

PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK BIJI KAPUK (*CEIBA PENTANDRA*) DENGAN KATALIS LEMPUNG TERAKTIVASI; PENGARUH WAKTU REAKSI TERHADAP *YIELD* BIODIESEL

Nurlis¹, Syaiful Bahri², Edy Saputra²

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

ABSTRACT

Research on production biodiesel from kapok seed oil (ceiba pentandra) using an activated clay catalyst has been performed. It aimed to determine the effect of an activated clay catalyst on producing biodiesel, its quality and to study the effect of reaction time. Clay catalyst was activated by H₂SO₄ 0.47%, 0.62%, 0.78% and NaOH with a concentration of 0.33%, 0.44%, 0.66%. Esterification with methanol in the ratio 1:12 with the addition of H₂SO₄ as much as 1% of the weight of oil. The next transesterification reaction, the kapok seed oil is reacted with methanol in the ratio of 1: 9 with the acids and bases activated clay catalyst. The reaction temperature of 60 °C, various of reaction time 1 hour, 1.5 hours and 2 hours. The results showed that the use of an activated clay catalyst H₂SO₄ 0.78%, the reaction time of 1.5 hours to produce the highest yield 92.18%. Physical characteristics of biodiesel were obtained density 869 kg/m³, kinematic viscosity of 2.67 cSt, the acid number of 0.45 mg KOH/g sample and the flash point of 209°C. From the results was obtained biodiesel produced in compliance with the SNI 7182: 2015.

Keywords: *activation, biodiesel, clay, kapok seed oil, transesterification*

1. Pendahuluan

Makin menipisnya cadangan sumber energi fosil terutama minyak bumi memaksa pemerintah Indonesia dan masyarakat untuk mencari alternatif lain sebagai sumber energi. Upaya pencarian, pengembangan, dan penggalan sumber energi alternatif harus mempertimbangkan faktor-faktor utamanya, yaitu energi, ekonomi dan ekologi, dengan kata lain sistem yang dikembangkan harus dapat memproduksi energi dalam jumlah yang besar, dengan biaya yang rendah serta mempunyai dampak terhadap lingkungan yang minimal. Salah satu alternatif yang mungkin memenuhi kriteria tersebut adalah pemanfaatan minyak

nabati sebagai bahan bakar motor diesel pengganti bahan bakar minyak konvensional (Handoyo, 2007).

Salah satu bahan yang potensial karena pemanfaatannya yang kurang maksimal yakni biji kapuk. Saat ini, biji kapuk hanya digunakan sebagai campuran dalam pakan ternak. Kandungan minyak pada biji kapuk berkisar antara 25% - 40%. Minyak biji kapuk mengandung asam lemak tak jenuh sekitar 71,95% lebih tinggi dibandingkan dengan minyak kelapa. Hal ini menyebabkan minyak biji kapuk mudah tengik, sehingga kurang baik untuk dikembangkan sebagai minyak makanan. Namun minyak biji kapuk berpotensi untuk

dijadikan substitusi minyak diesel. Dengan melihat kandungan minyak biji kapuk tersebut, maka minyak biji kapuk tersebut dapat diambil sebagai bahan untuk pembuatan metil ester yang merupakan bahan yang sangat potensial sebagai pengganti bahan bakar diesel, melalui reaksi transesterifikasi (Susilowati, 2006).'

Pada umumnya biodiesel komersial yang diproduksi menggunakan katalis homogen seperti NaOH dan KOH. Akan tetapi, penggunaan katalis homogen ini mengalami kesulitan pada saat memisahkan dengan produk, sensitif terhadap asam lemak bebas dan air yang terkandung dalam minyak serta dapat dengan mudah membentuk sabun. Sisa katalis basa homogen dapat mengganggu pengolahan lanjut biodiesel dibandingkan dengan katalis fasa heterogen, sehingga penggunaan katalis heterogen lempung merupakan salah satu solusi untuk mengatasinya (Agustin, 2007). Lempung pada umumnya dikenal orang sebagai benda yang tidak terlalu bernilai ekonomis. Padahal sebenarnya lempung memiliki banyak kegunaan, salah satunya sebagai katalis (Sahara, 2011).

Salah satu bahan yang dapat dijadikan sebagai katalis adalah lempung alam yang terletak di daerah Desa Cengar Kecamatan Kuantan Mudik Kabupaten Kuantan Singingi (Bahri dan Rivai, 2010). Lempung merupakan katalis heterogen yang memiliki fasa berbeda dengan reaktan. Keuntungan dari penggunaan katalis heterogen ini yaitu selektivitas produk dapat ditingkatkan karena adanya pori-pori dipermukaan katalis, bisa dimodifikasi dengan distribusi logam dan mudah dipisahkan dari produk (Kusmiati, 2015).

2. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan yaitu minyak biji kapuk yang berasal dari Koperasi Jarak Lestari Cilacap Jawa Tengah, lempung yang berasal dari Desa Cengar Kecamatan

Kuantan Mudik kabupaten Kuantan Singingi, aquades, H_2SO_4 (pa grade, Merck), indikator phenol phtaelin, H_3PO_4 (technical grade, Brataco Chemika) NaOH (pa grade, Merck), $C_2H_2O_4$ (pa grade, Merck), CH_3OH (pa grade, Merck), C_2H_5OH (technical grade, Brataco Chemika), dan KOH (technical grade, Brataco Chemika).

Sedangkan alat yang digunakan pada penelitian ini adalah, ayakan 100 dan 200 mesh, satu set motor pengaduk, oven, timbangan analitik, kertas saring, furnace tube, magnetic stirrer, reaktor alas datar, heater, termometer, kondensor, alat titrasi, erlenmeyer, corong pisah, labu ukur, gelas ukur, pipet tetes, buret, piknometer dan viskometer Oswald. Ada beberapa tahapan yang dilakukan pada penelitian ini, antara lain :

2.1 Pembuatan Katalis Lempung Teraktivasi

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. Sebanyak 100 gram lempung dipanaskan pada suhu $105^\circ C$ sampai didapatkan berat lempung konstan, kemudian lempung ditambahkan dengan larutan H_2SO_4 sebanyak 400 ml, dengan variasi konsentrasi H_2SO_4 /Lempung 0,47%, 0,62% dan 0,78% (b/b) yang didapat dari pengenceran H_2SO_4 1,2 N. Campuran tersebut diaduk selama 3 jam pada suhu $60^\circ C$, kemudian di dinginkan dan disaring dengan menggunakan pompa vakum. Selanjutnya sampel dikeringkan dalam oven pada suhu $105^\circ C$. Setelah sampel didinginkan di ruang terbuka, dilanjutkan dengan kalsinasi dengan suhu $300^\circ C$ selama 3 jam. Lalu lempung didinginkan dalam desikator dan siap untuk dikarakterisasi.

Untuk aktivasi secara basa Sebanyak 100 gram lempung dipanaskan pada suhu 105°C sampai didapatkan berat lempung konstan, kemudian lempung ditambahkan dengan larutan NaOH sebanyak 400 ml dengan variasi konsentrasi NaOH/Lempung 0,33%, 0,44% dan 0,66% (b/b) yang di encerkan dari larutan NaOH 18 M. Campuran tersebut diaduk selama 3 jam pada suhu 60°C, kemudian didinginkan dan disaring dengan menggunakan pompa vakum. Selanjutnya sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C. Setelah sampel didinginkan di ruang terbuka, dilanjutkan dengan kalsinasi dengan suhu 300°C selama 3 jam. Lalu lempung didinginkan dalam desikator dan siap untuk dikarakterisasi (Laili, dkk., 2014).

2.2 Proses Pembuatan Biodiesel

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

2.2.1 Proses *Degumming*

Degumming bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang ada di dalam minyak. Minyak biji kapuk disaring alat penyaring 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.

2.2.2 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 H₂SO₄ sebanyak 1%-b ditambahkan ke dalam reaktor. Setelah reaksi berlangsung selama 1 jam, produk esterifikasi dilanjutkan ke proses transesterifikasi.

2.2.3 Proses Transesterifikasi

Produk esterifikasi dimasukkan ke dalam reaktor transesterifikasi dan dipanaskan hingga mencapai suhu reaksi yaitu 60°C. Setelah suhu reaksi tercapai, katalis lempung teraktivasi asam 0,47% dan metanol yang telah diukur dengan perbandingan rasio mol reaktan 1:9 ditambahkan ke dalam reaktor. Setelah reaksi berlangsung selama 1 jam, 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 waktu reaksi 1,5 jam dan 2 jam, dan variasi aktivasi asam 0,62%, 0,78% dan basa 0,33% 0.44%, 0,66%.

2.2.4 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*

Degumming dilakukan dengan memanaskan minyak biji kapuk sampai suhu 80°C kemudian ditambahkan asam fosfat (H_3PO_4) sebanyak 0,3% berat minyak sambil diaduk selama 15 menit. 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. Karakteristik minyak kapuk sebelum dan setelah proses *degumming* dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Karakterisasi Minyak Biji Kapuk

Karakteristik	Satuan	Sebelum <i>Degumming</i>	Setelah <i>Degumming</i>
Densitas (40°C)	kg/m ³	916	894
Viskositas (40°C)	mm ² /s	6,71	6,29
Kadar air	%	7,36	6,9
Kadar asam lemak bebas	%	26,28	18,31
Warna	-	Coklat kehitaman	Kecoklatan

3.2 Proses Esterifikasi

Bila bahan baku yang digunakan adalah minyak mentah yang mengandung asam lemak bebas tinggi (lebih dari 2%) dan kadar air lebih dari 1% maka perlu dilakukan proses praesterifikasi. Apabila proses transesterifikasi dilakukan dengan minyak yang memiliki kadar air dan kadar ALB yang tinggi, dikhawatirkan akan mempengaruhi kualitas biodiesel yang dihasilkan. Dari Tabel 3.1 dapat dilihat bahwa kadar ALB-nya setelah *degumming* yaitu 18,31% dan kadar air setelah *degumming* 6,9%. Pada proses esterifikasi digunakan katalis asam. Penambahan katalis asam kuat yakni asam sulfat dapat mengurangi kadar asam lemak bebas melalui protonasi oksigen karbonil asam lemak bebas dalam trigliserida oleh asam sulfat. Selanjutnya alkohol nukleofilik

menyerang karbon fositif, sehingga terjadi eliminasi air yang diikuti oleh penarikan H^+ oleh H_2O , hingga menghasilkan ester (Fessenden, 1981). Setelah dilakukan tahap reaksi esterifikasi, kadar ALB minyak kapuk menurun dari 18,31% menjadi 1,11% sedangkan kadar air menurun dari 6,9% menjadi 0,15%. Hasil ini memenuhi syarat untuk dilanjutkan pada tahap transesterifikasi.

3.3 Perbandingan Karakteristik Sifat Fisika Biodiesel

Tabel 3.2 Perbandingan Karakteristik Sifat Fisika Biodiesel

No.	Aktivasi Katalis Lempung	Konsentrasi	Waktu Reaksi (jam)	Yield (%)	Densitas (Kg/m ³)	Viskositas kinematik (cSt)	Titik Nyala (°C)	Angka Asam (mg-KOH/g)
Syarat Mutu Biodiesel SNI 7182:2015					850-890	2,3-6,0	Min. 100	Maks. 0,5
1	Asam	0,47%	1	82,84	880	2,44	207	0,41
2		0,62%		82,98	877	2,45		0,47
3		0,78%		85,56	875	2,49		0,43
4		0,33%		82,58	877	2,61		0,41
5		0,44%		83,5	877	2,57		0,45
6		0,66%		84,62	878	2,77		0,42
7	Asam	0,47%	1,5	83,38	880	2,75	209	0,45
8		0,62%		87,06	878	2,65		0,43
9		0,78%		92,18	869	2,67		0,45
10		0,33%		86,18	877	2,67		0,44
11		0,44%		86,92	871	2,64		0,43
12		0,66%		90,6	867	2,56		0,45
13	Asam	0,47%	2	85,18	886	3,12	210	0,43
14		0,62%		86,98	879	3,14		0,45
15		0,78%		88,52	861	3,11		0,46
16		0,33%		85,78	866	3,06		0,44
17		0,44%		85,92	863	3,18		0,44
18		0,66%		87,26	873	3,09		0,45
19	Lempung			81,6	887	2,66	185	0,44

Densitas biodiesel yang dihasilkan yaitu berkisar antara 861-880 kg/m³ dan masuk dalam *range* standar SNI 850-890 kg/m³, sehingga penggunaan biodiesel sebagai bahan bakar dapat menghasilkan pembakaran yang sempurna. Biodiesel yang memiliki densitas melebihi ketentuan/standar akan menyebabkan reaksi pembakaran tidak sempurna sehingga dapat meningkatkan emisi dan keausan pada mesin yang menggunakan bahan bakar diesel (Sinabutar, 2009).

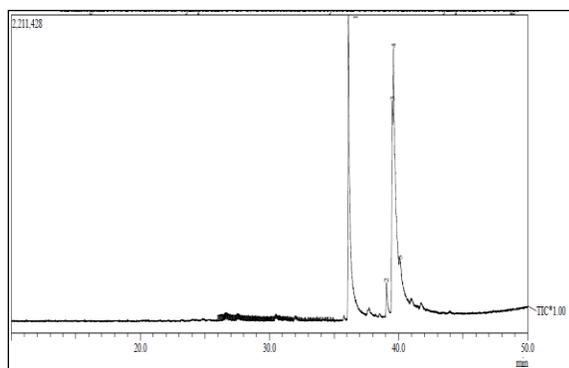
Viskositas biodiesel yang dihasilkan berkisar antara 2,44-3,18 cSt. Nilai tersebut telah sesuai dengan syarat mutu biodiesel (2,3 – 6,0 cSt). Viskositas yang tinggi

cenderung menjadi masalah dari bahan bakar dan ini menjadi salah satu faktor yang menentukan dalam pemakaian biodiesel (Sinabutar, 2009).

Angka asam yang dimiliki biodiesel dari minyak biji kapuk ini yaitu berkisar antara 0,41-0,46 mg KOH/ g biodiesel. Menurut SNI 7182:2015 bilangan asam maksimum untuk syarat mutu biodiesel yaitu 0,5 mg KOH/g biodiesel, artinya biodiesel yang dihasilkan memiliki angka asam sesuai dengan standar maksimum yang diizinkan. Angka asam yang tinggi merupakan indikator bahwa biodiesel masih mengandung asam lemak bebas. Semakin rendah angka asam biodiesel, semakin baik mutu biodiesel. Dengan demikian, biodiesel tersebut tidak bersifat korosif dan tidak membahayakan injektor mesin diesel.

Titik nyala biodiesel yang dihasilkan berkisar antara 207-210°C. Nilai tersebut telah sesuai dengan syarat mutu biodiesel (min 100°C) sehingga biodiesel berada dalam batas aman terhadap bahaya kebakaran selama penyimpanan, penanganan dan transportasi. Dari Tabel 3.2 dapat dilihat sifat fisika biodiesel yang masih berada pada *range* spesifikasi SNI yang artinya sudah memenuhi standar biodiesel.

3.4 Hasil Uji GC-MS Produk Biodiesel



Gambar 3.1 Kromatogram Hasil GC-MS Biodiesel dengan Katalis Asam 25% Waktu Reaksi 1,5 Jam

Gambar 3.1 merupakan hasil uji GC-MS biodiesel dengan katalis asam 25 % waktu reaksi 1,5 jam, Hasil uji GC menunjukkan beberapa senyawa organik yang terkandung di dalam metil ester. Senyawa penyusun dalam metil ester minyak biji kapuk yang dominan adalah 9-*Octadecenoic acid (methyl oleat)* 34,27%, *Hexadecanoic acid (palmitic acid)* 13,41%, 9,12-*Octadecadienoic acid (linoleic acid)* 45,67%, *Heptadecanoic acid, 16-methyl-, methyl ester (methyl isostearate)* 3,80%, dan 9-*tetradecynoic acid (oleic acid)* 2,84%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai produksi biodiesel dari minyak biji kapuk menggunakan katalis lempung teraktivasi disimpulkan bahwa Perlakuan variasi waktu reaksi berpengaruh terhadap perolehan *yield* biodiesel, *yield* biodiesel tertinggi diperoleh pada waktu 1,5 jam, yaitu 92,18% dengan katalis teraktivasi H₂SO₄ 0,78%. Biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi standar mutu menurut SNI 7182:2015 dengan karakteristik: densitas 869 kg/m³, viskositas 2,67 cSt, angka asam 0,45 mg-KOH/gr biodiesel dan titik nyala 209 °C.

Daftar Pustaka

- Agustin, Y., 2007, Pengembangan Monmorilonite Sebagai Katalis Sintesis Biodiesel Melalui Esterifikasi Palm Fatty Acid Destilat, *Thesis Institut Teknologi Bandung*.
- 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.
- Fessenden, R. J. dan J. S., Fessenden, 1981, *Organic Chemistry*, Diterjemahkan oleh A.H Pujdjatmaka, 1992, *Kimia*

- Organik Edisi 3, Jilid 2*, Jakarta: Erlangga.
- Handoyo, R., 2007, Biodiesel dari Minyak Biji Kapok, *Jurnal Engeneering Pertanian UGM*, 57-64.
- 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.
- Laili, R., Nurhayati, Muhdarina, 2014, Karakterisasi Lempung Cengar Aktivasi KOH Kalsinasi Pada 300°C, *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Sahara, E., 2011. Regenerasi lempung bentonit dengan NH_4^+ jenuh yang diaktivasi Panas dan Adsorpsinya terhadap Cr(III). *Jurnal Kimia* 5(1): 81-87.
- Sinabutar, D., 2009, *Analisis Pengaruh Temperatur Reaksi dan Konsentrasi Katalis NaOH dalam Media Metanol Terhadap Perubahan Karakteristik Fisika Biodiesel Minyak Kelapa*, Tesis Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Susilowati, 2006, Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk dengan Katalis Zeolit, *Skripsi*, Jatim: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN Veteran.