Kadar %FFA	0,45 %
Bilangan Asam	0,89 mg-KOH / gr

Sumber : Penelitian Pribadi

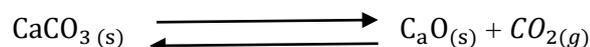
Dari tabel 2 diketahui bahwa densitas minyak jelantah yang diperoleh sebesar 0,86 g/ml pada 40°C (Suleman et al., 2019), kadar %FFA pada minyak jelantah sebesar 0,45% dan bilangan asam sebesar 0,89 mg-KOH/gr. Karena kandungan %FFA minyak jelantah ini kurang dari 2,5%, sehingga dapat langsung dilakukan proses transesterifikasi untuk menghasilkan biodiesel. Jika lebih dari 2,5% maka harus dilakukan proses esterifikasi yang bertujuan untuk menurunkan %FFA agar pada saat proses transesterifikasi tidak membentuk sabun (Syahputri & Broto, 2020). Proses preparasi minyak jelantah dapat dilihat Gambar 1 sebagai berikut:



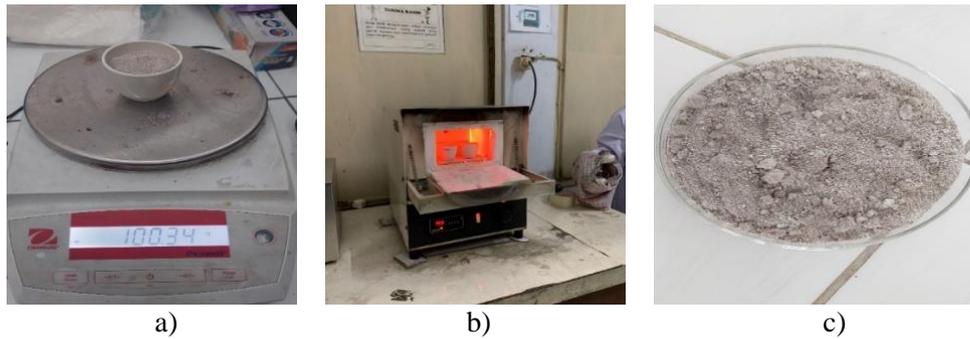
Gambar 1 Preparasi Minyak Jelantah
 a) Penyaringan Minyak Jelantah b) Pemanasan Minyak Jelantah & Metanol
 c) Titrasi dengan indikator PP & KOH d) Titrasi Larutan

Sumber : Penelitian Pribadi

Hasil kalsinasi kalsinasi cangkang keong mas yang berpotensi sebagai katalis basa heterogen dapat menghasilkan kadar CaO sebesar 95,60% (Rezkiyani, 2018) dan mendapat hasil reaksi sebagai berikut:



Berikut proses kalsinasi yang dilakukan dengan suhu 900°C selama 5 jam ditunjukkan pada Gambar 2 berikut:



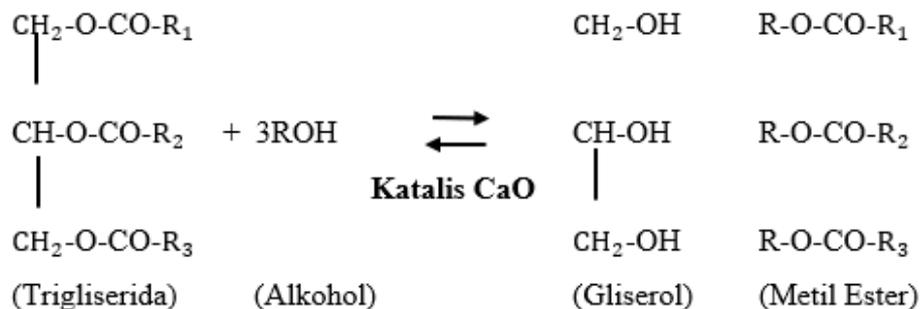
Gambar 2 Proses Kalsinasi Cangkang Keong

- a) Cangkang Keong Mas Sesudah Merser 100 mesh b) Proses Kalsinasi di Furnace 900°C selama 5 jam c) Setelah Kalsinasi Menghasilkan CaO
 Sumber : Penelitian Pribadi

Pada gambar 2 menerangkan bahwa tujuan dari proses kalsinasi tersebut adalah untuk mengeluarkan bahan karbon dioksida CO₂ melalui reaksi dekomposisi kalsium karbonat. Setelah proses kalsinasi, katalis disimpan di dalam desikator agar tidak terkontaminasi dengan udara, yang biasanya mengandung oksigen (O₂) dan karbon dioksida (CO₂). Jika tidak, struktur katalis akan berubah kembali menjadi CaCO₃ seperti yang dilakukan sebelumnya (Sari et al., 2022).

REAKSI TRANSESTERIFIKASI

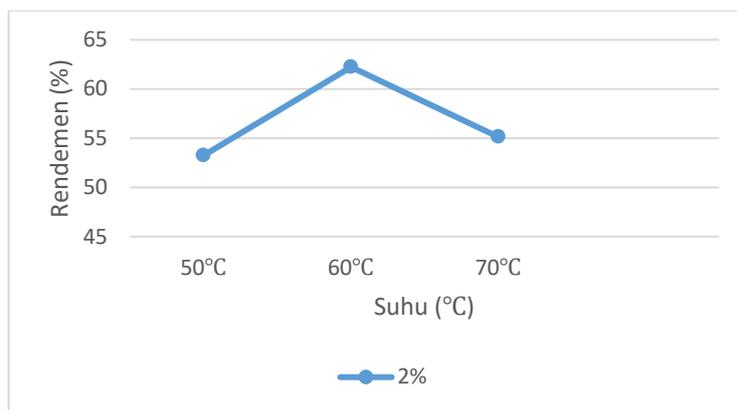
Pada proses transesterifikasi ini bahan yang digunakan adalah minyak jelantah rumah tangga sekali pemakaian. Trigliserida akan terkonversi menjadi di-gliserida dan mono-gliserida dengan pertukaran gugus alkohol dari suatu ester dengan ester lain, yang membentuk biodiesel (metil ester) dan gliserol (Afandi *et al.*, 2021). Adapun reaksi yang terbentuk ditunjukkan pada Gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 3 Reaksi Transesterifikasi

Sumber : Penelitian Pribadi

Pada reaksi transesterifikasi, suhu tinggi dapat menyebabkan viskositas biodiesel yang nantinya akan semakin menurun dan menguapnya alkohol. Oleh sebab itu, reaksi transesterifikasi dilakukan pada suhu dibawah titik didih metanol yaitu kisaran 60°C-65°C. Rendemen biodiesel yang dihasilkan oleh pengaruh suhu ditunjukkan pada Gambar 4 sebagai berikut:



Gambar 4 Grafik Pengaruh Suhu Katalis pada Waktu Reaksi 90 menit, Kecepatan 650 rpm dengan Perbandingan Volume Metanol : Minyak yaitu 1:6 atau 25 ml:150 ml Terhadap Rendemen Biodiesel
Sumber: Hasil Penelitian Pribadi

Gambar 4 Dalam proses pembuatan biodiesel semakin tinggi suhu reaksi maka rendemen yang dihasilkan akan meningkat. Hal ini disebabkan karena molekul-molekul reaktan lebih mudah bereaksi membentuk ester asam lemak ketika mereka bergerak dan saling bertumbukan pada suhu tinggi. Semakin tinggi suhu operasi, maka konstanta kecepatan reaksi makin besar dan laju reaksinya semakin cepat. Akan tetapi jika dalam reaksi sudah mencapai suhu optimum, maka dengan peningkatan suhu akan menurunkan produk yang dihasilkan (Susanti *et al.*, 2022).

Adanya peningkatan suhu hingga 70°C, menurunkan produk biodiesel yang dihasilkan Hal ini dapat disebabkan karena proses transesterifikasi telah mencapai kondisi optimum pada suhu reaksi 60°C. Dari penelitian yang telah dilakukan hasil optimum diperoleh dengan penambahan katalis sebesar 2% dan suhu 60°C.

4. Kesimpulan

Hasil biodiesel optimum diperoleh yaitu pada perlakuan suhu 60°C pada proses transesterifikasi yang dilakukan dengan konsentrasi katalis CaO 2% (b/v). Hal ini dapat disebabkan karena proses transesterifikasi telah mencapai kondisi optimum. Akan tetapi jika dalam reaksi peningkatan suhu terus terjadi akan menurunkan produk yang dihasilkan

Daftar Pustaka

- Afandi, A., Riani, L., Syamsuddin, Y., & Zuhra, Z. (2021). Sintesis dan Karakterisasi Abu Kulit Alpukat sebagai Katalis Proses Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas menjadi Biodiesel. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(1), 2520–2528. <https://doi.org/10.32672/jse.v7i1.3707>
- Astuti, N. K. D., Simpen, I. N., & Suarsa, I. W. (2019). Transesterifikasi Minyak Biji Karet (*Hevea Brasiliensis*) Menggunakan Katalis Heterogen Cangkang Kepiting Limbah *Seafood* Termodifikasi K₂O. *Jurnal Kimia*, 13(1), 1. <https://doi.org/10.24843/jchem.2019.v13.i01.p01>
- Efendi, R., Aulia, H., Faiz, N., & Firdaus, E. R. (2018). Pembuatan Biodiesel Minyak Jelantah Menggunakan Metode Esterifikasi-Transesterifikasi Berdasarkan Jumlah Pemakaian Minyak Jelantah *Biodiesel Production From Waste Cooking Oil By Esterification-Transesterification Methods Based on Amount of Used Cooking Oil. Industrial Research*, 7182, 2,4.
- Humas EBTKE. (2020). Minyak Jelantah: Sebuah Potensi Bisnis Energi Yang Menjanjikan. *Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia*. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2020/12/07/2725/minyak.jelantah.sebuah.potensi.bisnis.energi.yan.g.menjanjikan?lang=en>
- Kurniawan, E., & Perdana, F. (2022). Proses Transesterifikasi Limbah Minyak Goreng Bekas Menggunakan Katalis CaO Dari Limbah Cangkang Bekicot (*Achatina Fulica*). *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 7(1), 9. <https://doi.org/10.31942/inteka.v7i1.5579>
- Lidia, I., Mursal, P., & Latipah, T. (2022). Pengaruh Variasi Suhu Deasetilasi terhadap Karakteristik Kitosan dari Limbah Cangkang Siput Sawah (*Filopaludina javanica*). 2, 304–314.

- Rezkiyani. (2018). Pembuatan Dan Karakterisasi Kalsium Titanat (CaTiO_3) Dari Cangkang Keong Mas (*Pomacea canaliculata*) Dengan Cara Hidrotermal. *Repository UIN Alauddin Makassar*.
- Rubianto, L. (2018). Biodiesel, *Polinema Press:Malang*
- Sari, Y. C., Junaidi, R., & Hasan, A. (2022). *Application Of Limestone As Heterogene Catalyst For Biodiesel Production From Waste Cooking Oil. Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 2(8), 363–371. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.204>
- Setiawan, A., Damayanti, R. N., Mayangsari, N. E., & Ari, M. (2022). Sintesis Dan Karakterisasi Biodiesel Dari Limbah Scum Susu Menggunakan Katalis Heterogen CaO Dari Cangkang Telur.
- Suharjo, S., Asmono, S. L., & Wardana, R. (2022). Pemanfaatan Keong Mas Untuk Pupuk Organik Cair di Kelompok Tani Podo Tentrem Kecamatan Wuluhan Jember. *Journal of Community Development*, 3(3), 272–278. <https://doi.org/10.47134/comdev.v3i3.108>
- Suherman, S., Abdullah, I., Sabri, M., Silitonga, A. S., & Suroso, B. (2022). Pengaruh Perbedaan Jumlah Katalis terhadap Angka *Yield* pada Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng Sisa Menggunakan Pemanas *Double Jacket*. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 17(1), 113. <https://doi.org/10.32497/jrm.v17i1.3148>
- Suleman, N., Abas, & Papatungan, M. (2019). Esterifikasi dan Transesterifikasi Stearin Sawit untuk Pembuatan Biodiesel. *Jurnal Teknik*, 17(1), 66–77. <https://doi.org/10.37031/jt.v17i1.54>
- Susanti, T., Santosa, S., Kimia, J. T., Malang, P. N., Soekarno, J., & No, H. (2022). Studi Penggunaan Katalis Cao-Naoh Pada Produksi Biodiesel Dari Minyak Jelantah. *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, 8(2), 294–300. <https://doi.org/10.33795/distilat.v8i2.361>
- Syahputri, A. Y., & Broto, R. T. W. (2020). *Utilization of Chicken Egg Shell Waste as a CaO Catalyst for Used Cooking Oil Biodiesel*. 01(1), 61–74.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti ingin mengungkapkan rasa terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan tiada henti dalam proses pengerjaan penelitian ini. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan semoga karya tulis ilmiah ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.