Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia (JPTI)
Vol. 4, No. 1, Januari 2024, Hal. 5-10
DOI: https://doi.org/10.52436/1.jpti.368
p-ISSN: 2775-4227
e-ISSN: 2775-4219

Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur dan Sekam Padi sebagai Katalis dalam Pembuaatan Biodiesel dari Minyak Jelantah

Aulia Syafitri[*1], Anerasari Mediniariasty[2], Muhammad Yerizam[3]

[1,2,3]Program Studi Teknologi Kimia Industri, Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia
Email: [1]auliasyftr02@gmail.com

Abstrak

Sintesa biodiesel selama ini lebih banyak menggunakan katalis homogen berupa NaOH atau KOH. Penggunaan katalis homogen dalam pembuatan biodiesel memiliki beberapa kelemahan, diantaranya terbentuknya produk samping berupa sabun dan pemisahan produk biodiesel dengan katalis cukup sulit. Untuk mengatasi kelemahan tersebut, mulai dikembangkan penggunaan katalis heterogen (padat) untuk menggantikan katalis homogen (basa). Pembuatan katalis heterogen dapat dibuat dengan bahan yang ramah lingkungan dan relatif murah yakni limbah cangkang telur dan sekam padi yang menghasilkan katalis CaO/SiO_2 melalui proses impregnasi. Penelitian ini memvariasikan rasio CaO/SiO_2 (5:3, 5:5, dan 5,7) b/b serta waktu impregnasi (22, 23, dan 24) jam. Katalis terbaik dilihat dari yield dan mutu biodiesel yang dihasilkan. Hasil penelitian didapatkan hasil yield terbaik adalah 71,54% pada rasio 5:7 dengan waktu impregnasi 24 jam. Analisis GC dilakukan untuk mengetahui mutu biodiesel dan hasil yang di dapatkan sebesar 8,25%.

Kata kunci: *Biodiesel, Cangkang Telur, CaO/SiO_2, Katalis, Sekam Padi*

Utilization of Eggshell Waste and Rice Husk as a Catalyst in Biodiesel Production from Waste Cooking Oil

Abstract

The synthesis of biodiesel has been using homogeneous catalysts such as NaOH or KOH. The use of homogeneous NaOH or KOH catalysts in biodiesel has some weaknesses, including side products formed in the form of soap, and complicated separation of biodiesel products produced with catalysts. To overcome these weaknesses, began to be developed the use of heterogeneous catalysts (solid) to replace homogeneous (alkali). The production of heterogeneous catalysts can be created with environmentally friendly materials and cheap, that is eggshell waste and rice husk which produces CaO/SiO_2 catalysts through the impregnation process. In this research varying ratios of CaO/SiO_2 (5:3, 5:5, and 5:7) w/w and impregnation time (22, 23, and 24) hours. The best catalysts are seen from yield and the quality of biodiesel produced. The result showed the best yield is 71,54% to the ratio 5 : 7 with impregnation time 24 hours. Gas Chromatography analysis is carried out to find out the quality of biodiesel and the results obtained were 8,25%.

Keywords: *Biodiesel, CaO/SiO_2, Catalyst, Eggshell, Rice Husk*

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini bahan bakar yang berasal dari minyak bumi merupakan sumber energi yang digunakan oleh seluruh dunia. Namun kebutuhan akan bahan bakar semakin meningkat seiring dengan peningkatan populasi dan perkembangan teknologi, sementara ketersediaan minyak bumi semakin menipis karena tidak terbarukan. Untuk mengatasi masalah tersebut, langkah yang dilakukan adalah dengan bahan bakar alternatif dan terbarukan, yaitu biodiesel [1]. Biodiesel merupakan bahan bakar terbarukan pengganti solar dikarenakan pemanfaatan biodiesel tidak mengharuskan membangun infrastruktur baru dan harganya pun hampir sama dengan bahan bakar solar [2]. Minyak goreng bekas (minyak jelantah) dianggap sebagai bahan baku yang menjanjikan dimana biaya produksi biodiesel dapat dikurangi secara efektif menjadi 60% dengan menggunakan bahan baku berbiaya rendah ini. Apalagi produksi biodiesel dari minyak jelantah tidak hanya akan menghindari persaingan yang sama dengan sumber minyak untuk makanan dan bahan bakar tapi juga akan memecahkan masalah terkait dengan pembuangan minyak jelantah [3].

Dalam sintesa biodiesel diperlukan katalis untuk mempercepat proses. Penggunaan katalis tersebut dalam pembuatan biodiesel memiliki beberapa kelemahan, diantaranya terbentuk produk samping berupa sabun dan

p-ISSN: 2775-4227
e-ISSN: 2775-4219

pemisahan antara produk biodiesel dan katalis menjadi rumit. Untuk mengatasi kelemahan tersebut, mulai dikembangkan penggunaan katalis heterogen dalam bentuk padat sehingga mudah dipisahkan dari sistem di akhir proses. Pembuatan katalis heterogen dapat dilakukan dengan pemanfaatan limbah sekam padi dan cangkang telur sehingga menghasilkan katalis CaO/SiO_2. Katalis heterogen memiliki 2 jenis yaitu katalis heterogen asam dan katalis heterogen basa. Katalis heterogen umumnya berbentuk padat [4]. CaO atau kalsium oksida biasanya digunakan sebagai morta, dimanfaatkan dalam industri pupuk, industri kertas, industri semen, dan sebagai katalis. CaO berasal dari $CaCO_3$ yang dikalsinasi pada suhu tertentu. CaO umumnya dibuat melalui dekomposisi termal minaral kalsit yang mengandung kalsium karbonat ($CaCO_3$) pada suhu tinggi menghasilkan kapur (CaO) dan membebaskan karbon dioksida (CO_2) [5]

Proses memperoleh CaO dari berbagai sumber bahan baku akan menghasilkan CaO dengan luas permukaan yang berbeda. CaO juga memiliki kekurangan yang lain menurut penelitian sebelumnya yaitu mudah bereaksi dengan udara yang mengandung air sehingga terbentuknya $Ca(OH)_2$ dan menyebabkan penurunan aktivitas katalitiknya [6]. Banyak peneliti yang tertarik menggunakan katalis heterogen CaO sebagai katalis dalam percobaannya, dikarenakan katalis CaO memiliki beberapa keuntungan yaitu murah, mudah didapat, tidak korosif, ramah lingkungan, mudah ditangani, bahan yang memiliki kelarutan yang rendah terhadap metanol namum memiliki kebasaan tinggi lalu dapat diregenerasi dan dapat digunakan kembali [7]. CaO dapat berasal dari bahan alami seperti kapur terhidrasi, cangkang siput, cangkang telur, dan cangkang kerang [8]. CaO dapat diimpregnasi dengan penyangga atau support yang bisa menggunakan abu sekam padi.

Adapun tujuan dari proses kalsinasi adalah untuk meningkatkan jumlah relatif SiO_2 melalui pengurangan kandungan karbon yang ada pada sekam padi dan beberapa komponen yang tidak diinginkan. Untuk meningkatkan produksi dan konversi biodiesel maka dilakukan proses impregnasi berupa logam alkali ke dalam SiO_2. Dengan penambahan logam alkali maka akan meningkatkan sisi aktif dari katalis sehingga akan meningkatkan konversi dan yield [9]. Suhu kalsinasi yang dapat dijadikan acuan untuk terbentuknya biodiesel adalah pada suhu 900^{o}C [10]. Metode impregnasi sering digunakan untuk membuat katalis. Tujuan dari metode impregnasi adalah untuk mengisi pori-pori pengemban dengan larutan logam aktif melalui adsorpsi logam, yaitu dengan merendam pengemban dalam larutan yang mengandung logam aktif. Mekanisme impregnasi melalui beberapa tahapan penting, antara lain jangka waktu tertentu untuk melakukan kontak support dengan prekursor fasa aktif, proses pengeringan support untuk menghilangkan molekul pelarut serta melakukan aktivasi katalis dengan kalsinasi yang berfungsi untuk membantu logam aktif menempel pada pori penyangga [11]. Dengan adanya oksida logam dalam CaO menyebabkan perubahan karakter CaO menjadi lebih baik daripada sebelumnya sehingga dapat digunakan dalam reaksi transesterifikasi. Proses transesterifikasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu suhu, kecepatan pengadukan, jenis, dan konsentrasi katalis, serta perbandingan alkohol dengan asam lemak. Menurut Schuchardt, et al (1998) selain faktor-faktor yang telah disebutkan sebelumnya, kemurnian reaktan terutama kandungan air dan kandungan asam lemak bebas (FFA) juga merupakan faktor yang mempengaruhi keberlangsungan transesterifikasi [12].

Yu *et al*., (2011) membuat biodiesel menggunakan modifikasi katalis $CaO\text{-}CeO_2$ yang dibuat dengan preparasi katalis impregnasi, katalis dikalsinasi menggunakan suhu 600^{o}C selama 5 jam. Minyak yang digunakan adalah minyak Pistacia Chinensis dengan rasio alkohol/minyak 30:1 dengan suhu reaksi 120^{o}C selama 6 jam menghasilkan FAME sebesar 91% [13].

2. METODE PENELITIAN

2.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah *oven*, *furnace*, pengaduk magnet, neraca analitik, penghalus, corong pisah, cawan pengabuan, *hot plate*, gelas kimia, kertas saring, pengaduk kaca, cawan porselen, dan mortar. Bahan yang digunakan yaitu cangkang telur, sekam padi, etanol 95%, akuades, metanol, H_2SO_4, fenolftalein, dan NaOH.

2.2. Sintesa Katalis CaO/SiO_2

Mula-mula sekam padi dan cangkang telur dibersihkan dari kotoran yang menempel menggunakan aquades. Selanjutnya sekam padi dan cangkang telur dikeringkan dibawah sinar matahari hingga beratnya konstan. Cangkang telur yang telah kering dihaluskan hingga menjadi bubuk. Sekam padi dan bubuk cangkang telur kemudian dimasukkan ke dalam cawan pengabuan untuk dikalsinasi menggunakan *furnace* pada suhu 900^{o}C selama 2 jam. Setelah itu mengeluarkan abu sekam padi dan cangkang telur dari dalam *furnace* dan didinginkan ke dalam desikator selama 10 menit. Selanjutnya abu sekam padi yang telah dingin dicampurkan dengan larutan NaOH 4% (b/v) sebanyak 125 ml dan dipanaskan selama 2 jam pada suhu 80^{o}C dengan kecepatan pengadukan 150 rpm. Kemudian proses penyaringan larutan silika (filtrat) menggunakan kertas saring. Ekstrak yang dihasilkan dititrasi dengan larutan HCl hingga pH 7 dan membentuk endapan. Endapan

p-ISSN: 2775-4227
e-ISSN: 2775-4219

tersebut disaring dan dicuci menggunakan aquades sebanyak 5 kali. Endapan silika kemudian dikeringkan pada suhu 110^{o}C selama 4 jam. Setelah dingin endapan silika kemdudian dihaluskan menggunakan mortar.

Impregnasi dilakukan dengan metode impregnasi basah. CaO dilarutkan ke dalam aquades sebanyak 5 gram dan massa SiO_2 yang divariasikan dengan massa 3 gram, 5 gram, dan 7 gram diaduk dengan kecepatan pengadukan 500 rpm selama 3 jam. Larutan didiamkan di mana waktu pengendapan dilakukan selama 22 jam, 23 jam, dan 24 jam. Setelah itu disaring dan air yang berlebih dihilangkan menggunakan oven pada suhu 110^{o}C selama 4 jam. Katalis kemudian dikalsinasi menggunakan *furnace* selama 2 jam pada suhu 900^{o}C sehingga dihasilkan katalis CaO/SiO_2.

Kandungan CaO sesudah terimpregnasi SiO_2 di analisa dengan instrumen AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*).

2.3. Pembuatan Biodiesel

Minyak jelantah yang telah disiapkan disaring terlebih dahulu untuk memisahkan kotorannya. Minyak jelantah kemudian dipanaskan hingga suhu 110^{o}C selama 1 jam untuk mengurangi kadar air dalam minyak. Setelah itu dianalisis kadar ALB.

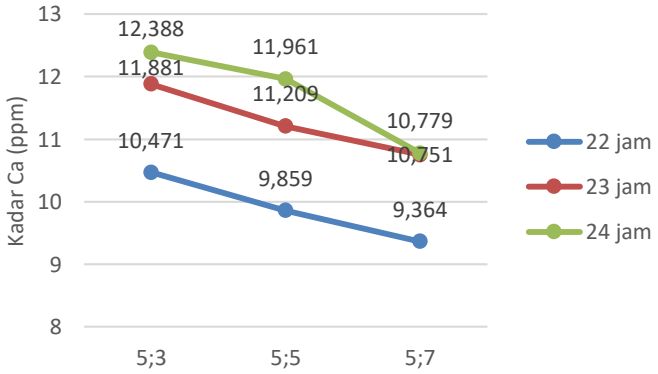
Pada tahap transesterifikasi, minyak sebanyak 50 gr direaksikan dengan metanol pada rasio mol sebesar 1 : 9. Reaksi dibantu katalis CaO/SiO_2 sebanyak 3%. Proses ini dilakukan pada suhu 60^{o}C selama 2 jam. Hasil transesterifikasi dimasukkan ke corong pemisah dan didiamkan selama 2 jam sampai terbentuk 3 lapisan. Selanjutnya memisahkan lapisan atas dan lapisan bawah. Menguapkan kandungan air yang tersisa yang terdapat pada lapisan atas pada suhu 110^{o}C. Lalu dilakukan analisis karakteristik yang berupa uji densitas, viskositas, serta GC-MS.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan katalis CaO/SiO_2 dengan metode impregnasi. Katalis yang dihasilkan diuji kinerjanya dalam reaksi transesterifikasi pada pembuatan biodiesel menggunakan minyak jelantah. Salah satu parameter untuk menilai baik tidaknya suatu katalis dapat digunakan yield yaitu jumlah produk tertentu yang terbentuk untuk setiap satuan reaktan yang terkonsumsi [14]. Pengujian kinerja katalis CaO/SiO_2 dilakukan pada kondisi reaksi yang tetap, yaitu pada suhu 60oC selama 1 jam dengan rasio mol minyak jelantah : metanol = 1 : 9 dan penambahan katalis sebanyak 3% dari berat minyak. Hal ini dilakukan utnuk mengetahui aktivitas katalitik katalis yang dihasilkan berdasarkan yield biodiesel yang diperoleh dalam waktu 1 jam.

3.1. Analisis Kadar Ca dalam Katalis CaO/SiO_2

Katalis terbaik dilihat berdasarkan %*yield* tertinggi dan mutu biodiesel yang dihasilkan, dimana %*yield* tertinggi didapatkan pada katalis rasio CaO/SiO_2 5:7. Katalis terbaik kemudian dikarakterisasi menggunakan AAS untuk mengetahui kadar Ca setelah CaO diimpregnasi dengan SiO_2. Diketahui kadar Ca yang diperoleh lebih kecil dikarenakan pada saat dilakukan kalsinasi pada cangkang telur, hasil yang diperoleh berwarna abu-abu dimana pembentukan CaO belum berjalan dengan sempurna.



Gambar 1. Hasil Kadar Ca dalam CaO/SiO_2

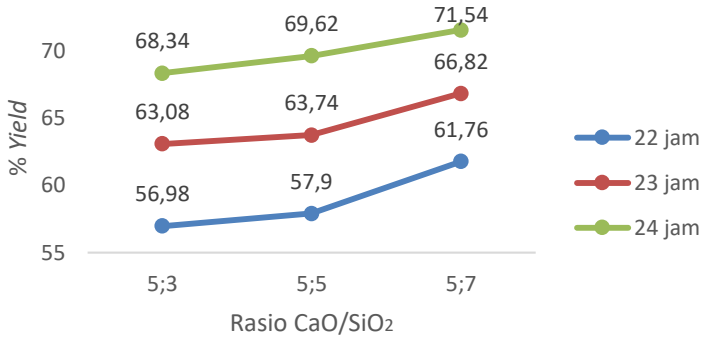
Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa kadar Ca yang terkandung dalam katalis CaO/SiO_2 mengalami penurunan pada setiap rasio. Dimana kadar Ca yang terkecil terdapat dalam rasio 5:7. Hal tersebut disebabkan

p-ISSN: 2775-4227
e-ISSN: 2775-4219

oleh CaO sebagai fasa aktif mengisi pori penyangga yaitu SiO_2. Sehingga kadar Ca yang terdeteksi semakin sedikit.

3.2. Pengaruh Rasio Massa CaO/SiO_2 terhadap *Yield* Biodiesel

Rasio massa CaO/SiO_2 berpengaruh terhadap *yield* biodiesel yang dihasilkan. Rasio CaO/SiO_2 yang digunakan dalam penelitian ini adalah 5:3; 5:5; dan 5:7.



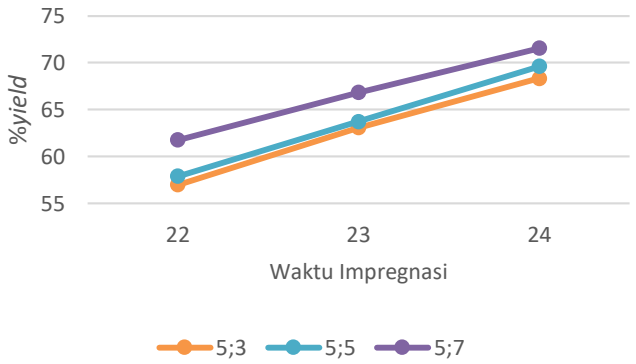
Gambar 2. Pengaruh Rasio CaO/SiO_2 terhadap *Yield* Biodiesel

Dari grafik pada Gambar 2 dapat diketahui bahwa rasio CaO/SiO_2 memiliki kecenderungan yang sama, dimana %*yield* cenderung meningkat pada saat CaO ditambahkan SiO_2. Hal ini karena penambahan CaO dapat mengakibatkan sisi aktif katalis menjadi bertambah. *Yield* tertinggi didapatkan pada rasio CaO/SiO_2 5;7 yaitu 71,54%.

Pada rasio ini, CaO terserap secara merata pada SiO_2 sehingga %*yield* yang dihasilkan juga semakin meningkat. Ketika rasio SiO_2 meningkat, terjadi akumulasi CaO yang membentuk gumpalan atau aglomerasi sehingga mencegah kontak antara sisi aktif dan reaktan. Selain itu, gumpalan tersebut menutupi pori katalis sehingga luas permukaan katalis menjadi kecil dan mengurangi sisi aktif [15]. Ketika rasio SiO_2 meningkat, aktivitas katalitik meningkat dikarenakan penyangga yang dalam hal ini adalah SiO_2 menyediakan lebih banyak luas permukaan spesifik sehingga menambah kontak antara reaktan dan sisi aktif, yang mengakibatkan *yield* biodiesel yang dihasilkan bertambah [16].

3.3. Pengaruh Waktu Impregnasi terhadap *Yield* Biodiesel

Waktu impregnasi yang digunakan dalam pembuatan biodiesel ini beragam yaitu 22 jam, 23 jam, dan 24 jam.

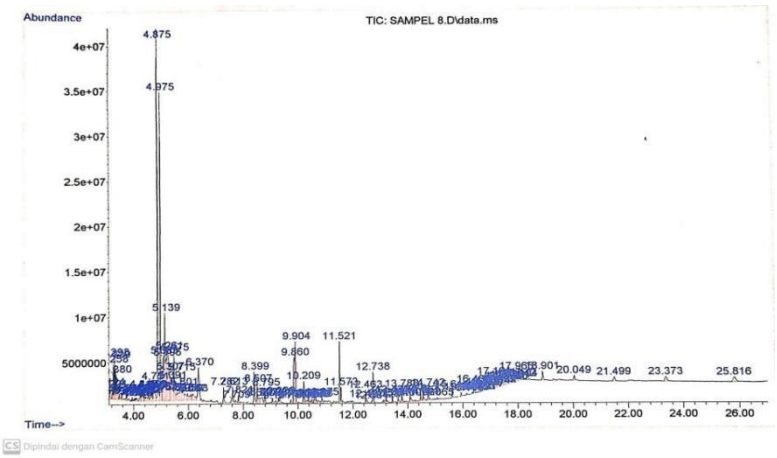


Gambar 3. Pengaruh waktu impregnasi terhadap *yield*

Pengaruh waktu imprenasi terhadap yield memiliki hasil yang sama halnya dengan pengaruh rasio CaO/SiO_2 terhadap *yield*, dimana semakin lama waktu impregnasi maka semakin tinggi *yield* yang dihasilkan. Hal tersebut disebabkan karena waktu impregnasi yang lebih lama memberikan kesempatan bagi SiO_2 untuk menyerap CaO sebanyak-banyaknya.

p-ISSN: 2775-4227
e-ISSN: 2775-4219

3.4. Analisis Mutu Biodiesel yang Dihasilkan



Gambar 3. Hasil Analisa GC-MS

Setelah dilakukan proses impregnasi dan kalsinasi, katalis diaplikasikan dalam pembuatan biodiesel. Pengaplikasian ini bertujuan untuk mengetahui mutu biodiesel dari katalis yang dihasilkan. Karakterisasi biodiesel meliputi densitas dan viskositas. Densitas biodiesel dari seluruh katalis yang dihasilkan berada dalam rentang 0,803 gr/ml - 0,810 gr/ml, dimana densitas katalis terbaik yaitu 0,810 gr/ml. Viskositas yang dihasilkan berada pada rentang 4,54 - 4,83 cSt, dimana katalis terbaik menghasilkan viskositas 4,83 cSt. Katalis terbaik diuji kadar methyl esternya menggunakan alat GC-MS. Dari hasil analisis GC-MS, kadar methyl ester yang dihasilkan sebesar 8,25%, sedangkan SNI kadar methyl ester 96,5%, dimana hasil ini tidak memenuhi SNI. Dari hasil ini dapat dikatakan bahwa biodesel yang dihasilkan dari katalis yang dibuat tidak memenuhi SNI.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, rasio CaO/SiO_2 yang optimal dalam pembuatan katalis CaO/SiO_2 adalah 5:7 dengan hasil %*yield* sebesar 71,54%. Waktu impregnasi yang memiliki kinerja maksimal adalah dalam waktu 24 jam pada tiap rasio. Namun biodiesel yang dihasilkan belum memenuhi SNI diketahui dari hasil analisa GC sebesar 8,25%. Hal tersebut disebabkan karena proses yang berjalan belum maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Pravitasari, "Potensi Pengembangan Biodiesel Indonesia," Majari Magazine Indonesia, 2009.

[2] S. Miskah and A. Anugrah, "Pemanfaatan Kulit Telur Sebagai Ktalis Biodiesel Dari Campuran Minyak Jelantah Dan Minyak Kelapa Sawit," vol. 22, no. 2, pp. 54–61, 2016.

[3] M. Farooq and A. Ramli, "Biodiesel production from low FFA waste cooking oil using heterogeneous catalyst derived from chicken bones," *Renewable Energy*, vol. 76, pp. 362–368, 2015, doi: 10.1016/j.renene.2014.11.042.

[4] Z. Tang, S. Lim, Y. Pang, H. Ong, and K. Lee, "Synthesis of biomass as heterogeneous catalyst for application in biodiesel production : State of the art and fundamental review," *Renewable. Sustainable Energy Reviews*, vol. 92, no. March, pp. 235–253, 2018, doi: 10.1016/j.rser.2018.04.056.

[5] A. Royani, E. Sulistiyono and D. Sufiandi, "Pengaruh Suhu Kalsinasi Pada Proses Dekomposisi Dolomit," 2016.

[6] S. Oko and M. Feri, "Pengembangan Katalis CaO dari Cangkang Telur Ayam dengan Impregnasi KOH dan Aplikasinya Terhadap Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jarak," *J. Teknologi Universitas Muhammadiyah* Jakarta, vol. 11, no. 2, pp. 103–110, 2019.

[7] I. Luki, "Applied Catalysis A : General Mechanochemical preparation and characterization of CaO · ZnO used as catalyst for biodiesel synthesis ˇ eljka Kesi c," vol. 428, pp. 58–65, 2012, doi: 10.1016/j.apcata.2012.03.032.

[8] W. Roschat, T. Siritanon, B. Yoosuk, and V. Promarak, "Biodiesel production from palm oil using hydrated lime-derived CaO as a low-cost basic heterogeneous catalyst," *Energy Conversion Management*, vol. 108, pp. 459–467, 2016, doi: 10.1016/j.enconman.2015.11.036.

p-ISSN: 2775-4227
e-ISSN: 2775-4219

[9] N. Hindryawati, G. P. Maniam, M. R. Karim, and K. F. Chong, "Transesterification of used cooking oil over alkali metal (Li, Na, K) supported rice husk silica as potential solid base catalyst," *Engineering. Science Technology an International Journal*, vol. 17, no. 2, pp. 95–103, 2014, doi: 10.1016/j.jestch.2014.04.002.

[10] T. A. Sihombing, "Pengaruh Suhu Dekomposisi Dan Konsentrasi Katalis Kalsium Oksida (CaO) Dari Cangkang Telur Ayam Terhadap Sintesis Biodiesel Dari Minyak Jelantah,"Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.

[11] G. Joshi, D. S. Rawat, B. Y. Lamba, K. K. Bisht, Kumar, Pankaj, Nayan, and Sanjay, "Transesterification of Jatropha and Karanja Oils by Using Waste Egg Shell Derived Calcium Based Mixed Metal Oxides," *Journal Energy Conversion and Management*, vol. 96, pp. 258-267, 2015.

[12] U. Schuchardt, R. Sercheli, and R. Matheus, "Transesterification of Vegetable Oils : a Review General Aspects of Transesterification Transesterification of Vegetable Oils Acid-Catalyzed Processes Base-Catalyzed Processes," vol. 9, no. 1, pp. 199–210, 1998.

[13] X. Yu, Z. Wen, H. Li, S. Tu, and J. Yan, "Transesterification of Pistacia chinensis oil for biodiesel catalyzed by CaO – CeO 2 mixed oxides," vol. 90, pp. 1868–1874, 2011, doi: 10.1016/j.fuel.2010.11.009.

[14] D. S. P. Handoko, "Aktivitas Katalis Cr / Zeolit dalam Reaksi Konversi Katalitik Fenol dan Metil Isobutil Keton (Activity of Cr / Zeolite Catalyst in Catalytic Conversion of Phenol and Methyl Isobutyl Ketone)," vol. 4, no. 2, pp. 70–76, 2003.

[15] E. Saputra, M. W. Nugraha, Z. Helwani, M. Olivia, and S. Wang, "Synthesis of geopolymer from rice husk ash for biodiesel production of Calophyllum inophyllum seed oil," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 345, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/345/1/012019.

[16] G. Y. Chen, R. Shan, J. F. Shi, and B. B. Yan, "Transesterification of palm oil to biodiesel using rice husk ash-based catalysts," *Fuel Process. Technol.*, vol. 133, pp. 8–13, 2015, doi: 10.1016/j.fuproc.2015.01.005.