

TRANSESTERIFIKASI BODIESEL DARI MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN KATALIS KARBON AKTIF DARI SEKAM PADI YANG DIIMPREGNASI DENGAN NaOH

Ayung Nabila Armah^{1*}, Mustain Zamhari¹, Erika Dwi Oktaviani¹

¹Jurusan Teknik Kimia, Program Studi Teknologi Kimia Industri, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang
Jalan Srijaya Negara Bukit Besar, Palembang 30139, Sumatera Selatan, Indonesia

*e-mail: ayungnabila2@gmail.com

Abstrak

Biodiesel dari minyak jelantah menjadi salah satu upaya untuk mengatasi limbah minyak jelantah. Pada penelitian ini bertujuan untuk menguji penggunaa katalis karbon aktif dari sekam padi yang diimpregnasi dengan NaOH sebagai katalis heterogen dalam proses transesterifikasi minyak jelantah menjadi biodiesel. Tahapan awal penelitian meliputi preparasi sekam padi menjadi karbon aktif dengan cara memanaskan sekam padi pada Furnace dengan suhu 500°C selama 2 jam (karbonasi). Karbon aktif kemudian diimpregnasi dengan larutan NaOH dengan variasi konsentrasai 3 N, 4 N, 5 N dan divariasikan waktu konsentrasi selama 12 jam, 16 jam, 20 jam dan 24 jam. Dengan rasio mol minyak dan methanol sebesar 1:6. Dari analisa SEM-EDX, menunjukkan bahwa katalis setelah impregnasi memiliki perbedaan morfologi dan pori-pori yang lebih banyak dibandingkan sebelum, yang diperkuat dengan adanya senyawa Na pada katalis setelah impregnasi. Parameter biodiesel terbaik yang diuji sesuai sni 7182:2015 didapatkan hasil, densitas 0,8656 gr/cm³, viskositas 5,82 mm²/s, dan titik nyala 121°C. Metil ester dianalisa menggunakan GC-MS kandungan metil ester pada biodiesel sebesar 96,47%, hidrokarbon aromatik 3,45% dan hidrokarbon alifatik 0,03%.

Kata kunci: Biodiesel, Karbon Aktif, Minyak Jelantah, Sekam padi

1. PENDAHULUAN

Biodiesel adalah bahan bakar yang dibuat dari bahan alami berupa minyak nabati atau dari lemak hewani. Biodiesel memiliki emisi gas buang yang dihasilkan relatif lebih bersih dibandingkan dengan bahan bakar sejenisnya yaitu solar sehingga biodiesel dikenal secara umum sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan. Selain itu, penggunaan bahan bakar biodiesel lebih sederhana, tidak perlu memodifikasi mesin diesel. Biodiesel merupakan bioenergi alternatif dari sumber terbarukan (*renewable*).

Minyak jelantah merupakan limbah sisa penggorengan dari minyak goreng dari kelapa sawit. Minyak ini dapat ditemukan di rumah. Minyak jelantah memiliki kandungan senyawa karsinogenik bagi tubuh jika terus digunakan. Atau yang dikenal sebagai asam lemak bebas atau *Free Fatty Acid* (FFA). Asam lemak yang terkandung pada minyak goreng bekas dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku biodiesel.

Pada tahapan pembuatan biodiesel dikenal dengan proses esterifikasi dan transesterifikasi. Esterifikasi adalah langkah awal yang dilakukan untuk memproses asam lemak bebas yang diubah menjadi ester. Tahapan ini dilakukan jika kandungan asam lemak yang terkandung pada minyak jelantah

didas 5%. Sedangkan Transesterifikasi adalah proses yang dikenal sebagai reaksi alkoholisis, yang dimana trigliserida diubah menjadi metil ester dengan bantuan alkohol (*metanol*, *ethanol*) yang dimana pada proses ini terdapat produk samping berupa gliserol. Menurut (Chandra, 2022) jika konsentrasi asam lemak bebas yang ada pada minyak jelantah < 5 % maka proses transesterifikasi dapat dilakukan dengan katalis basa, sedangkan bila kandungan asam lemak bebas > 5 % maka diperlukan proses untuk menurunkan kadar asam lemak bebas dengan tahapan Es-trans (esterifikasi-transesterifikasi).

Penggunaan katalis pada proses pembuatan biodiesel bertujuan untuk mempercepat proses reaksi pembentukan biodiesel dengan menurunkan energi aktivasi. Katalis basa heterogen menjadi pilihan yang digunakan pada proses transesterifikasi biodiesel. Hal ini terjadi karena katalis basa heterogen memiliki keunggulan yaitu katalisnya tidak larut bereaksi sehingga mudah untuk dipisahkan dengan produk biodiesel.

Karbon aktif memiliki sifat adsorpsi, yang dimana pengaruh adsorpsi pada karbon aktif dipengaruhi oleh proses aktivasi yang terjadi secara kimiawi maupun fisika. Aktivasi pada karbon aktif dapat dilakukan dengan cara

mengimpregnasi karbon aktif dengan NaOH, tujuannya yaitu untuk mengisi zat aktif kedalam pada pori-pori karbon aktif dengan cara adsorpsi logam (P.Munik 2015).

Untuk melihat luas permukaan karbon aktif pada penelitian ini, dianalisa menggunakan analisis SEM (*Scanning Electron Microscopy*) karbon aktif sebelum dan sesudah diimpregnasi. Dan Untuk mengetahui kandungan methyl ester pada produk biodiesel dilakukan analisa menggunakan GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*).

2. METODE

Tahapan awal penelitian ini yaitu dengan melakukan preparasi proses pembuatan katalis yang dijadikan karbon aktif dengan memanfaatkan limbah sekam padi yang diimpregnasi NaOH. Sekam padi dibersihkan menggunakan air, setelah bersih dikeringkan menggunakan bantuan oven pada suhu 105°C selama 2 jam hingga kering. Kemudian di *furnace* dengan suhu karbonasi 500°C selama 2 jam.

Tahapan pada proses impregnasi karbon aktif yang diimpregnasi dengan NaOH terdapat variasi konsentrasi 3N, 4N, 5N selama 12 jam, 16 jam, 20 jam, 24 jam. Katalis yang sudah jadi akan diaplikasikan pada proses transesterifikasi biodiesel. Hasil terbaik pada biodiesel didapat dari hasil pengujian viskositas, densitas, titik nyala. Dari ketiga pengujian tersebut maka akan didapat hasil biodiesel terbaik untuk digunakan pada penegcekan kandungan metil ester menggunakan GC-MS, dan untuk karbon aktif akan dilakukan pengujian SEM-EDX untuk mengetahui pori pada karbon aktif.

Pembuatan biodiesel berbahan dasar minyak jelantah dengan bantuan katalis karbon aktif dari sekam padi menggunakan tahapan transesterifikasi. Perbandingan untuk rasio molar minyak dan methanol yaitu 1:6 dengan katalis sebanyak 2 gr pada penggunaan minyak jelantah 180 gr.

Minyak jelantah dipanaskan pada suhu 40°C, kemudian dicampurkan menggunakan methanol dan katalis pada suhu 60°C selama 60 menit dengan pengadukan 700 rpm. Setelah itu memasukkan minyak jelantah kedalam corong pisah dengan waktu kurang lebih 24 jam. Setelah pengendapan akan terbentuk 2 fasa yaitu cair dan padat, lapisan cair berupa biodiesel dan lapisan padat adalah gliserol. Biodiesel yang telah dipisahkan bilah menggunakan aquadest hingga jernih, lalu

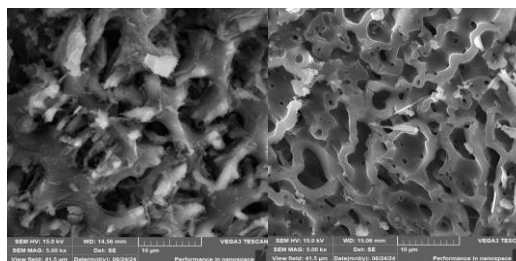
panaskan hingga tidak ada campura aquadest pada biodiesel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini bagaimana pengaruh katalis karbon aktif dari sekam padi yang diimpregnasi NaOH dan diaplikasikan pada proses transesterifikasi biodiesel.

3.1. Uji Analisa Menggunakan SEM-EDX (*Scanning Electron Microscopy*)

Analisa menggunakan alat ini mengetahui bagaimana karakteristik dari katalis heterogen salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah melihat sifat permukaan katalis dengan tujuan untuk mengetahui struktur dan morfologi dari katalis, alat yang digunakan untuk melihat morfologi adalah SEM. Untuk hasil SEM dapat dilihat pada gambar 1 hasil dari sebelum dan sesudah impregnasi.



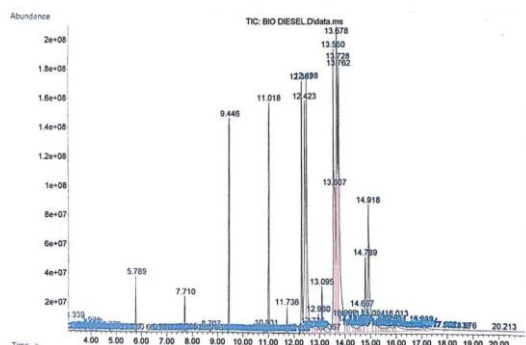
Gambar 1. Katalis karbon aktif sebelum dan sesudah impregnasi

Berdasarkan hasil analisa karbon aktif menggunakan SEM, morfologi karbon aktif sebelum impregnasi dan setelah impregnasi memiliki perbedaan. Untuk kondisi morfologi pada karbon aktif sekam padi sebelum diimpregnasi memiliki retakan (pori-pori) yang tidak beraturan dan tidak sebanyak setelah diimpregnasi. Pada karbon aktif setelah impregnasi terdapat retakan yang lebih banyak, serta beberapa pori-pori dan terbentuk lapisan silika amorf pada bagian karbon, dapat dilihat pada komposisi penyusun pada karbon aktif yang tidak seragam (Riyanto et al., 2021). Hal ini karena terjadinya proses impregnasi karbon aktif menggunakan NaOH dan dapat disebabkan oleh adanya proses pemanasan (karbonasi) yang terjadi oleh penggunaan suhu tinggi yang dapat berdampak langsung terhadap karbon aktif.

3.2. Analisa GC-MS Biodiesel

Bahan bakar cair diklasifikasikan berdasarkan panjang rantai hidrokarbon. Fraksi

bahan bakar cair terdiri atas kelompok bensin, fraksi solar (diesel) dan minyak berat lainnya (Kholidah, 2018). Berdasarkan hasil pengujian GC-MS pada produk biodiesel dari minyak jelantah dihasilkan komposisi bahan bakar yang terdiri atas fraksi solar (diesel), hidrokarbon aromatik dan hidrokarbon alifatik



Gambar 2. Hasil Analisa GC-MS

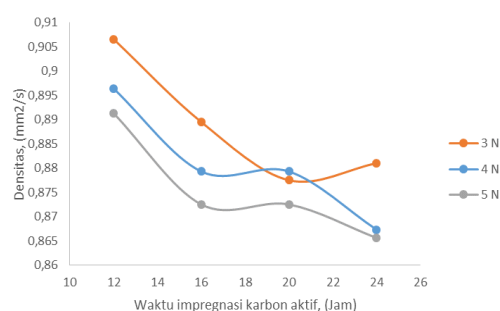
Pada hasil pengecekan komponen menggunakan GC-MS pada biodiesel dari minyak jelantah menggunakan katalis karbon aktif sekam padi menunjukkan bahwa hasil metil ester merupakan senyawa yang paling banyak yaitu 96,47%. Dengan komponen tertinggi berupa senyawa asam lemak. Komposisi penyusun paling banyak yaitu asam stearat % area sebesar 41,01, penyusun terbanyak kedua yaitu asam heksanoat % area sebesar 27,86. Asam lemak jenuh merupakan penyusun utama pada biodiesel. Yang dimana untuk asam lemak jenuh yaitu asam stearat (Rahayu, 2005).

Berdasarkan hasil ini, biodiesel dari minyak jelantah terdiri atas asam lemak jenuh yang tinggi. Tingginya asam lemak ini disebabkan oleh bahan baku yang digunakan, khususnya minyak goreng bekas. Hasil monitoring GC-MS oleh (Gargazi et al., 2022) dengan bahan utamanya dari minyak jelantah menunjukkan asam stearat memiliki luas % area 45,10, disusul metil ester heksadekanoat dengan % area 35,99. Asam lemak yang terdapat pada biodiesel menjadi faktor yang perlu dikhawatirkan karena dapat menyebabkan penyumbatan pada filter pembakaran jika digunakan pada kendaraan bermotor (Gargazi et al., 2022).

3.3. Uji Densitas Pada Biodiesel

Hasil uji densitas biodiesel yang diperoleh pada produk paling baik sebesar 0,86

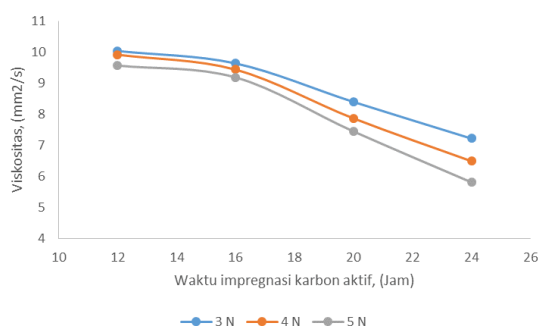
gr/ml dan yang kurang baik sebesar 0,90 gr/ml. Standar SNI 7182:2015 densitas biodiesel sebesar 0,85-0,89 g/ml. Hasil dari penelitian uji densitas pada proses transesterifikasi biodiesel menggunakan katalis karbon aktif, terlihat adanya variasi densitas dipengaruhi oleh konsentrasi dan waktu pada proses impregnasi NaOH untuk katalis karbon aktif. Dari hasil data uji densitas kenaikan diakibatkan oleh kenaikan kadar katalis. Waktu impregnasi memiliki pengaruh dalam meningkatkan kandungan konsentrasi pada katalis. Menurut (Permana et al., 2020) semakin lama waktu pencampuran diharapkan semakin banyak logam yang mengisi pori-pori support.



Gambar 3. Hasil Uji Densitas

3.4. Uji Viskositas Pada Biodiesel

Viskositas kinematik merupakan pengukuran tingkat kekentalan atau kelekatan suatu bahan bakar. Viskositas pada bahan bakar berpengaruh pada kinerja mesin, jika nilai viskositas terlampaui tinggi maka dapat mempersulit aliran, pemompaan dan penyalaan pada mesin. Menurut standar SNI 7182:2015 untuk viskositas biodiesel adalah antara 2,3-6,0 mm²/s.



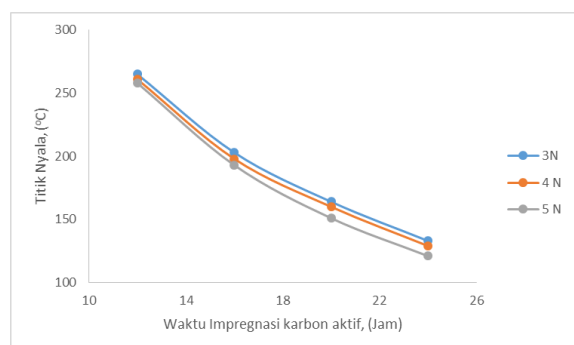
Gambar 4. Hasil Uji Viskositas

Dari hasil pengaplikasian katalis karbon aktif didapatkan nilai yang sesuai dengan SNI 7182:2015 yang dimana untuk nilai standarnya 2,3-6,0 mm²/s. Dari hasil yang diperoleh hanya

satu yang memenuhi nilai SNI yaitu konsentrasi 5 N dengan waktu perendaman 24 jam. Hasil yang diperoleh adalah 5,82 mm²/s. Dengan hasil ini, beberapa hasil melebihi nilai standar biodiesel yang disyaratkan, karena konsentrasi katalis pada proses reaksi tidak sebanding dengan banyaknya minyak dan metanol. Pada penelitian ini penggunaan katalis yang tingkat kebasahan yang konsentrasinya tinggi dapat menyebabkan terjadinya reaksi saponifikasi, yang menyebabkan konversi pada minyak jelantah yang bereaksi menyebabkan penurunan kualitas biodiesel, dan saat yang sama memberikan peningkatan viskositas (Ong, 2013).

3.5. Uji Titik Nyala Biodiesel

Titik nyala atau *flash point* merupakan titik suhu terendah dimana biodiesel dapat terbakar. Tujuan dari pengujian titik nyala adalah agar dapat diketahui tingkat keamanan penyimpanan biodiesel untuk mencegah terjadinya kebakaran dan ledakan akibat penguapan minyak. Tingginya titik nyala pada biodiesel dapat memudahkan pada proses penyimpanan hal ini dikarenakan pada suhu ruangan minyak tidak mudah terbakar (Hardjono, 2000). Nilai uji titik nyala biodiesel harus memenuhi SNI 7182: 2015. Nilai SNI tersebut memberikan nilai titik nyala minimal 100°C.



Gambar 5. Hasil Uji Titik Nyala

Pada grafik diatas titik nyala dari setiap variasi waktu dan konsentrasi memiliki hasil yang berbeda. Yang dimana dengan variasi waktu impregnasi yang lebih singkat dan konsentrasi yang rendah nilai titik nyala yang dihasilkan lebih besar, dan begitu sebaliknya Nilai titik nyala tertinggi di dapat dari variasi konsentrasi 3N dengan nilai titik nyala 265°C, untuk konsentarsi 4N nilai titik nyala 261°C dan konsentrasi 5N nilai titik nyala 258 °C pada variasi waktu 12 jam impregnasi. Nilai terbaik

ada pada Konsentrasi 5 N dengan nilai titik nyala 121°C. Dari hasil tersebut nilai titik nyala biodiesel diatas nilai Standar Mutu Biodiesel SNI 7182-2015 dengan nilai minimum 100 °C. Terdapat hasil titik nyala yang terlampaui tinggi diakibatkan oleh pada proses transesterifikasi oleh katalis karbon aktif tidak berjalan dengan sempurna. Yang menjadi penyebab Titik nyala yang terlalu tinggi yaitu adanya air pada biodiesel tersebut. Pada saat pembakaran, proses pertama yang terjadi adalah penguapan air yang terkandung dalam biodiesel (Damanhuri, 2006).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada hasil analisa SEM-EDX didapatkan hasil katalis karbon aktif dari sekam padi memiliki perbedaan yaitu pada katalis setelah impregnasi memiliki pori-pori yang lebih banyak dibandingkan dengan katalis sebelum diimpregnasi. Hal ini disebabkan oleh adanya logam natrium yang mengisi pori-pori katalis, diperkuat adanya senyawa Na pada pengecekan kandungan pada katalis.

Biodiesel diujikan berdasarkan parameter SNI 7182:2015, dan didapati telah emenuhi standar yang berlaku, pada pengaplikasian katalis karbon aktif sekam padi yang hasil yang paling baik dari pengujian biodiesel dengan pengukuran densitas sebesar 0,8656 gr/ml, pengukuran viskositas 5,82 mm²/s, dan titik nyala 121°C. Untuk kandungan Metil ester yang dianalisa menggunakan GC-MS kandungan metil ester pada biodiesel sebesar 96,47%, hidrokarbon aromatik 3,45% dan hidrokarbon alifatik 0,03%. Tingginya asam lemak ini disebabkan oleh bahan baku yang digunakan yaitu minyak goreng bekas.

DAFTAR PUSTAKA

- Andalia, Winny, dan Irnanda Pratiwi. 2019. "Kinerja Katalis Naoh Dan KOH Ditinjau Dari Kualitas Produk Biodiesel Yang Dihasilkan Dari Minyak Goreng Bekas." *Jurnal Tekno Global UIGM Fakultas Teknik* 7(2):66–73. doi: 10.36982/jtg.v7i2.549.
- Awaluddin, Amir, Saryono, Sri Nelvia, dan Wahyuni. 2012. "Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Biodiesel Dari Minyak Sawit Mentah Menggunakan Katalis Padat Kalsium Karbonat Yang Dipijarkan." *Jurnal*

- Natur Indonesia* 11(2):129. doi: 10.31258/jnat.11.2.129-134.
- Aziz, Isalmi, Siti Nurbayti, dan Arif Rahman Hakim. 2012. "Uji Karakteristik Biodiesel Yang Dihasilkan Dari Minyak Goreng Bekas Menggunakan Katalis Zeolit Alam (H-Zeolit) Dan KOH." *Jurnal Kimia VALENSI* 2(5). doi: 10.15408/jkv.v2i5.296.
- Chandra, A. (2022). Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) dari Minyak Jelantah Melalui Proses Esterifikasi Dengan Variasi Persentase Katalis, Waktu, dan Suhu Reaksi. 4–15.
- G. Sharma, S. Sharma, A. Kumar, C. W. Lai, M. Nushad, Shehnaz, J. Iqbal, F. J. Stadler, "Review Article Activated Carbon as Superadsorbent and Sustainable Material for Diverse Applications," *Adsorption Science & Technology* vol. 2022, 2022
- Kusyanto, P. A. 2017. Pemanfaatan Abu Sekam Padi Menjadi Katalis Heterogen dalam Pembuatan Biodiesel dari minyak Sawit. *Jurnal. Trop. Pharm. Chem*, 14-21.
- Mudia, Fadilah Rabiul Nada, Fathona Saptara, Sahid Supriyanto, Ahmad Zikri, Patria, dan Irawan Rusnadi. 2020. "Pemanfaatan Biji Bintaro (Cerbera manghas L) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel dan Biopellet Pengembangan Energi Baru Terbarukan." *Prosiding Seminar Mahasiswa Teknik Kimia* 01(01):41–47.
- Nuraisyah, A. I. (2022). Sintesis Katalis Abu Sekam Padi Terimpregnasi Dengan CaO dari cangkang Telur dan KOH untuk Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah. *Jurnal Kinetika*, 56-61.
- Ong, et al. (2013). Engine performance and emissions using *Jatropha curcas*, *Ceiba pentandra* and *Calophyllum inophyllum* biodiesel in a CI diesel engine
- P. Munnik, P. E. De Jongh, K. P. De Jong, "Recent Developments in the Synthesis of Supported Catalysts," *Chem. Rev.*, vol. 115, no. 14, hal. 6687–6718, 2015, doi:10.1021/cr500486u
- Permana, Edwin, Icha Cristine, S. D. Sumbogo Murti, dan Fusia Mirda Yanti. 2020. "Preparation and Characterization of Cu/ZnO Catalysts With Activated Carbon Support Using H₃PO₄ and ZnCl₂ Activators." *Jurnal Teknologi* 13(1):6–15.
- Rahayu, Martini. 2005. "Teknologi Proses Produksi Biodiesel." *Prospek Pengembangan Bio-Fuel Sebagai Substitusi Bahan Bakar Minyak* 17–28.
- Rezablina, M. (2023). Proses Transesterifikasi Biodiesel Menggunakan Katalis Sodium Methoxide dan katalis Berbasis Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa yang Diimpregnasi NaOH. *Serambi Engineering*, 7033-7039.
- Rian Efendi, H. A. (2018). Pembuatan Biodiesel Minyak Jelantah Menggunakan Metode Esterifikasi-Transesterifikasi Berdasarkan Jumlah Pemakaian Minyak Jelantah. *Politeknik Negeri Bandung*, 402-409.
- Riyanto, C. A. (2021). Pengaruh NaOH dan Suhu Aktivasi Terhadap Karakteristik Karbon Aktif Sekam Padi Teraktivasi H₃PO₄. *Rafflesia Journal Of Natural and Applied Sciences*, 59-68.
- Riyanto, Cucun Alep, Ezra Kurniawan, dan November Rianto Aminu. 2021. "Riyanto Et Al 2021 Struktur Karbon Aktif Dan Penghilangan SiO₂." 1(2):59–68.
- Susanti, Titik, Mas'udah Mas'udah, dan Sandra Santosa. 2023. "Studi Penggunaan Katalis CaO-NaOH Pada Produksi Biodiesel Dari Minyak Jelantah." *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi* 8(2):294–300. doi: 10.33795/distilat.v8i2.361.
- Sutapa, I. Wayan, Samual Rosmawaty, dan Ismah Rosmawaty. 2013. "Biodiesel Production From Bintangur Oil (*Callophyllum inophyllum* L.) Using Calcium Oxide (CaO) Catalyst." *Indonesian Journal of Chemical Research* (Vol 1 No 1 (2013): Edisi Pertama (First Edition)):53–60.