

# Pemanfaatan Limbah *Claybath* Pabrik Kelapa Sawit sebagai Katalis dalam Produksi Biodiesel

Rezi Miravion<sup>1</sup>, dan Widayat<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Magister of Chemical Engineering Diponegoro University, Indonesia; e-mail: [rezimiravion1978@gmail.com](mailto:rezimiravion1978@gmail.com)

<sup>2</sup>Laboratory of Advanced Material, Center of Research and Service Unit Diponegoro University, Indonesia; e-mail: [widayat@live.undip.ac.id](mailto:widayat@live.undip.ac.id)

## ABSTRAK

Limbah  $\text{CaCO}_3$  merupakan limbah yang berasal dari proses pemisahan cangkang dan kernel di *claybath* pada pabrik kelapa sawit. Sedikitnya penelitian mengenai pengolahan limbah ini menyebabkan kurangnya informasi dalam pengolahan limbah tersebut. Hal ini menyebabkan limbah  $\text{CaCO}_3$  yang tidak dipakai dibuang begitu saja di area pabrik dan tidak dimanfaatkan kembali. Pada penelitian ini dilakukan pengolahan dan pemanfaatan kembali limbah  $\text{CaCO}_3$  sebagai katalis untuk produksi biodiesel. Metode yang digunakan adalah ekstraksi pelarut dengan memvariasikan temperatur (30, 40, 50, 60, 70 °C) dan rasio limbah  $\text{CaCO}_3$  dengan pelarut (1:6, 1:8, 1:10, 1:12, 1:14). Pengujian karakteristik limbah  $\text{CaCO}_3$  dilakukan menggunakan XRD dan SEM. Kondisi optimum pada penelitian ini didapatkan pada temperatur 60 °C dengan rasio limbah dan pelarut 1:10, dimana kondisi ini dapat mengekstrak minyak sebesar 0,31 %. Pemanfaatan limbah  $\text{CaCO}_3$  sebagai katalis dalam produksi biodiesel bisa dilakukan. Hal ini dapat dilihat dari terpenuhinya beberapa parameter uji biodiesel (densitas, viskositas, angka asam dan kandungan metil ester) dengan *yield* yang didapatkan sebesar 92,3 %.

**Kata kunci:** Limbah  $\text{CaCO}_3$ , Ekstraksi, Biodiesel

## ABSTRACT

$\text{CaCO}_3$  waste in palm oil mills is excessed from shells and kernels separation process in *claybath*. The lack of research on this waste treatment causes a lack of information on the processing of the waste. This causes unused  $\text{CaCO}_3$  waste to be dumped in the factory area and not reused. In this study, processing and re-utilization of  $\text{CaCO}_3$  waste as a catalyst for biodiesel production were carried out. The method used is solvent extraction by varying the temperature (30, 40, 50, 60, 70 °C) and the ratio of  $\text{CaCO}_3$  waste to solvent (1:6, 1:8, 1:10, 1:10, 1:12, 1:14). The characteristics of the  $\text{CaCO}_3$  waste were tested using XRD and SEM. The optimum condition in this study was obtained at a temperature of 60 °C with a ratio of waste and solvent of 1:10, where this condition could extract 0,31 % of oil. The use of  $\text{CaCO}_3$  waste as a catalyst in biodiesel production can be done. This can be seen from the fulfillment of several biodiesel test parameters (density, viscosity, acid number, and methyl ester content) with a yield of 92,3 %.

**Keywords:**  $\text{CaCO}_3$  waste, extraction, biodiesel

**Citation:** Miravion, R., dan Widayat. (2023). Pemanfaatan Limbah *Claybath* Pabrik Kelapa Sawit sebagai Katalis dalam Produksi Biodiesel. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(2), 449-452, doi:10.14710/jil.21.2.449-452

## 1. Pendahuluan

Limbah merupakan hasil buangan suatu proses produksi oleh industri. Limbah terdiri dari padat, cair dan gas. Salah satu limbah yang dihasilkan pabrik kelapa sawit adalah limbah *claybath* berupa larutan  $\text{CaCO}_3$  jenuh yang mengandung minyak. *Claybath* merupakan proses pemisahan cangkang dan kernel berdasarkan perbedaan densitas (Ibrahim dkk., 2017). Apabila pemisahan cangkang dan kernel tidak optimal, maka akan dilakukan penambahan ataupun penggantian larutan  $\text{CaCO}_3$ . Larutan  $\text{CaCO}_3$  yang tidak terpakai biasanya dibuang saja pada area pabrik dan

tidak dimanfaatkan kembali, sehingga dapat meningkatkan jumlah limbah dan merusak lingkungan.

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian mengenai proses di *Claybath*, seperti Hikmawan dkk. (2020) yang mengganti penggunaan  $\text{CaCO}_3$  dengan tanah liat pada *Claybath*, Mahfud (2020) yang merancang sistem pengukuran SG berbasis Arduino Uno supaya memudahkan dalam pengukuran SG pada larutan  $\text{CaCO}_3$  pada *Claybath* dan Hudori (2019) yang melakukan penelitian mengenai kebutuhan  $\text{CaCO}_3$  pada *Claybath*. Akan tetapi, penelitian mengenai

pemanfaatan limbah  $\text{CaCO}_3$  pada *Claybath* masih sedikit dilakukan. Hal ini dikarenakan sulit dalam pengolahannya, sedangkan penggunaan  $\text{CaCO}_3$  masih eksis digunakan pada *Claybath*.

Limbah  $\text{CaCO}_3$  berpotensi sebagai katalis heterogen. Katalis heterogen banyak diminati dalam proses produksi. Keunggulan katalis ini adalah mudah dalam pemisahan produk dan dapat digunakan kembali untuk proses produksi, sehingga dapat menghemat biaya produksi (Jayakumar dkk., 2021).

Zul dkk. (2021) mengatakan bahwa limbah  $\text{CaCO}_3$  dapat digunakan sebagai katalis untuk produksi biodiesel dari *palm olein oil*. Widayat dkk. (2017) juga mengatakan bahwa produksi biodiesel menggunakan katalis  $\text{CaO}$  dari  $\text{CaCO}_3$  dapat menghasilkan *yield* biodiesel >90 %. Lin dkk. (2021) menyimpulkan bahwa limbah  $\text{CaCO}_3$  dapat dijadikan katalis biodiesel dengan *yield* yang diperoleh sebesar 92,5%. Selain itu,  $\text{CaCO}_3$  banyak digunakan sebagai *filler*, *extender* dan pigmen pada industri kertas dan polimer (Yang dkk., 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh variabel-variabel proses ekstraksi limbah  $\text{CaCO}_3$ , seperti temperatur dan rasio limbah dan pelarut. Setelah didapatkan kondisi optimum, maka dilakukan uji kinerja limbah  $\text{CaCO}_3$  sebagai katalis dalam produksi biodiesel. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi landasan alternatif pengolahan limbah  $\text{CaCO}_3$  di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) untuk pemanfaatan kembali limbah tersebut pada proses *claybath*. Penelitian ini juga dapat menjadi rujukan dalam produksi katalis biodiesel dari limbah PKS.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Preparasi Limbah $\text{CaCO}_3$

Penelitian dilakukan di Laboratorium Advance Material Universitas Diponegoro. Penelitian ini menggunakan limbah  $\text{CaCO}_3$  yang sudah jenuh pada keluaran *claybath*. Penelitian diawali dengan preparasi limbah  $\text{CaCO}_3$  dengan pemanasan menggunakan oven pada temperatur 110 °C selama 2 jam untuk menghilangkan kandungan air pada limbah  $\text{CaCO}_3$ .

### 2.2 Karakterisasi Limbah $\text{CaCO}_3$

Limbah  $\text{CaCO}_3$  dikarakterisasi terlebih dahulu sebelum dilakukan ekstraksi. Karakterisasi yang dilakukan berupa analisa kristal produk padat menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) dan analisa permukaan limbah menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

### 2.3 Ekstraksi Limbah $\text{CaCO}_3$

Ekstraksi pada penelitian ini adalah ekstraksi padat-cair, dimana bahan yang akan diekstrak merupakan padatan limbah  $\text{CaCO}_3$  menggunakan pelarut heksana. Penggunaan pelarut ini berdasarkan sifat kepolaran yang hampir sama dengan senyawa yang diekstraksi (minyak). Ekstraksi dilakukan 450

dengan variasi temperatur (30, 40, 50, 60, 70 °C) selama 4 jam untuk menghilangkan minyak yang terdapat dalam limbah  $\text{CaCO}_3$ . Rasio limbah  $\text{CaCO}_3$  terhadap pelarut yang digunakan pada penelitian ini juga divariasikan (1:6, 1:8, 1:10, 1:12, 1:14 b/v) dengan temperatur optimal yang diperoleh sebelumnya. Setelah dilakukan ekstraksi, limbah  $\text{CaCO}_3$  dikalsinasi pada temperatur 900 °C selama 4 jam.

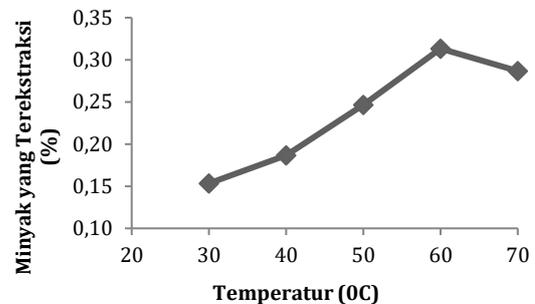
## 2.4 Produksi Biodiesel

Produksi biodiesel dilakukan menggunakan bahan baku minyak jelantah dengan rasio 1:15 terhadap metanol pada temperatur 60 °C selama 2 jam dengan berat katalis 6 %. Keberhasilan penggunaan katalis dalam produksi biodiesel dilihat dari terpenuhinya beberapa parameter SNI No. 7182 Tahun 2015 (*yield*, densitas, viskositas, angka asam dan kandungan metil ester) dari biodiesel yang dihasilkan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Pengaruh Temperatur terhadap Minyak yang Terekstraksi

Temperatur merupakan faktor penting pada proses ekstraksi. Penggunaan temperatur yang tepat memungkinkan ekstraksi menjadi lebih efektif. Apabila temperatur yang digunakan tidak sesuai, maka akan menyebabkan proses ekstraksi tidak optimal dan bahan yang bersifat termolabil menjadi rusak (Morsli dkk., 2021). Pengaruh temperatur terhadap proses ekstraksi dapat dilihat pada Gambar 1.



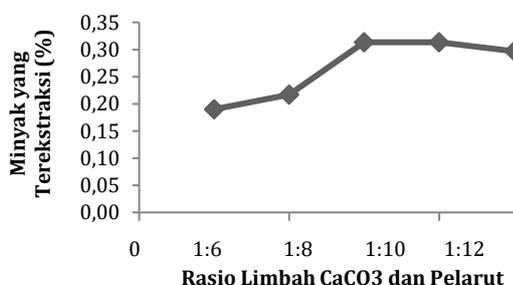
Gambar 1. Pengaruh Temperatur terhadap Minyak yang Terekstrak

Gambar 1 menunjukkan bahwa peningkatan temperatur dapat meningkatkan rendemen minyak yang terekstrak hingga 0,31% pada temperatur 60 °C. Hal ini terjadi karena temperatur dapat mempengaruhi kelarutan suatu senyawa serta dapat memperbesar pori-pori bahan (Ma dkk., 2019). Semakin tinggi temperatur yang diberikan, maka kelarutan pelarut dan pori-pori limbah  $\text{CaCO}_3$  juga semakin besar. Pelarut akan berdifusi kedalam limbah  $\text{CaCO}_3$  dan melarutkan minyak kemudian berdifusi ke permukaan limbah menuju larutan (Prayudo dkk, 2015).

Temperatur yang tidak sesuai dapat mengurangi rendemen minyak yang terekstrak selama proses ekstraksi. Hal ini dapat dilihat pada temperatur 70 °C, dimana minyak yang terekstrak adalah 0,29 %. Pemberian temperatur 70 °C menyebabkan partikel-partikel heksana mengalami penguapan. Hal ini dikarenakan heksana memiliki titik didih 69 °C. penguapan yang terjadi pada pelarut menyebabkan berkurangnya kontak antara pelarut dengan limbah CaCO<sub>3</sub>, sehingga minyak yang terekstrak sedikit (Morsli dkk., 2021).

### 3.2 Pengaruh Rasio Limbah CaCO<sub>3</sub> dan Pelarut terhadap Minyak yang Terekstrak

Rasio bahan dan pelarut merupakan hal yang harus diperhatikan. Secara umum penggunaan pelarut yang banyak dapat meningkatkan rendemen senyawa yang diinginkan. Akan tetapi, penggunaan pelarut berlebihan akan meningkatkan biaya proses ekstraksi (Alara dkk., 2018). Pengaruh rasio limbah CaCO<sub>3</sub> terhadap minyak yang terekstrak dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh Rasio limbah CaCO<sub>3</sub> dan pelarut terhadap Minyak yang Terekstraksi

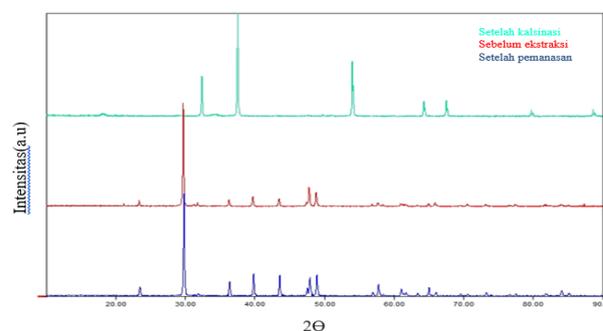
Gambar 2 menunjukkan bahwa jumlah minyak yang terekstrak meningkat hingga rasio limbah CaCO<sub>3</sub> dan pelarut 1:10. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi antara limbah dan pelarut yang besar. Semakin besar perbedaan konsentrasi yang diberikan, maka luas kontak antara limbah dan pelarut juga akan semakin besar (Abdelmagid dkk., 2020). Besarnya luas kontak yang terjadi mengakibatkan minyak yang terekstrak meningkat. Selain itu, jumlah pelarut yang terlalu sedikit menyebabkan pelarut cepat jenuh, sehingga minyak yang dapat diekstrak sedikit (Fernandez dkk., 2022).

Penambahan pelarut yang berlebihan dapat mengakibatkan proses ekstraksi tidak efisien. Penggunaan pelarut yang terlalu banyak tidak akan meningkatkan rendemen minyak yang diekstraksi, melainkan rendemen minyak yang terekstrak cenderung konstan. Hal ini dapat dilihat pada rasio limbah dan pelarut 1:10 dan 1:12, dimana tidak ada lagi peningkatan rendemen minyak yang terekstrak.

### 3.3 Karakteristik Limbah CaCO<sub>3</sub>

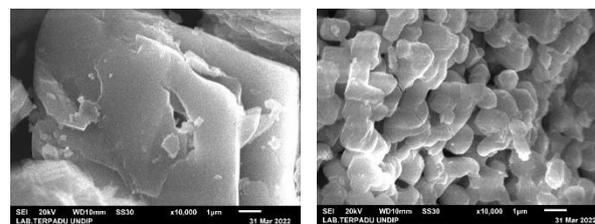
Produk padat dikarakterisasi menggunakan XRD untuk mengetahui mineral penyusun limbah CaCO<sub>3</sub>. Hasil analisa XRD dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan puncak-puncak yang terdapat pada limbah CaCO<sub>3</sub>. Puncak tertinggi 2θ untuk sampel setelah pemanasan dan setelah ekstraksi berada pada 29,71° dan 29,83°. Puncak ini memiliki pola yang hampir sama, dimana nilai ini mengidentifikasi bahwa senyawa tertinggi adalah CaCO<sub>3</sub>. Sampel setelah kalsinasi menunjukkan pola yang berbeda, dimana puncak yang tertinggi berada pada nilai 2θ yaitu 37,51°. Pola yang ditunjukkan hampir sama dengan penelitian yang dilakukan Bharti dkk. (2019), dimana puncak 2θ yang diperoleh yaitu 31°, 34°, 37° dan 54°. Pola ini menunjukkan tingkat kemiripan yang tinggi dengan standar ICDD untuk CaO (JCPDS 37-1497). Hal ini terjadi karena adanya pelepasan CO<sub>2</sub> pada suhu tinggi (Widayat dkk., 2017).



Gambar 3. Grafik XRD Limbah CaCO<sub>3</sub>

Analisa permukaan limbah CaCO<sub>3</sub> dilakukan menggunakan SEM. Hasil analisa dapat dilihat pada Gambar 4.



a. Sebelum Ekstraksi                      b. Setelah Kalsinasi

Gambar 4. Hasil Analisa SEM Limbah CaCO<sub>3</sub>

Gambar 4 menunjukkan perbedaan struktur morfologi masing-masing kondisi limbah CaCO<sub>3</sub>. Pada kondisi sebelum ekstraksi struktur kristal berbentuk lebih besar dibandingkan dengan ukuran kristal setelah kalsinasi, dimana ukuran kristalnya lebih seragam dan kecil. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi perombakan kembali struktur kristal pada limbah CaCO<sub>3</sub> yang disebabkan oleh panas pada proses kalsinasi (Carrasco dkk., 2022).

### 3.4 Produksi Biodiesel

Biodiesel merupakan hasil reaksi transesterifikasi trigliserida dan alkohol dengan

bantuan katalis yang menghasilkan produk samping berupa gliserol. Hasil analisis parameter uji dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Perbandingan Kualitas Biodiesel yang Dihasilkan dengan SNI No. 7182:2015

Parameter Uji	Penelitian	SNI
Yield (%)	92,3	-
Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	865	850-890
Viskositas (mm <sup>2</sup> /s, cSt)	3,20	2,3-6
Angka Asam (mg-KOH/g)	0,33	≤0,5
Meti Ester (%)	96,62	>96,5

Tabel 1 menunjukkan bahwa *yield* biodiesel yang dihasilkan dengan memanfaatkan limbah CaCO<sub>3</sub> sebagai katalis yaitu 92,3 %. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Alagumalai dkk. (2021) yang mengatakan bahwa CaCO<sub>3</sub> dari limbah lumpur kapur dapat menghasilkan *yield* biodiesel >90 %. Berdasarkan Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa limbah CaCO<sub>3</sub> bisa dimanfaatkan sebagai katalis dalam produksi biodiesel. Hal ini dapat dilihat dari terpenuhinya beberapa parameter uji biodiesel.

#### 4. Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan limbah CaCO<sub>3</sub> sebagai katalis dalam produksi biodiesel dapat diambil beberapa kesimpulan. Kondisi yang tepat pada ekstraksi minyak dalam limbah CaCO<sub>3</sub> dapat meningkatkan rendemen minyak yang terekstrak. Kondisi optimum pada penelitian ini adalah penggunaan temperatur 60 °C pada rasio 1:10 dengan rendemen minyak yang terekstrak 0,31 %. Limbah CaCO<sub>3</sub> dapat dimanfaatkan sebagai katalis dalam produksi biodiesel dengan *yield* yang diperoleh 92,3 %. Pada penelitian selanjutnya, diharapkan limbah *claybath* dapat diteliti lebih lanjut mengenai variabel proses agar limbah dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk proses lainnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

Abdelmagid, El T., Anas, & Soliman. 2020. Effect of Different Ratios of Polyaniline: Poly (Styrene Sulfonate) on the Hole Extraction Ability in Perovskite Solar Cells. *Synthetic Metal*, 259: 116232.

Alagumalai, A., Omid M., Frank H., & Wuyuan Z. 2021. Environmentally Benign Solid Catalyst for Sustainable Biodiesel Production: a Critical Review. *Science of the Total Environment*, 768:144856.

Alara, O. R., Nour H. A., & Chinonso I. U. 2018. Soxhlet Extraction of Phenolic Compounds from Vernonia Cinera Leaves and its Antioxidant Activity. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 11: 12-17.

Bharti, P., Bhaskar S., & R. K. Dey. 2019. Process Optimization of Biodiesel Production Catalyzed by CaO Nanocatalyst Using Response Surface Methodology. *Journal of Nanostructure in Chemistry*, 9: 269-280.

Carrasco, S. M., and Jose M. V. 2022. The Calcium Looping Process for Energy Storage: Insights from In Situ XRD Analysis. *Chemical Engineering Journal*, 429: 132244.

Fernandez, A. A., Khatleen E. H., Danielle D., Marcela U., Victoria R., & Loren B. 2022. Research Paper Optimizing Hormone Extraction Protocols for Whale Baleen: Tackling Question of Solvent: Sampel Rration and Variation. *General and Comparative Endocrinology*, 315: 113828.

Hikmawan, O., Marisa, N., & Nur A. 2020. Pengaruh Penambahan Tanah Liat pada Pemisahan Inti dan Cangkang Sawit. *Jurnal Teknik dan Teknologi*, 15: 14-22.

Hudori, M. 2019. Peramalan Kebutuhan dan Pengendalian Persediaan Calcium Carbonate di Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Citra Widya Edukasi*, 11: 165-184.

Ibrahim, O. A., Uche C., Mahdi M., Michael C. A., & Sylvester G. 2017. DENSE Medium Machine Processing Method for Palm Kernel/Shell Separation. *Journal Application Science Environment Manage*, 21: 1336-1340.

Jayakumar, M., Natchimuthu K., Martiin P. G., Kaleab B. G., Belete T. A., Soon W. C., Balasubramani R., & Mukhes K. A. 2021. Heterogenous Base Catalysts: Synthesis and Application for Biodiesel Production – a Review. *Bioresource Technology*, 331: 125054.

Lin, C. L., Kassian T. T. A., Chin E. C., Pei C. C., & Feng C. C. 2020. A Cleaner Process for Green Biodiesel Synthesis from Waste Cooking Oil Using Recycle Waste Oyster Shells as a Sustainable Base Heterogeneous Catalyst Under the Microwave Heating System. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 17: 100310.

Ma, B., Ruihe W., Hongjian N., & Kaize W. 2019. Experimental Study on Harmless Disposal of Waste Oil Based Mud Using Supercritical Carbon Dioxide Extraction. *Fuel*, 252: 722-729.

Mahfud, A. 2020. Rancangan Sistem Pengukuran Specific Gravity secara Real Time Berbasis Ardiuno Uno pada Lartan Calcium Cebonate di Claybath. *Jurnal Citra Widya Edukasi*, 12: 9-14.

Morsli, F., Spyros D., Abedaghani H., Konstantina P. P., & Dimitris P. M. 2021. Appraisal of the Combined Effect of Time and Temperature on the Total Polyphenol Yield in Batch Stirred-Tank Extraction of Medicinal and Aromatic Plants: the Extraction Efficiency Factor. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 25: 100340.

Prayudo, A. N., Okky N., Setyadi, & Antaresti. 2015. Koefisien Transfer Massa Kurkumin dari Temulawak. *Jurnal Ilmiah Widya Teknik* 14 (1): 26-31.

Widayat and Oktavitarini, N. 2017. DEVELOPMENT OF Natural Kaolin as Catalyst for Biodiesel Production. *Advanced Science*, 23 (6): 5590-5594.

Yang, A., Zhiqin H., Yong Z., Yong S. H., & Zhanfa T. 2021. Preparation of Nanosized Calcium Carbonate in Solution Mixing Process. *Journal of Crystal Growth*, 571: 126247.

Zul, N. A., Shangeetha, G., Tuan S. H., Wen, D. O., & Muhammad, H. H. 2021. A Review on the Utilization of Calcium Oxide as a Base Catalyst in Biodiesel Production. *Journal of Environmental Engineering Chemical Engineering*, 9: 105741.