

Pengaruh Pemanfaatan Cangkang Telur Bebek Terhadap Nilai Viskositas Pada Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Sawit

Wardoyo*, Ryan Maulana, Siska Titik Dwiwati, Dyah Arum Wulandari

Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka, RT.11/RW.14, Rawamangun, Kota Jakarta Timur, 13220.

*Email: wardoyo@unj.ac.id

Revisi 03 Oktober 2024; Diterima 27 November 2024; publikasi Online 30 Desember 2024

Abstrak, Biodiesel adalah energi terbarukan yang berasal dari minyak nabati setelah melalaui proses transesterifikasi. Pada penelitian ini proses transesterifikasi dilakukan menggunakan katalis heterogen terbuat dari cangkang telur bebek. Katalis dibuat melalui proses kalsinasi dalam tungku pemanas pada temperature 1000 °C, dan dihaluskan sampai diperoleh ukuran butir dibawah 75 µm. Selanjutnya dilihat morfologi bentuk dan komposisi katalis menggunakan SEM-EDX. Serbuk hasil kalsinasi cangkang telur bebek digunakan sebagai katalis proses transesterifikasi minyak Vinabati kelapa sawit dengan komposisi 6%, 7%, 8%, 9% ,10% perbandinagn berat katalis dengan minyak nabati. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai viskositas minyak nabati turun menjadi 13,73 cSt – 16,02 cSt. Walaupun belum mencapai nilai viskositas yang diijinkan SNI, nilai viskositasnya turun signifikan. Densitas biodiesel juga mengalami penurunan menjadi 0,888 gr/ml – 0,892 gr/ml.

Kata kunci : Biodiesel, Cangkang telur, Kalsium, Kalsinasi, Transesterifikasi.

1. Pendahuluan

Minyak nabati telah mendapat perhatian besar sebagai sumber energi terbarukan yang bermanfaat untuk mengurangi emisi gas rumah kaca. Meskipun minyak nabati dapat diubah menjadi bahan bakar minyak dengan cara pirolisis, dicampur langsung dengan solar, dan emulsifikasi. Namun demikian teknik yang paling praktis adalah transesterifikasi dengan methanol[1]. Transesterifikasi mengubah minyak nabati menjadi metil ester asam lemak (fatty acid methyl ester, FAME), dengan properti sesuai kebutuhan mesin diesel konvensional. Hal ini menjadi alasan mengapa minyak nabati yang ditransesterifikasi adalah bahan bakar alternatif yang secara luas populer dikenal sebagai "Biodiesel".

Untuk proses produksi biodiesel saat ini, larutan metanol alkali hidroksida digunakan sebagai katalis. Freedman et al. melaporkan bahwa transesterifikasi minyak nabati diselesaikan selama 1 jam waktu reaksi dengan menggunakan larutan dari NaOH [2]. Meskipun asam sulfat dapat mengkatalisasi transesterifikasi, transesterifikasi yang dikatalisasi oleh asam berjalan sangat lambat dibandingkan dengan transesterifikasi yang dikatalisasi oleh basa [3], [4].

Selain itu, proses produksi biodiesel saat ini memiliki beberapa masalah yang diakibatkan oleh katalis homogen yang bersifat basa maupun asam. Diantaranya adalah kebutuhan air yang sangat banyak saat proses produksi biodiesel sampai saat mencuci katalis yang terlarut dalam produk biodiesel. Selain itu, katalis alkali-hidroksida menyebabkan pembentukan sabun yang menyebabkan hilangnya produk transesterifikasi dalam jumlah cukup besar. Oleh sebab itu biaya produksi meningkat karena masalah ini, banyak peneliti yang telah mengembangkan proses produksi alternatif biodiesel tanpa menggunakan alkali-hidroksida.

Sebagai salah satu proses produksi alternatif biodiesel, transesterifikasi tanpa katalis alkali-hidroksida dengan menggunakan metanol superkritis telah dipelajari oleh Saka dan Kusdiana [5], [6]. Melalui proses mereka, minyak lobak dikonversi menjadi minyak nabati, lalu menjadi biodiesel hanya dalam waktu 4 menit pada temperatur 350 °C di bawah tekanan 30MPa dengan perbandingan molar dari minyak dan metanol dari 1:42. Lipase dapat menyebabkan transesterifikasi enzimatis, yang memiliki keuntungan lebih baik dibandingkan transesterifikasi menggunakan alkali-hidroksida. Pemurnian produk lebih mudah dan kondisi reaksi lebih ringan [7]. Namun, reaksi ini akan turun secara signifikan jika tidak didukung dengan pelarut organik (heksana) karena enzim lipase tidak bisa aktif [8].

Transesterifikasi yang menggunakan katalis basa padat adalah teknologi alternatif yang menghasilkan laju reaksi cepat dalam kondisi reaksi ringan. Xie et al, melakukan eksperimen transesterifikasi minyak kedelai pada refluks metanol dengan alumina supported potassium [9]. Shibasaki-Kitagawa et al.

melaporkan bahwa penukar anion resin dengan tekstur berpori dapat digunakan sebagai katalis basa padat. Selain itu katalis padat berpori dapat di daur ulang untuk digunakan kembali sebagai katalis [10]

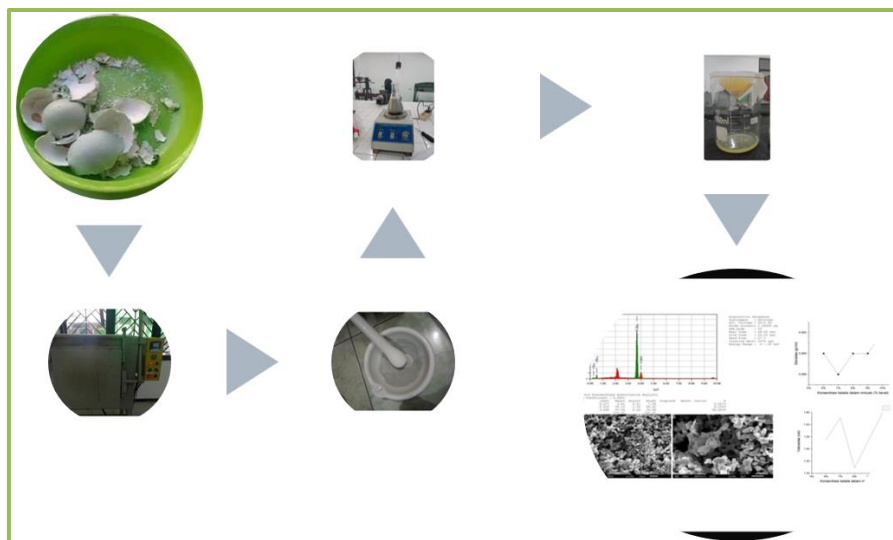
Katalis kalsium oksida dapat diciptakan dengan cara mengkalsinasi kalsium karbonat. Salah satu unsur kalsium karbonat yang mudah ditemui di sekitar kita adalah kulit telur. Kulit telur menyimpan 94% kalsium karbonat, 1% magnesium karbonat, 1% kalsium fosfat dan 4% bahan ramah lingkungan yang lainnya. Pada penelitian ini kami meneliti kalsium oksida dari cangkang telur bebek sebagai katalis basa padat. Transesterifikasi dilakukan menggunakan rasio molar metanol-minyak nabati sebesar 16:1 dengan variasi jumlah katalis 6,7,8,9,10% b/b minyak sawit. Pengadukan dilakukan menggunakan *magnetic stirrer* pada putaran 600 rpm, dan temperatur 64 °C.

2. Metode

Limbah cangkang telur bebek dikumpulkan dari pedagang martabak telur di sekitar Jakarta Timur dan Jakarta Utara. Selanjutnya cangkang telur bebek dicuci untuk menghilangkan kotoran yang menempel di permukaan secara menyeluruh menggunakan air. Kemudian cangkang telur yang telah dicuci dikeringkan dibawah terik matahari selama 3 hari. Cangkang telur yang telah kering dikalsinasi menggunakan tungku pemanas pada temperatur 1000°C selama 2 jam dan dibiarkan mengalami pendinginan lambat dalam tunggu sampai mencapai temperatur 80 °C.

Cangkang telur yang sudah melewati proses kalsinasi di tumbuk halus menggunakan alat *mortar* dan *pestle*. Setelah itu disaring menggunakan saringan 75 µm untuk mendapatkan serbuk yang homogen dan halus. Selanjutnya untuk mengetahui morfologi dan komposisi katalis, serbuk cangkang telur dianalisa menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM EDX) dengan perbesaran 3000, 5000, 10.000, dan 50.0000.

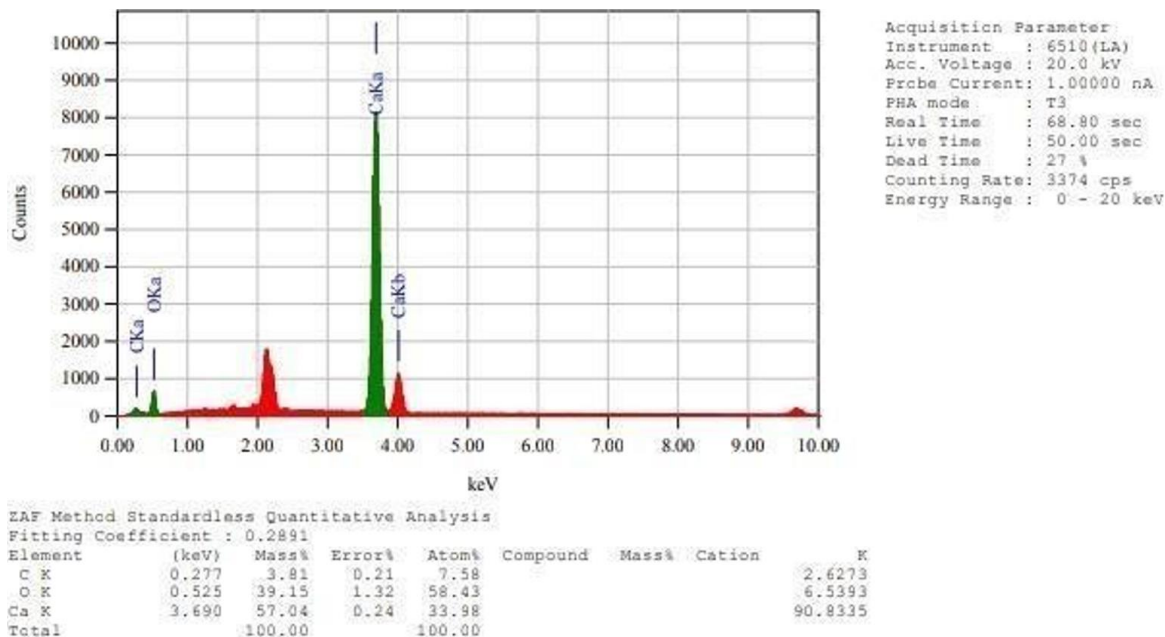
Transesterifikasi dilakukan menggunakan rasio molar metanol-minyak sebesar 16:1 dengan variasi jumlah katalis 6%, 7%, 8%, 9%, 10% b/b minyak sawit. Pengadukan dilakukan menggunakan *magnetic stirrer* pada putaran 600 rpm, dan temperatur 64°C, selanjutnya disaring menggunakan kertas saring. Biodiesel yang dihasilkan di uji densitas dan viskositasnya.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

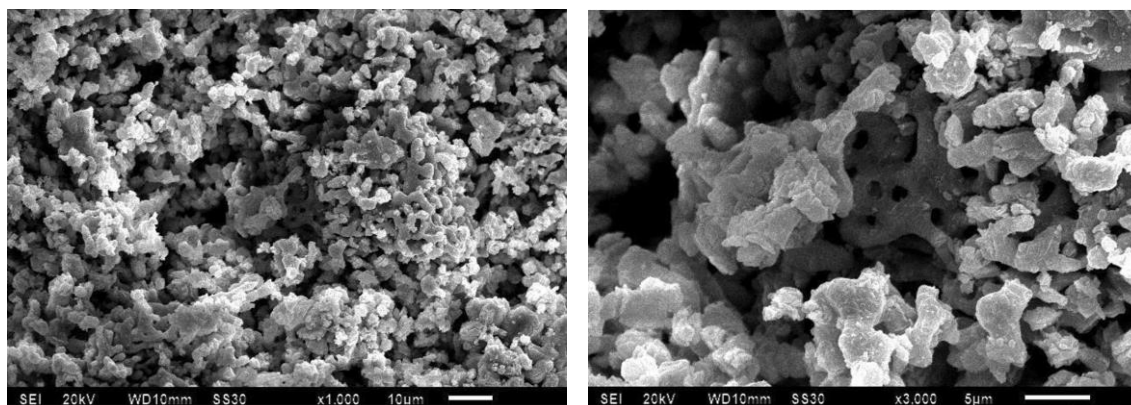
3. Hasil dan Diskusi

Hasil pengujian komposisi terhadap serbuk cangkang telur bebek menggunakan *energy dispersive X-Ray* (EDX) seperti yang terlihat pada gambar 2. Serbuk cangkang telur bebek sebagian besar tersusun dari kalsium sebesar 57.04%, dan oksigen sebesar 39.15%, serta karbon 3.81%. Komposisi oksigen mencapai hampir 40% disebabkan oleh proses penghalusan cangkang telur bebek setelah dikalsinasi. Selama proses penggerusan dan pengayakan, serbuk cangkang telur bebek terkontaminasi oleh udara. Persinggungan antara udara dengan serbuk cangkang telur membuat oksigen terhisap ke dalam pori-pori yang ada pada serbuk kalsium. Pori-pori ini terbentuk pada saat proses kalsinasi, sebagai akibat menguapnya molekul lain yang terkandung dalam cangkang telur.



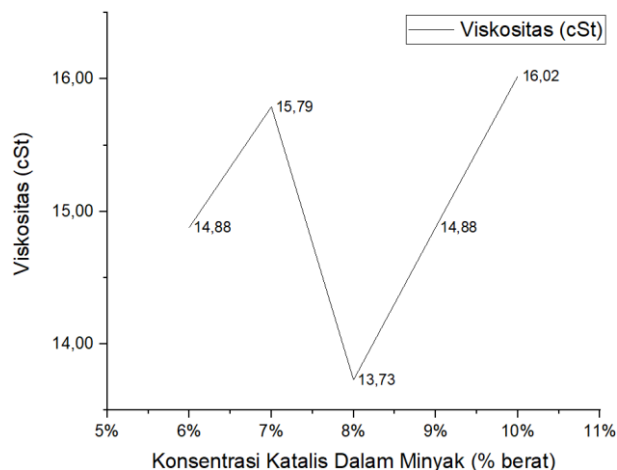
Gambar 2. Komposisi cangkang telur bebek (hasil pengujian *energy dispersive X-Ray*)

Morfologi katalis serbuk cangkang telur bebek berbentuk butiran yang saling melekat satu dengan yang lainnya, membentuk struktur yang acak dan berongga. Kecenderungan untuk saling berikatan ini akan menarik molekul lainnya yang memiliki muatan berlawanan untuk berikatan dengannya, sebagaimana fenomena tarik-menariknya kutub utara dan selatan pada magnet. Selain itu, bentuk rongga pada struktur ikatan antar butir pada serbuk cangkang telur akan memberikan efek absorbs pada lingkungan sekitarnya. Efek Tarik-menarik dan efek absorbs pada katalis serbuk cangkang telur memberikan dampak positif pelepasan molekul asam lemak dari gliserol pada proses proses trans-esterifikasi.



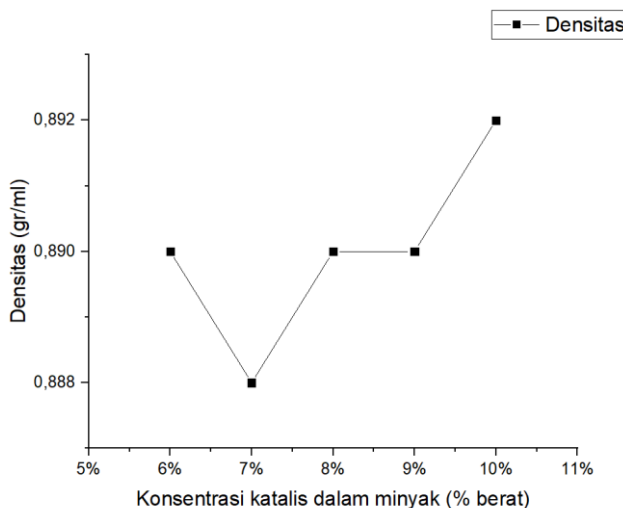
Gambar 3. Morfologi serbuk cangkang telur bebek (hasil pengujian *scanning electron microscope*)

Dari lima variasi komposisi katalis cangkang telur bebek dalam penelitian ini, terlihat terjadi penurunan nilai viskositas biodiesel jika dibandingkan dengan viskositas minyak goreng sebagai bahan bakunya yang memiliki nilai 39.9 cSt [11]. Nilai terendah viskositas biodiesel yang dihasilkan pada penelitian dengan nilai 13.73 cSt berada pada campuran katalis 8% berat katalis terhadap berat minyak goreng. Sementara viskositas tertingginya berada pada campuran katalis 10%, dengan nilai viskositas 16.02 cSt. Namun demikian nilai tersebut belum memenuhi standar biodiesel yang telah ditetapkan pada standar nasional Indonesia (SNI), nilai viskositas biodiesel yang standar berada pada rentang nilai 2.3cSt – 6cSt [12].



Gambar 4. Nilai viskositas biodiesel

Pemanfaatan cangkang telur bebek sebagai katalis pembuatan biodiesel juga berpengaruh terhadap densitas biodiesel yang dihasilkan. Yang awalnya bahan baku biodiesel memiliki densitas 0,974 gr/ml [13], turun menjadi 0.888 gr/ml – 0.892 gr/ml. Nilai densitas tertinggi berada pada komposisi katalis 10%, sementara yang terendah berada pada komposisi katalis 7%. Penurunan nilai densitas ini sebagai akibat dari semakin mengecilnya ukuran molekul yang ada, yang awalnya berupa molekul trigliserida berubah menjadi hanya molekul asam lemak dengan bentuk molekul acak, dan sulit untuk disusun secara rapi [14].



Gambar 5. Nilai densitas biodiesel

4. Kesimpulan

Kalsinasi cangkang telur bebek pada temperatur 1000 °C dapat menguapkan molekul-molekul selain kalsium, oksigen dan karbon. Dampak penguapan molekul tersebut membentuk pori-pori kecil pada serbuk cangkang telur bebek hasil kalsinasi yang dijadikan katalis pembuatan biodiesel. Selain itu, menguapnya molekul dari kalsium dan karbon meningkatkan polaritas katalis. Keberadaan pori dan sifat polaritas katalis dapat membantu proses transesterifikasi minyak nabati menjadi biodiesel. Proses transesterifikasi menurunkan nilai viskositas minyak nabati menjadi 13.73 cSt – 16.02 cSt. Walaupun belum mencapai nilai viskositas biodiesel yang diijinkan oleh SNI, nilai viskositasnya turun secara signifikan. Densitas biodiesel juga mengalami penurunan menjadi 0.888 gr/ml – 0.892 gr/ml dari nilai densitas sebelumnya sebesar 0.974 gr/ml.

Daftar Pustaka

- [1] F. Ma and M. A. Hanna, "Biodiesel production: a review 1," *Bioresour Technol*, vol. 70, pp. 1–15, Feb. 1999.
- [2] K. R. E. B. Plessis ; Kaufman, J. Shulz, and R. P. Morgan, "Variables Affecting the Yields of Fatty Esters from Transesterified Vegetable Oils 1," Wesview Press, 1981.
- [3] U. Schuchardt, R. Sercheli, and R. M. Vargas, "Transesterification of Vegetable Oils: a Review," 1998.
- [4] H. Fukuda, A. Kond0, and H. Noda, "REVIEW Biodiesel Fuel Production by Transesterification of Oils," 2001.
- [5] S. Saka and D. Kusdiana, "Biodiesel fuel from rapeseed oil as prepared in supercritical methanol." [Online]. Available: www.elsevier.com/locate/fuel
- [6] D. Kusdiana and S. Saka, "Kinetics of transesterification in rapeseed oil to biodiesel fuel as treated in supercritical methanol." [Online]. Available: www.elsevier.com/locate/fuel
- [7] W. H. Wu, T. A. Foglia, W. N. Marmer, and J. G. Phillips, "Optimizing Production of Ethyl Esters of Grease Using 95% Ethanol by Response Surface Methodology," 1999.
- [8] Y. Watanabe, Y. Shimada, A. Sugihara, and Y. Tominaga, "Enzymatic Conversion of Waste Edible Oil to Biodiesel Fuel in a Fixed-Bed Bioreactor," *JAACS*, vol. Vol. 78, no. 7, 2001.
- [9] W. Xie, H. Peng, and L. Chen, "Transesterification of soybean oil catalyzed by potassium loaded on alumina as a solid-base catalyst," *Appl Catal A Gen*, vol. 300, no. 1, pp. 67–74, Jan. 2006, doi: 10.1016/j.apcata.2005.10.048.
- [10] N. Shibasaki-Kitakawa, H. Honda, H. Kuribayashi, T. Toda, T. Fukumura, and T. Yonemoto, "Biodiesel production using anionic ion-exchange resin as heterogeneous catalyst," *Bioresour Technol*, vol. 98, no. 2, pp. 416–421, Jan. 2007, doi: 10.1016/j.biortech.2005.12.010.
- [11] G. Romadhona, : Karakteristik, M. Zaitun, and T. Haryono, "Karakteristik Minyak Zaitun dan Minyak Goreng Kelapa Sawit sebagai Minyak untuk Transformator," 2013.
- [12] L. Laila and L. Oktavia, "Experiment Study Of Total Acid Number And Viscosity Of Palm Oil Based Biodiesel From PT Smart Tbk," *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*, vol. 2, no. 1, p. 2017, 2017.
- [13] D. Setiawati and Y. Radiyono, "Analisis Hubungan Kecepatan Terminal dengan Viskositas Zat Cair Menggunakan Software Tracker," *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*, vol. Volume 7, no. Nomor 2, 2017.
- [14] Wardoyo, A. S. Widodo, W. Wijayanti, and I. N. G. Wardana, "The Role of Areca catechu Extract on Decreasing Viscosity of Vegetable Oils," *The Scientific World Journal*, vol. 2021, no. 8827427, Jul. 2021, doi: <https://doi.org/10.1155/2021/8827427>.