

IMPREGNASI NATRIUM HIDROKSIDA PADA KARBON AKTIF CANGKANG JENGKOL SEBAGAI KATALIS DALAM PEMBUATAN BIODIESEL

Survina Osalia Br Ginting*, Daniel Tarigan, dan Noor Hindryawati

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman, Samarinda
Jalan Barong Tongkok No. 4 Kampus Gunung Kelua, Samarinda, Kalimantan Timur

*Email :survinaginting@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pembuatan katalis NaOH/karbon aktif sebagai katalis basa heterogen dengan metode impregnasi untuk diaplikasikan dalam pembuatan biodiesel dari minyak kelapa sawit. Karbon aktif diperoleh dari limbah cangkang jengkol lalu diimpregnasi dengan NaOH dan dikarakterisasi menggunakan SEM. Pada hasil karakterisasi menggunakan SEM menunjukkan pada karbon cangkang jengkol terdapat morfologi permukaan yang heterogen dan tidak beraturan dengan struktur pori-pori yang besar sedangkan pada katalis NaOH/karbon aktif gambar SEM menunjukkan struktur morfologi pada permukaan karbon terlihat lebih halus dan banyak pori-pori karbon yang ditutupi oleh molekul NaOH. Dengan metode pengabuan basah diperoleh pada karbon aktif mengandung 0,021% total Na sedangkan pada katalis NaOH/karbon aktif mengandung 0,212%. Dengan adanya penambahan konsentrasi Na pada katalis menandakan bahwa Na sudah terimpregnasi pada karbon aktif sehingga dengan adanya spesi aktif dari ion Na^+ katalis dapat diaplikasikan dalam pembuatan biodiesel. Biodiesel yang dihasilkan dianalisa dengan GC-MS untuk mengetahui komposisi biodiesel.

Kata Kunci: *Impregnasi, Karbon Aktif, Cangkang Jengkol, Transesterifikasi, Minyak Kelapa Sawit, Biodiesel*

PENDAHULUAN

Energi alternatif akhir-akhir ini banyak diteliti dan dikembangkan adalah sumber energi terbarukan, seperti biodiesel yang bersumber dari bahan bakar nabati. Minyak kelapa sawit merupakan salah satu sumber bahan baku yang dapat diproses untuk menghasilkan biodiesel. Produksi minyak kelapa sawit meningkat setiap tahunnya dimana dari data statistik perkebunan Indonesia komoditas kelapa sawit diketahui bahwa terjadi peningkatan produksi minyak sawit dari 12 juta ton pada tahun 2005, menjadi 21,9 juta ton pada tahun 2010 dan pada tahun 2015 (angka estimasi) produksinya sebesar 30,9 juta ton^[1] sehingga bila ditinjau terhadap kesiapan ketersediaan bahan baku, maka kelapa sawit merupakan bahan yang paling potensial untuk dipergunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel.

Dalam pembuatan biodiesel dapat dilakukan dengan proses reaksi esterifikasi yang dilakukan jika asam lemak bebas minyak tinggi dan reaksi transesterifikasi. Proses transesterifikasi merupakan metode umum dalam pembuatan biodiesel. Reaksi antara minyak atau lemak dengan alkohol merupakan reaksi yang bersifat bolak-balik. Oleh sebab itu alkohol harus ditambahkan berlebih untuk membuat reaksi

berjalan ke arah kanan. Alkohol yang paling umum digunakan adalah metanol, karena harganya murah dan reaktivitasnya paling tinggi.^[2]

Dalam proses transesterifikasi penggunaan katalis dapat berpengaruh besar dalam menghasilkan metil ester. Katalis homogen kurang efektif karena pada katalis homogen, katalis sukar dipisahkan dari produk dan sisa reaktannya sedangkan katalis heterogen pemisahan antara katalis dan produknya serta sisa reaktan mudah dipisahkan. Pada katalis heterogen penggunaan pengemban membantu katalis bekerja lebih efektif.

Karbon aktif telah terbukti efektif sebagai pengemban katalis dalam reaksi fase gas maupun cair. Karbon aktif memiliki luas permukaan yang besar sehingga baik digunakan sebagai pengemban katalis pada reaksi transesterifikasi. Karbon aktif adalah material berpori dengan kandungan karbon 87% - 97% dan sisanya berupa hidrogen, oksigen, sulfur dan material lain.^[3] Selain terdiri dari atom karbon, karbon aktif mengandung sejumlah kecil hidrogen dan oksigen yang terikat pada gugus fungsi misalnya karboksil, fenol dan eter. Gugus fungsi ini menjadikan permukaan karbon aktif reaktif secara kimia dan dapat mempengaruhi sifat adsorpsinya.^[4]

Dengan adanya karbon aktif sebagai pengemban maka dapat membantu katalis untuk bekerja secara lebih efektif. Sumber karbon aktif dapat diperoleh dari limbah biomassa misalnya dari limbah cangkang jengkol. Cangkang jengkol mengandung karbon yang cukup tinggi yaitu sebesar 44,02%.^[5]

Katalis basa konvensional seperti NaOH, KOH, K₂CO₃ dapat dimpregnasi pada karbon aktif sebagai pengembannya untuk digunakan dalam reaksi trans-esterifikasi sebagai katalis basa heterogen. Impregnasi merupakan metode yang paling mudah dan paling umum digunakan untuk menyiapkan katalis. Tujuan dari metode ini adalah untuk memenuhi pori dengan larutan garam logam dengan konsentrasi yang cukup untuk memberikan *loading* yang tepat.

Secara garis besar, pembuatan katalis dilakukan dengan tahapan impregnasi, pengeringan dan kalsinasi. Setelah proses impregnasi, katalis dikeringkan untuk menguapkan air dan membentuk kristal garam pada permukaan pori. Pembentukan kristal garam dipengaruhi oleh laju pengeringan. Jika terbentuk berada pada dasar pori atau pada pusat partikel penyangga yang terbentuk berada pada dasar pori penyangga. Laju pengeringan yang tinggi akan menyebabkan gradien temperatur meningkat dan kristal garam terbawa keluar pori. Jika laju pengeringan tinggi akan menyebabkan gradien temperatur meningkat dan kristal garam terbawa keluar pori. Proses kalsinasi dilakukan setelah tahap pengeringan. Selama proses kalsinasi, kristal garam dikeringkan sampai kondisi optimum dan garam tersebut dikonversi menjadi oksidanya.^[6]

Penggunaan katalis heterogen berupa campuran logam yang diberi pengemban dimana pada katalis ini adanya pengemban dapat membantu agar katalis dapat bekerja lebih reaktif dan selektif dibandingkan hanya logam yang bekerja sendiri. Penelitian ini difokuskan pada proses modifikasi karbon aktif dengan metode impregnasi NaOH dimana karbon aktif digunakan sebagai pengemban sehingga dapat digunakan sebagai katalis dalam proses trans-esterifikasi minyak kelapa sawit.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Pada penelitian ini peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut: *furnace*, neraca analitik, lumpang dan alu, ayakan 100 mesh, seperangkat alat gelas, seperangkat alat sokletasi, seperangkat alat refluks (labu leher tiga 500 mL,

kondensor, termometer, corong pisah), buret 25 mL, pemanas listrik, tiang statif dan klem, stirer, stopwatch, spatula, oven, piknometer, penangas air dan viskosimeter *Ostwald*, instrumen SEM dan GC-MS.

Pada penelitian ini bahan-bahan yang digunakan adalah sebagai berikut : minyak sawit (*Refined, Bleached and Deodorized Palm Oil*) yang dibeli di supermarket, cangkang jengkol, metanol, aquades, larutan NaOH, indikator pp, kloroform (CHCl₃), asam asetat (CH₃COOH), larutan KI, Na₂S₂O₃, etanol, KOH, HCl, asam asetat glasial, indikator amilum, Na₂SO₄ dan natrium periodat.

PROSEDUR PENELITIAN

Pembuatan Katalis NaOH/Karbon Aktif

Sampel cangkang jengkol dikeringkan dibawah sinar matahari dan didalam oven lalu diarangkan kemudian dibakar dengan menggunakan tanur pada temperatur 350°C selama 1 jam.^[7] Karbon yang sudah dihasilkan didinginkan pada suhu kamar lalu diayak pada ayakan 100 mesh. Karbon yang dihasilkan selanjutnya dianalisa menggunakan SEM, diuji kadar air dan kadar abu.

Pembuatan katalis dilakukan dengan menggunakan metode impregnasi basah. Larutan encer dari NaOH 50% (b/b) ditambahkan kedalam karbon. Campuran diimpregnasi selama 24 jam pada suhu ruang.^[8] Setelah impregnasi, katalis padat yang diperoleh selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 3 jam dan dikalsinasi pada suhu 300°C selama 1 jam. Katalis yang dihasilkan dilakukan analisa menggunakan SEM dan dilakukan pengabuan basah untuk mengetahui jumlah Na yang terimpregnasi pada karbon.

Pembuatan Biodiesel

Minyak dan metanol dengan rasio molar 12:1 dan katalis 5% b/b dimasukkan kedalam labu leher tiga dan direfluks pada temperatur 60°C selama 180 menit. Campuran disentrifugasi sehingga terbentuk 2 fase dimana fase atas adalah metanol, biodiesel dan gliserol sedangkan fase bawah adalah katalis. Katalis dapat mudah dipisahkan dengan sentrifugasi. Metanol dipisahkan dengan pemanasan pada suhu 70°C selama 1 jam. Gliserol dipisahkan dengan cara dekantasi pada corong pisah dan didiamkan selama 12 jam. Kemudian diperoleh 2 fase dimana fase atas adalah metil ester dan fase bawah adalah gliserol. Fase bawah dibuang dan fase atas dicuci dengan aquades untuk menghilangkan sisa

gliserol dan pengotor lainnya. Untuk memastikan biodiesel bebas dari air ditambahkan Na_2SO_4 anhidrat. Metil ester yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan GC-MS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Katalis NaOH/Karbon Aktif

Nilai kadar abu karbon dari cangkang jengkol yaitu sebesar 6,57% dan kadar airnya sebesar 7,90%. Nilai kadar abu dan kadar air karbon ini masuk dalam standar baku mutu karbon aktif yang telah ditetapkan (SNI 06-3730-1995) yaitu kadar abu maksimal 10% dan kadar air maksimal 15% sehingga dapat diketahui bahwa karbon dari cangkang jengkol ini baik untuk dijadikan sebagai pengemban dalam pembuatan katalis NaOH/karbon aktif.

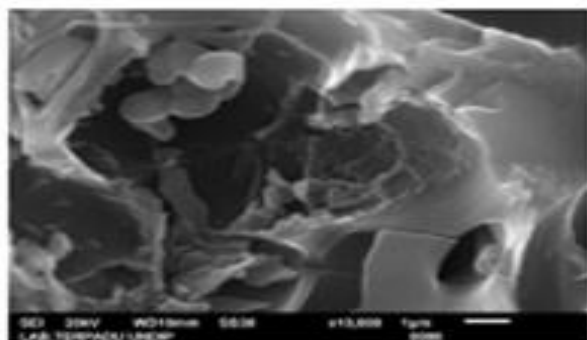
Banyaknya Na yang terimpregnasi pada karbon aktif dapat diukur melalui metode pengabuan basah. Pada karbon aktif mengandung 0,021% total Na sedangkan pada katalis NaOH/karbon aktif mengandung 0,212%. Dengan adanya penambahan konsentrasi Na pada katalis menandakan bahwa Na sudah terimpregnasi pada karbon aktif sehingga dengan adanya spesi aktif dari ion Na^+ ini maka katalis dapat digunakan untuk proses trans-esterifikasi.

Untuk melihat permukaan karbon dan katalis selanjutnya dilakukan analisa struktur

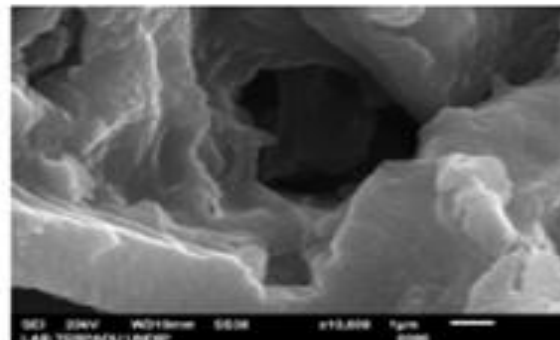
morfologi permukaan karbon dan katalis menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Hasil analisa SEM karbon dari cangkang jengkol dan karbon yang diimpregnasi dengan NaOH dapat dilihat pada gambar 1.

Hasil analisa SEM karbon cangkang jengkol dapat dilihat bahwa karbon memiliki struktur morfologi permukaan yang heterogen dan tidak beraturan dengan struktur pori-pori yang besar. Selain itu, pada permukaan karbon juga terlihat memiliki celah-celah dan retakan dengan berbagai ukuran pada lubang yang besar. Disamping itu, pori-pori dari karbon yang berbeda ukuran ini menyediakan luas permukaan yang besar untuk *loading* molekul NaOH. Dari hasil analisa SEM pada gambar 1 maka karbon dari cangkang jengkol ini dapat digunakan sebagai pengemban dalam proses pembuatan katalis NaOH/karbon aktif.

Dari hasil analisa SEM karbon yang sudah diimpregnasi dengan NaOH dapat dilihat bahwa struktur morfologi pada permukaan karbon terlihat lebih halus dan banyak pori-pori karbon yang ditutupi oleh molekul NaOH. Dengan adanya NaOH pada karbon aktif sebagai situs aktif katalis dan karbon sebagai pengemban maka katalis heterogen ini dapat digunakan dalam proses trans-esterifikasi minyak sawit.



(a)



(b)

Gambar 1. SEM karbon cangkang jengkol (a) dan katalis NaOH/karbon aktif (b)

Trans-esterifikasi Minyak Sawit

Katalis NaOH/karbon aktif yang dihasilkan diaplikasikan pada proses trans-esterifikasi dalam pembuatan biodiesel. Penggunaan katalis heterogen pada reaksi trans-esterifikasi ini memiliki keuntungan yaitu katalis mudah dipisahkan dari produk dan memiliki kestabilan pada temperature dan tekanan yang tinggi. Selama proses trans-esterifikasi berlangsung reaksi

pembentukan metil ester terjadi pada permukaan katalis.

Pada proses trans-esterifikasi berlangsung sejumlah air dihasilkan yang dapat menyebabkan pembentukan gliserol. Jadi selama proses trans-esterifikasi diharapkan air tersebut dapat teradsorpsi oleh karbon sehingga meminimalisir terbentuknya gliserol. Hasil trans-esterifikasi minyak sawit dengan menggunakan katalis

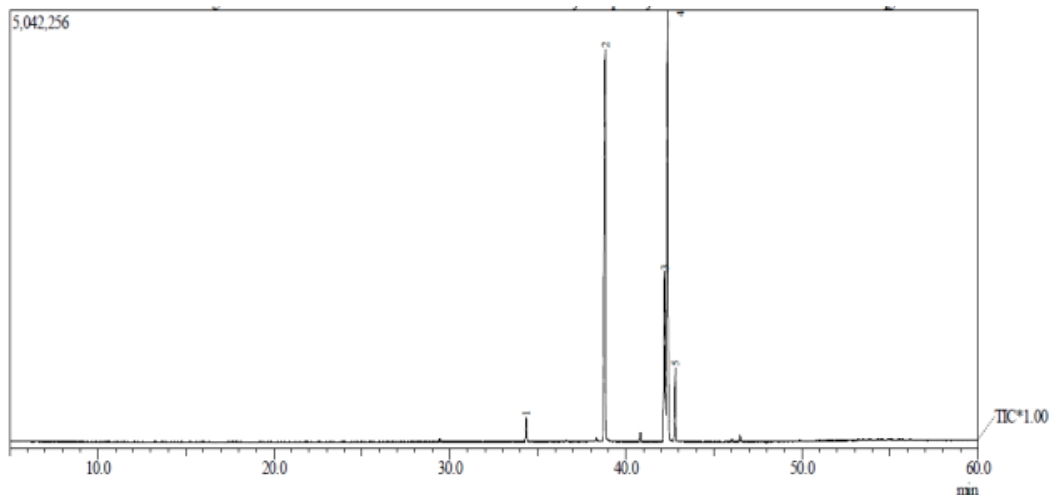
NaOH/karbon aktif diperoleh nilai rendemen sebesar 95,8% dengan kadar metil ester sebesar 97%. Kadar metil ester ini masuk dalam standar baku mutu biodiesel yang telah ditetapkan (SNI 7182:2015) yaitu 96,5%.^[9] Hal ini menunjukkan bahwa katalis NaOH/karbon aktif dapat

digunakan sebagai katalis dalam pembuatan biodiesel.

KARAKTERISASI BIODIESEL

Analisa GC-MS

Biodiesel yang diperoleh dianalisa menggunakan GC-MS untuk mengetahui komposisi asam lemak dari biodiesel.



Gambar2. Kromatogram biodiesel minyak kelapa sawit

Tabel 1. Komposisi asam lemak dari biodiesel

Peak	Nama ester	Waktu retensi	% Area
1	Metil Miristat	34,339	1,37
2	Metil Palmitat	38,839	38,47
3	Metil Linoleat	42,204	13,61
4	Metil Oleat	42,391	41,73
5	Metil Stearat	42,814	4,83

Pada hasil GC-MS menunjukkan bahwa metil ester utama untuk biodiesel minyak kelapa sawit adalah metil oleat dan metil palmitat. Data ini sama dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan minyak kelapa sawit sebagai bahan baku pembuatan biodiesel.^[10]

KESIMPULAN

Pembuatan katalis basa heterogen dapat dilakukan dengan metode impregnasi dimana NaOH 50% (b/b) diimpregnasi pada karbon aktif. Katalis NaOH/karbon aktif ini mampu mengkonversikan minyak kelapa sawit menjadi biodiesel dengan kondisi reaksi trans-esterifikasi yaitu jumlah katalis 5%, rasio molar minyak dengan methanol 1:12, temperatur 60°C selama 180 menit diperoleh kadar metil ester yang tinggi yaitu sebesar 97%. Katalis juga mudah dipisahkan dari produk.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Perkebunan, D. jenderal. (2014). *Statistik Perkebunan Indonesia "Kelapa sawit."* (D. jenderal Perkebunan, Ed.). Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan.
- [2] Tarmidzi, M., Putra, A. Y., Manurung, R., Herawan, T., Kimia, D. T., Teknik, F., Sawit, K. (2013). *Pengaruh Konsentrasi Li yang Di-Doping Ke Dalam Katalis CaO Terhadap Reaksi Transesterifikasi Minyak Sawit*, 2(3), 1–7.
- [3] Austin, G. (1996). *Industri Proses Kimia*. Jakarta: Erlangga.
- [4] Murti, S. (2008). *Pembuatan Karbon Aktif dari Tongkol Jagung untuk Adsorpsi Molekul Amonia dan Ion Krom*. Jakarta: UI-Press.
- [5] Pandia, S., & Sitorus, R. (2016). *Penentuan Bilangan Iodin Adsorben Kulit Jengkol dan Aplikasinya Dalam Penyerapan Logam Pb (II) Pada Limbah Cair Industri Pelapisan Logam*. FROM E, 1–7.

- [6] Tsani, F. (2011). *Preparasi dan Karakterisasi Katalis NiMo/-Al₂O₃ Untuk Sintesis Bahan Bakar Bio Dari Minyak Jarak Melalui Pirolisis Berkatalisis*. In *Skripsi*. Jakarta: UI-Press.
- [7] Labanni, Arniati, M. Z. dan M. (2015). *Sintesis dan Karakteristik Karbon Nanopori Ampas Tebu (Saccharum officinarum) dengan Aktivator ZnCl₂ melalui Iradiasi Ultrasonik sebagai Bahan Penyimpan Energi Elektronika*.
- [8] Hin Taufiq-yap, Y., Fitriyah Abdullah, N., & Basri, M. (2011). *Biodiesel Production via Transesterification of Palm Oil Using NaOH/Al₂O₃ Catalysts (Pengeluaran Biodiesel Melalui Pengtransesteran Minyak Sawit dengan Menggunakan Mangkin NaOH/Al₂O₃)*. *SainsMalaysiana*, 40(6), 587–594.
- [9] Nasional, B. S. (2015). *SNI BIODIESEL*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [10] Irmawati, R., Shafizah, I., Sharina, A. N., & Ahangar, H. A. (2014) *Transesterification of Palm Oil by Using Silica Loaded Potassium Carbonate (K₂CO₃ / SiO₂) Catalysts to Produce Fatty Acid Methyl Esters (FAME)*. *Energy and Power*, 4(1), 7–15. <https://doi.org/10.5923/j.ep.20140401.02>