

PRODUKSI BIODIESEL DARI MINYAK NYAMPLUNG DENGAN KATALIS Ni/LEMPUNG

Taufik Kharnofa¹, Syaiful Bahri², Yusnimar²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia S1, ²Dosen Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas km 12,5 Pekanbaru 28293
Kharnofa_taufik@yahoo.com

ABSTRACT

The research has been done to produce biodiesel from calophyllum inophyllum oil with Ni/clay catalyst. Several variations of the process variables were done to assess its influence on acquisition (yield) of biodiesel and quality of biodiesel produced. The variables are used consist of a dependent variable and independent variable. Dependent variables are calophyllum inophyllum oil weight 50 grams, the catalyst concentration Ni / clay 0.5%-b oil, reaction temperature of 60 °C and a reaction time of 90 minutes, while the independent variable which variation mole ratio of oil : methanol 1: 6, 1: 9 and variations of Ni metal impregnation 0% -w (no metal) 1%-w, 2%-w and 3%-w samples of clay. This research has given result the highest yield of 95.36% biodiesel obtained in the use of Ni(3%)/clay catalyst and the mole ratio of oil : methanol of 1: 9. The biodiesel produced has a density of 883 kg/m³, kinematic viscosity of 4,46 mm²/s, acid number of 0.50 mg KOH / g sample and the flash point of 155°C respectively.

Keywords: Biodiesel, Ni/Clay Catalyst, Calophyllum Inophyllum Oil

1. Pendahuluan

Bahan bakar minyak bumi merupakan salah satu sumber energi yang pada saat ini kegunaan dan pemanfaatannya sangat luas. Keterbatasan cadangan energi fosil dan semakin meningkatnya kebutuhan bahan bakar mendorong pemikiran untuk mengembangkan sumber energi terbarukan dalam upaya pencarian bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak bumi salah satunya adalah biodiesel. Selain itu, penggunaan katalis dalam berbagai reaksi kimia maupun proses industri juga semakin meningkat. Pemilihan dan penggunaan katalis dalam proses produksi biodiesel merupakan bagian yang sangat penting. Metode yang biasa digunakan dalam produksi biodiesel adalah proses transesterifikasi menggunakan katalis basa kuat seperti NaOH atau KOH. Katalis

ini merupakan katalis homogen yang sulit dipisahkan dari produk hasil reaksi karena memiliki fasa yang sama dengan reaktannya, bersifat racun dan limbahnya berdampak negatif terhadap lingkungan (Knothe dkk, 2005).

Salah satu bahan yang dapat dijadikan sebagai katalis adalah lempung alam yang terletak di daerah Desa Cengar Kecamatan Kuantan Mudik Kabupaten Kuantan Singingi. Kualitas lempung sebagai katalis dapat ditingkatkan dengan cara mendistribusikan logam transisi seperti nikel (Ni) kedalam lempung. Hal ini bertujuan untuk memperbanyak jumlah sisi aktif (*active site*) katalis sehingga kontak antara reaktan dengan katalis akan semakin besar dan pembentukan produk semakin cepat (Kusmiati, 2015).

Biodiesel merupakan bahan bakar substitusi solar/diesel yang diproduksi melalui transesterifikasi minyak nabati salah satunya berbahan baku minyak nyamplung. Minyak nyamplung sebagai bahan baku biodiesel mempunyai keunggulan antara lain dapat menghasilkan *yield* biodiesel yang cukup tinggi karena kadar minyaknya mencapai 70% (Marnoto dan Sulistyawati, 2011). Selain itu, produktivitas tanaman ini mencapai 20 ton/ha jika dibandingkan dengan jarak pagar 5 ton/ha dan sawit 6 ton/ha. Potensi minyak nyamplung yang dihasilkan di Indonesia cukup besar yaitu 39.405,6 ton/tahun (Pardede, 2012).

2. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan yaitu minyak nyamplung yang berasal dari Koperasi Jarak Lestari Cilacap Jawa Tengah, lempung yang berasal dari Desa Cengar Kecamatan Kuantan Mudik kabupaten Kuantan Singingi, CH_3OH (*pro analys* (pa) *grade* produk dari Merck), H_2SO_4 (pa *grade*, Merck), $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (pa *grade*, Merck), H_3PO_4 (*techniqal grade*, Brataco Chemika), $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (*techniqal grade*, Brataco Chemika), KOH (*techniqal grade*, Brataco Chemika), BaCl_2 (*techniqal grade*, Brataco Chemika), akuades, indikator phenol phtaelin, gas N_2 , O_2 dan H_2 .

Sedangkan alat yang digunakan antara lain lumpang porselin, ayakan 100 dan 200 mesh, satu set motor pengaduk, oven, timbangan analitik, kertas saring, tabung dan regulator gas N_2 , O_2 dan H_2 , *furnace tube*, *magnetic stirrer*, reaktor alas datar, *heater*, termometer, kondensor, erlenmeyer, corong pisah, labu ukur, gelas ukur, pipet tetes, buret, piknometer dan viskometer oswald. Ada beberapa tahapan yang dilakukan pada penelitian ini, antara lain :

Pembuatan Katalis Ni/Lempung

Tahap pertama pada pembuatan katalis yaitu, batu lempung ditumbuk dan diayak dengan ukuran -100+200 mesh dengan

ketentuan ukuran partikel yang diambil merupakan partikel yang lolos pada pengayak 100 mesh dan tertahan pada pengayak 200 mesh.

Selanjutnya dilakukan proses aktivasi lempung. Lempung sebanyak 150 gram direfluks dengan larutan H_2SO_4 1,2 M sebanyak 500 ml selama 6 jam pada suhu 60°C sambil diaduk dengan motor pengaduk pada reaktor alas datar bervolume 1 liter, kemudian sampel didiamkan selama 16 jam yang selanjutnya disaring dan dicuci berulang kali sampai tidak ada ion SO_4^{2-} berupa endapan putih yang terdeteksi oleh larutan BaCl_2 . *Cake* dikeringkan pada suhu 110°C selama 4 jam didalam oven.

Tahap selanjutnya dilakukan impregnasi (pengembanan) logam Ni sesuai variasi yang ditentukan yaitu 0% (tanpa logam), 1%, 2% dan 3% terhadap lempung. Lempung direndam dalam 200 ml larutan $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ sambil diaduk diatas pemanas pada suhu 60°C selama 3 jam. *Cake* kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 6 jam. Pada tahap ini, didapat katalis Ni/lempung sesuai dengan persentase berat logam. Selanjutnya, katalis Ni/lempung diaktivasi dengan proses kalsinasi, oksidasi, dan reduksi. Proses ini diawali dengan memasukkan katalis ke dalam *tube* yang sebelumnya telah diisi dengan *porcelain bead* sebagai *heat carrier* dan diantara *porcelain bed* dengan unggun katalis diselipkan *glass woll* sebagai penyeimbang unggun katalis. *Tube* ditempatkan dalam *tube furnace* secara vertikal, dikalsinasi pada suhu 500°C dengan selama 6 jam sambil dialirkan gas nitrogen sebesar ± 400 ml/menit. Selanjutnya, katalis dioksidasi pada suhu 400°C menggunakan gas oksigen sebesar ± 400 ml/menit selama 2 jam dan direduksi pada suhu 400°C menggunakan gas hidrogen sebesar ± 400 ml/menit selama 2 jam.

Proses Pembuatan Biodiesel

Ada beberapa tahapan yang dilakukan pada proses pembuatan biodiesel yaitu proses degumming minyak nyamplung, esterifikasi, transesterifikasi, pemisahan dan pemurnian serta karakterisasi biodiesel yang dihasilkan.

Proses Degumming

Minyak nyamplung disaring menggunakan alat pompa vakum pada kondisi hangat. Minyak ditimbang kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu 80°C sambil diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Setelah itu asam fosfat ditambahkan sebanyak 0,3% dari berat minyak. Suhu minyak dipertahankan selama 15 menit sambil diaduk. Selanjutnya, minyak dimasukkan kedalam corong pisah untuk dipisahkan antara minyak dan pengotor yang mengendap. Setelah itu dilakukan proses penyaringan minyak menggunakan kertas saring. Minyak hasil penyaringan dianalisa karakteristiknya meliputi densitas, viskositas, kadar air, kadar ALB dan perubahan warna yang terjadi.

Proses Esterifikasi

Minyak ditimbang sebanyak 100 gram dan dimasukkan ke dalam reaktor esterifikasi. Proses dijalankan dan ditempatkan di atas pemanas untuk menjaga suhu reaksi yaitu 60°C. Setelah suhu reaksi tercapai, metanol yang telah diukur dengan perbandingan rasio mol minyak : metanol 1:12 dan katalis H_2SO_4 sebanyak 1%-b ditambahkan ke dalam reaktor. Setelah reaksi berlangsung selama 1 jam, produk esterifikasi dilanjutkan ke proses transesterifikasi.

Proses Transesterifikasi

Produk esterifikasi dimasukkan ke dalam reaktor transesterifikasi dan dipanaskan hingga mencapai suhu reaksi yaitu 60°C. Setelah suhu reaksi tercapai, katalis Ni/lempung 0,5%-b dengan

impregnasi logam Ni 0%-b (tanpa logam) dan metanol yang telah diukur dengan perbandingan rasio mol reaktan 1 : 6 ditambahkan ke dalam reaktor. Setelah reaksi berlangsung selama 90 menit, produk transesterifikasi didinginkan dan disaring dengan kertas saring *whatman*. Endapan berupa katalis dipisahkan dari filtratnya. Filtrat tersebut dilanjutkan ke proses pemisahan dan pemurnian biodiesel. Prosedur yang sama diulangi untuk variasi rasio mol minyak terhadap metanol 1 : 9, dan variasi impregnasi logam Ni 1%, 2% dan 3% (b/b) terhadap lempung.

Proses Pemisahan dan Pemurnian

Filtrat yang telah dipisahkan dari katalis dimasukkan ke dalam corong pisah dan didiamkan selama 6 jam hingga terbentuk dua lapisan. Lapisan bawah berupa gliserol dipisahkan dari lapisan atas berupa *crude* biodiesel. *Crude* biodiesel kemudian dimurnikan dengan cara dicuci menggunakan akuades yang telah dipanaskan pada suhu 60°C. Kemudian biodiesel dipanaskan pada *hot plate* dengan suhu 105°C selama 60 menit untuk menguapkan metanol sisa reaksi dan air.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Proses Degumming

Bertujuan untuk mengurangi pengotor-pengotor yang terdapat didalam minyak nyamplung seperti fosfolipid, serat yang ikut terbawa saat proses ekstraksi minyak dan pengotor lainnya. Pemilihan asam fosfat pada proses *degumming* agar terjadi proses koagulasi dan flokulasi sehingga memungkinkan partikel pengotor dapat mengendap karena adanya tumbukkan antar flok yang terjadi dengan bantuan pengadukan. Minyak nyamplung hasil proses *degumming* ditentukan karakteristiknya meliputi densitas, viskositas, kadar air, kadar asam lemak bebas dan perubahan warna. Karakteristik minyak nyamplung sebelum dan setelah

proses *degumming* dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Karakterisasi Minyak Nyamplung

Karakteristik	Satuan	Sebelum <i>degumming</i>	Setelah <i>degumming</i>
Densitas	kg/m ³	948	921
Viskositas	mm ² /s	6,51	6,22
Kadar air	%	7,01	6,89
Kadar ALB	%	22,04	21,12
Warna	-	Hijau gelap	Kecoklatan

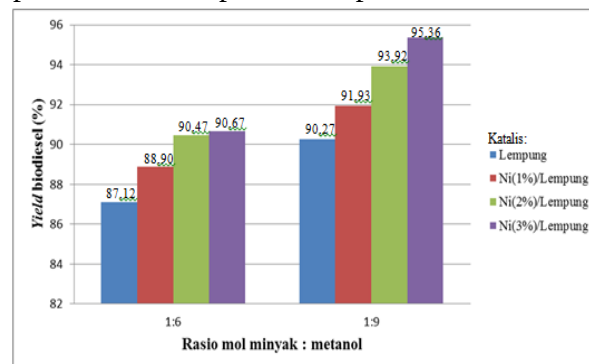
3.2 Proses Esterifikasi

Dari Tabel 3.1 dapat dilihat bahwa kadar air yang terdapat pada minyak nyamplung setelah proses *degumming* yaitu 6,89%, sedangkan kadar ALB-nya yaitu 21,12%. Kadar air berbanding lurus dengan kadar ALB dimana semakin tinggi kadar air, maka kadar ALB pada minyak juga akan meningkat. Menurut Azmi (2009), reaksi esterifikasi merupakan salah satu proses perlakuan awal dalam pembuatan biodiesel yang bertujuan untuk mengurangi kadar air dan kadar ALB yang tinggi pada minyak. Setelah dilakukan tahap reaksi esterifikasi, kadar ALB minyak nyamplung menurun dari 21,12% menjadi 2,81% dan kadar air menurun dari 6,89% menjadi 0,43%. Penurunan kadar ALB ini lebih baik dibandingkan hasil Sudrajat dkk (2010) dari 29,53% menjadi 4,60%.

3.3 Pengaruh Variasi Rasio Mol Reaktan Terhadap Perolehan *Yield* Biodiesel

Secara stoikiometri, jumlah mol metanol yang dibutuhkan untuk reaksi transesterifikasi adalah satu mol trigliserida dan tiga mol metanol untuk memperoleh tiga mol metil ester (biodiesel) dan satu mol gliserol (Knothe dkk, 2005). Semakin banyak jumlah metanol yang digunakan, maka *yield* biodiesel yang diperoleh juga akan semakin bertambah karena reaksi transesterifikasi merupakan reaksi yang

bersifat *reversible* sehingga untuk mendorong reaksi ke arah kanan (produk) dibutuhkan metanol dalam jumlah berlebih (Armalita dkk, 2015). Pengaruh variasi rasio mol reaktan terhadap perolehan *yield* biodiesel hasil reaksi transesterifikasi pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Pengaruh Rasio Mol Reaktan Terhadap Perolehan *Yield* Biodiesel

Berdasarkan hasil penelitian, dapat dilihat pada Gambar 3.1 bahwa variasi rasio mol minyak : metanol mempengaruhi perolehan *yield* biodiesel yang dihasilkan pada reaksi transesterifikasi. Pada penggunaan katalis lempung, *yield* biodiesel mengalami peningkatan dari 87,12% (1:6) menjadi 90,27% (1:9). Begitu juga untuk penggunaan katalis Ni(1%)/lempung, *yield* biodiesel mengalami peningkatan dari 88,90% (1:6), menjadi 91,93% (1:9). Hal ini membuktikan bahwa penambahan metanol yang berlebih akan mendorong reaksi ke arah pembentukan produk (metil ester) sampai pada keadaan tertentu dan akan mengalami penurunan setelah melewati kondisi maksimal (Knothe dkk, 2005). *Yield* biodiesel tertinggi 95,36% diperoleh pada rasio mol reaktan 1 : 9 penggunaan katalis Ni(3%)/lempung. Hasil ini lebih baik dibandingkan penelitian Armalita dkk (2015) yang membuat biodiesel dengan bahan baku minyak biji bintaro menggunakan katalis lempung dengan perolehan *yield* biodiesel terbesar pada rasio mol minyak : metanol 1 : 9 yaitu 91,72%. Begitu juga dengan hasil penelitian Devitria

dkk (2013) yang membuat biodiesel dengan bahan baku minyak goreng menggunakan katalis lempung cengar yang diimpregnasi NaOH dengan perolehan *yield* biodiesel terbesar pada rasio mol minyak : metanol 1 : 6 yaitu 78,29%.

3.4 Pengaruh Variasi Jumlah Logam Ni yang Diimpregnasi pada Lempung Terhadap Perolehan *Yield* Biodiesel

Katalis merupakan bahan yang ditambahkan untuk mempercepat laju reaksi dengan cara menurunkan energi aktivasi dan mengurangi terbentuknya produk samping untuk meningkatkan kemurnian produk yang dihasilkan. Energi aktivasi adalah energi minimum yang dibutuhkan untuk melangsungkan suatu proses reaksi. Variasi jumlah logam Ni yang diimpregnasi pada lempung terbukti mempengaruhi perolehan *yield* biodiesel yang dihasilkan. Pada penggunaan katalis Ni(3%)/lempung dengan konsentrasi katalis 0,5%-b minyak, diperoleh *yield* biodiesel maksimum sebesar 95,36%, Ni(2%)/lempung sebesar 93,92% dan Ni(1%)/lempung sebesar 91,93% pada rasio mol minyak : metanol 1:9. Sedangkan pada penggunaan katalis lempung saja hanya mampu menghasilkan *yield* maksimum sebesar 91,83% pada rasio mol 1:6. Sistem katalis logam pengemban dapat meningkatkan perolehan *yield* biodiesel karena dapat memperbesar luas permukaan katalis Ni/lempung dan memperbanyak jumlah sisi aktif dari katalis untuk mempercepat laju reaksi pembentukan produk sehingga aktivitas katalis juga semakin meningkat. Logam sebagai fasa aktif berperan untuk mempercepat dan mengarahkan reaksi, sedangkan penyangga atau *support* berfungsi untuk memberikan luas permukaan yang lebih besar bagi fasa aktif dan meningkatkan efektivitas katalis. Reaksi transesterifikasi merupakan reaksi yang bersifat *reversible*, sehingga penggunaan katalis dalam jumlah berlebih

akan mempengaruhi laju pembentukan biodiesel (Armalita dkk, 2015). Untuk itu, diperlukan persentase yang optimal agar reaksi tidak kembali pada keadaan semula. Tabel 3.2 memperlihatkan perbandingan hasil karakterisasi biodiesel dari hasil penelitian ini dengan para peneliti sebelumnya.

Tabel 3.2 Perbandingan Biodiesel Hasil Penelitian dengan Penelitian Lainnya

Peneliti	Katalis	Densitas (kg m ³)	Viskositas (mm ² /s)	Angka asam (mg KOH/gr)	Titik Nyala (°C)	<i>Yield</i> (%)
Penelitian ini, 2016 (Minyak nyamplung)	Ni/lempung	883	4,46	0,50	155	95,36
Armalita dkk, 2015 (Minyak bintaro)	Lempung	890	4,70	0,59	-	91,70
Devitria dkk, 2013 (Minyak goreng)	Lempung	-	9,67	-	-	78,20
Marmoto dan Sulistyawati, 2010 (Minyak nyamplung)	CaO	870	-	-	195	68,42

Analisa karakteristik biodiesel dilakukan untuk mengetahui apakah biodiesel yang didapat pada penelitian ini sesuai dengan standar mutu biodiesel di Indonesia (SNI 04-7128-2006).

Karakterisasi biodiesel yang diuji meliputi densitas (ASTM D 1298), viskositas kinematik (ASTM D445), angka keasaman (AOCS Cd 3-63) dan titik nyala (ASTM D 93). Perbandingan hasil karakterisasi biodiesel penelitian ini dengan SNI 04-7128-2006 dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil Karakterisasi Biodiesel

Paramter	SNI (04-7128-2006)	Hasil Penelitian
Densitas (kg/m ³)	850 - 890	883
Viskositas (mm ² /s)	2,3 – 6,0	4,46
Angka asam (mg KOH/g sampel)	Maks. 0,80	0,50
Titik nyala (°C)	Min. 100	155

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai produksi biodiesel dari minyak nyamplung menggunakan katalis Ni/lempung dapat disimpulkan bahwa perolehan *yield* biodiesel tertinggi diperoleh pada penggunaan katalis Ni(3%)/lempung dan rasio mol minyak : metanol 1 : 9. Perlakuan variasi rasio mol reaktan berpengaruh terhadap perolehan *yield* biodiesel, demikian pula variasi jumlah logam Ni yang diimpregnasi pada lempung berpengaruh terhadap perolehan *yield* biodiesel. Hasil karakterisasi biodiesel yang dihasilkan berupa berupa densitas 883 kg/m³, viskositas kinematik 4,46 mm²/s, titik nyala 155°C dan angka asam 0,50 mg-KOH/g sampel.

Daftar Pustaka

- Armalita, R.D., Bahri, S., dan Yusnimar., 2015, *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Bintaro dengan Reaksi Transesterifikasi dan Katalis Lempung*, JOM FTEKNIK, Vol. 2.
- Azmi, M.F., 2009, *Transesterifikasi Heterogen Antara Minyak Sawit Mentah dengan Metanol Menggunakan Katalis K₂O-CaO*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Bahri, S., dan Rivai, R., 2010, *Chemical Modification On Natural Clay And Its Application on Equilibrium Study of The Adsorption of Pb²⁺ In Aqueous Solution*, Jurnal Sains dan Teknologi, Department of Chemical Engineering, Vol. 9, Hal. 49-54.
- Devitria, R., Nurhayati., dan Anita, S., 2013, *Sintesis Biodiesel dengan Katalis Heterogen Lempung Cengar yang Diaktivasi dengan NaOH : Pengaruh Waktu Reaksi dan Rasio Molar Minyak : Metanol*, Jurnal Indonesia Chemical Acta, Vol. 3, No. 2, ISSN: 2085-0050.
- Ketaren, S., 1986, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, UI Press : Jakarta.
- Knothe, G., Krah, J., dan Gerpen J.V., 2005, *The Biodiesel Handbook*, AOCS Press : United States of America.
- Kusmiati, L., 2015, *Pirolisis Kulit Kayu Pinus (Pinus Mercussi) Menjadi Bio-Oil Menggunakan Katalis Ni/Lempung*, Skripsi, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Marnoto, T., dan Sulistyawati, E., 2011, *Biodiesel dari Minyak Nyamplung (Callophyllum Inophyllum) dengan Katalis CaO*, Jurnal Natur Indonesia, Vol. 13, No. 2, Hal. 112-117, ISSN: 1410-9379.
- Pardede, M.H., 2012, *Uji Karakteristik Minyak Nyamplung dan Aplikasinya pada Kompor Tekan*, Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sudrajat, R., Sahirman., Suryani, A., dan Setiawan, D., 2010, *Proses Transesterifikasi Pada Pembuatan Biodiesel Menggunakan Minyak Nyamplung yang Telah Dilakukan Esterifikasi*, Jurnal Penelitian Hasil Hutan, Vol. 28, No. 2, Hal. 184-198.