

**PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK NYAMPLUNG DENGAN KATALIS
Na₂SiO₃/SERBUK BESI : PENGARUH KECEPATAN PENGADUKAN DAN
RECYCLE KATALIS**

Febrian Adhitya¹, Edy Saputra², Zuchra Helwani²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia ²Dosen Teknik Kimia

Laboratorium Pemisahan dan Pemurnian

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293

Email : febrianadhitya9450@gmail.com

ABSTRACT

This research purpose to synthesis biodiesel from calophyllum inophyllum oil by transesterification reaction using heterogeneous base catalyst Na₂SiO₃/iron powder. Catalyst was synthesized from fly ash palm oil which supported by iron powder. Synthesis biodiesel on transesterification reaction with the independent variables of this research variations is agitation rate of 200 rpm, 300 rpm and 400 rpm and catalyst can be recycled as much as 3 times for every variation of agitation rate. These conditions aim to determine its effect on the yield of biodiesel produced. Condition operation the transesterification are mol ratio of oil : methanol 1 : 9 and loading catalyst 3%-w of oil feedstock with temperature reaction 60°C during 2 hours reaction time. Physical characterization were done such as density 867 kg/m³, kinematic viscosity 3,96 mm²/s, acid number 0,48 mg-KOH/g biodiesel and flash point 147°C respectively accordance with the Indonesian National Standard. (SNI 7182:2015).

Keyword: *Agitation Rate, Biodiesel, Esterification, Calophyllum inophyllum oil, Catalyst, Recycle and Transesterification.*

1.PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah penduduk di Indonesia yang semakin meningkat mengakibatkan kebutuhan akan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi semakin meningkat pada setiap tahunnya. Menurut Pardede [2012], konsumsi BBM rata-rata pertahunnya mencapai 61,6 juta kiloliter dengan rincian: 16,2 juta kiloliter premium; 11,7 juta kiloliter minyak tanah; 26,9 juta kiloliter minyak solar; 1,1 juta kiloliter minyak diesel; dan 5,7 juta kiloliter minyak bakar. Kemampuan produksi bahan bakar minyak di dalam negeri hanya sekitar 44,8 juta kiloliter, sehingga sebagian kebutuhan bahan bakar

di dalam negeri harus diimpor. Peningkatan harga BBM di Indonesia mengakibatkan krisis energi yang berkepanjangan. Selain karena cadangan minyak bumi Indonesia makin menipis, bahan bakar yang berasal dari minyak bumi umumnya dapat mencemari lingkungan, sehingga alternatif bahan bakar yang berasal dari minyak bumi perlu dicari. Dengan kondisi tersebut, pemanfaatan energi terbarukan harus dioptimalkan agar menjaga sekaligus menjamin ketersediaan energi dimasa mendatang. Berdasarkan dari segi geologis dan letak geografinya, Indonesia memiliki

potensi sumber daya energi terbarukan yang sangat besar.

Salah satu cara untuk mengurangi ketergantungan terhadap minyak bumi di Indonesia adalah dengan pengembangan bahan bakar alternatif terbarukan yang berasal dari minyak tumbuhan yang disebut dengan biodiesel [Pravitasari, 2009]. Selain berasal dari sumber energi terbarukan, biodiesel merupakan produk ramah lingkungan menghasilkan emisi gas buang yang jauh lebih baik daripada bahan bakar yang berasal dari minyak bumi, sehingga dapat mengurangi kerusakan lingkungan oleh polusi udara dan hujan asam [Devitria dkk, 2013].

Biodiesel merupakan salah satu jenis dari bioenergi modern. Biodiesel adalah bahan bakar diesel alternatif potensial yang berasal dari minyak nabati atau minyak hewani dengan cara transesterifikasi menggunakan alkohol seperti metanol atau etanol [Knothe dkk, 2005]. Biodiesel diproduksi dari berbagai sumber minyak dan lemak. Salah satu sumber minyak nabati tersebut adalah minyak nyamplung. Tanaman ini sudah mulai berkembang populasinya yang tersebar hampir di seluruh Indonesia adalah salah satunya tanaman nyamplung (*Calophyllum inophyllum*). Kandungan minyak nyamplung berkisar antara 40-75%, lebih tinggi dari kandungan minyak jarak pagar (40-60%) dan minyak karet (40-50%) [Fadhullullah dkk, 2015]. Minyak nyamplung merupakan sumberdaya energi terbarukan yang cukup potensial sebagai bahan dasar biodiesel. Maka produksi bahan bakar nabati berbahan baku minyak nyamplung merupakan salah satu cara tepat yang dilakukan di Indonesia.

Produksi biodiesel menggunakan katalis basa homogen memiliki kemampuan katalisator yang tinggi. Akan tetapi

permasalahan yang akan dihadapi dengan menggunakan katalis homogen adalah proses pemurnian sulit dilakukan karena katalis asam dan basa cair larut sempurna di dalam gliserol dan larut sebagian di dalam biodiesel, sehingga harus dilakukan penambahan satu unit pemisahan yang membutuhkan biaya. Oleh karena itu, perlu dikembangkan penelitian pembuatan biodiesel menggunakan katalis heterogen (*solid*). Katalis heterogen memiliki beberapa karakterisasi yaitu aktivitas yang tinggi, kondisi reaksi yang ringan, biaya relatif murah, tidak korosif, ramah lingkungan, dan dapat dipisahkan dari larutan sehingga bisa digunakan kembali [Subagjo, 2012].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan dan Alat

2.1.1 Bahan

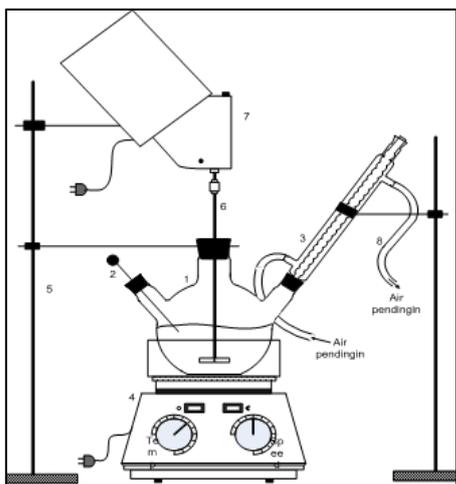
Bahan yang digunakan dalam penelitian pembuatan biodiesel ini adalah minyak nyamplung yang berasal dari Koperasi PT. Jarak Lestari Cilacap, Jawa Tengah. Bahan lain yang digunakan adalah metanol pa, etanol pa, indikator pp, H₂SO₄, dan KOH 0,1 N. Sedangkan bahan pembuatan katalis Na₂SiO₃/serbuk besi adalah *fly ash* dari sisa pembakaran pabrik kelapa sawit (PTPN V Sei Galuh), NaOH pa, akuades, tabung serta regulator gas CO₂ dan serbuk besi.

2.1.2 Alat

Alat yang digunakan berupa *oven*, *furnace*, labu leher tiga sebagai reaktor, reaktor *batch* 1 liter dan 2 liter, kondensor, selang air pendingin, statif dan klem, motor pengaduk, batang pengaduk, *magnetic stirrer*, *heater* atau *hot plate*, termometer, ayakan, timbangan analitik, lumpang porselin, pipet tetes, buret, peralatan gelas seperti corong pisah, corong kaca, corong

buchner, erlenmeyer *buchner*, pompa vakum, gelas kimia 100 ml, gelas ukur 100 ml, labu ukur 1 liter dan medan magnet dan alat analisis fisik seperti piknometer dan viskometer *oswald*.

Variabel yang diteliti pada penelitian ini yaitu kecepatan pengadukan dan perlakuan *recycle* katalis sebagai variable berubah. Variasi kecepatan pengadukan yang dilakukan yaitu 200 rpm, 300 rpm, 400 rpm dan perlakuan katalis yang *direcycle* kembali sebanyak 3 kali pada setiap variasi kecepatan pengadukan. Variabel tetap pada penelitian ini yaitu berat minyak nyamplung 50 gram, berat katalis H_2SO_4 1% dari volume minyak, waktu reaksi selama 2 jam, suhu reaksi $60^\circ C$, berat katalis Na_2SiO_3 /serbuk besiyaitu 3% dari berat minyak dan rasio mol minyak terhadap metanol yaitu 1 : 9.



Gambar 2.Rangkaian Alat Transesterifikasi

2.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri dari 2 tahap yang utama, yaitu pembuatan katalis Na_2SiO_3 /serbuk besidan pembuatan biodiesel.

Tahap Pembuatan Katalis

Langkah pertama *fly ash* dipanaskan menggunakan *oven* selama 24 jam dengan temperatur $105^\circ C$ untuk menghilangkan

uap air. Kemudian *fly ash* yang mengandung karbon dan mineral lainnya dihilangkan menggunakan *furnace* dengan temperatur tinggi yaitu $400^\circ C$ selama 3 jam.

Fly ash yang mengandung silika tersebut diekstraksi dengan mereaksikan SiO_2 dengan $NaOH$ yang menghasilkan Na_2SiO_3 . Adapun langkah berikut yaitu: Membuat larutan $NaOH$ 1,4 N menggunakan labu ukur 1000 ml. Dari hasil perhitungan, didapat padatan $NaOH$ yang digunakan sebanyak 56 gram. Kemudian 56 gram $NaOH$ dimasukkan kedalam labu ukur dan dilarutkan dengan akuades hingga mencapai 1000 ml. Selanjutnya larutan $NaOH$ 1,4 N dimasukkan kedalam reaktor *batch* dan ditambahkan *fly ash* sawit sebanyak 280 gram. Tahap berikutnya adalah campuran tersebut diaduk dengan kecepatan pengadukan 300 rpm dan dipanaskan pada suhu $80^\circ C$ selama 3 jam. Kemudian hasil ekstraksi dipisahkan dengan cara disaring dengan corong *buchner* dan pompa vakum untuk memisahkan *fly ash* dan filtrat.

Selanjutnya hasil ekstraksi berupa filtrat dimasukkan kedalam reaktor *batch*. Filtrat diimpregnasi menggunakan serbuk besi sebanyak 112 gram. Selanjutnya campuran antara filtrat dan serbuk besi dipresipitasi dengan mengalirkan gas CO_2 pada kecepatan aliran 30 liter/menit selama 1 jam dengan kecepatan pengadukan sebesar 300 rpm. Setelah terbentuk endapan katalis, kemudian dipisahkan dengan cara disaring dengan corong *buchner* dan pompa vakum untuk memisahkan antara endapan dan filtrat. Selanjutnya endapan katalis yang telah dipisahkan, dimasukkan ke dalam *oven* pada suhu $105^\circ C$ selama 24 jam untuk mengurangi kadar air sehingga membentuk bongkahan katalis. Lalu

bongkahan katalis tersebut digerus lalu diayak hingga 30-60 mesh.

Butiran katalis yang didapat lalu dikalsinasi menggunakan *furnace* selama 3 jam pada suhu 400°C yang bertujuan untuk mengaktivasi katalis serta menguapkan air maupun karbondioksida pada katalis [Limbong, 2016]

Tahap Pembuatan Biodiesel

Degumming dilakukan agar bertujuan menghilangkan zat pengotor pada minyak. Minyak nyamplung ditimbang beratnya lalu ditambahkan asam fosfat sebanyak 0,3% dari berat minyak. Kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu 80°C sambil diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Setelah suhu reaksi tercapai, kondisi suhu minyak dipertahankan selama 1 jam selama pengadukan. Selanjutnya dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring untuk memisahkan antara minyak dan zat pengotor yang mengendap [Sahirman, 2009].

Minyak nyamplung memiliki kadar asam lemak bebas lebih besar dari 2% sehingga perlu dilakukan tahap esterifikasi terlebih dahulu. Minyak yang telah didapat dari hasil *degumming* dimasukkan ke dalam *batch* reactor. Proses dijalankan pada *hot plate* dengan temperatur reaksi 60°C. Setelah suhu reaksi tercapai, pelarut metanol yang telah diukur dengan variasi perbandingan rasio mol minyak : metanol yaitu 1 : 12 dan berat katalis asam H₂SO₄ sebanyak 1% dari volume minyak [Atabani dan Cesar, 2014] ditambahkan ke dalam reaktor.

Setelah metanol dan katalis asam ditambahkan, waktu reaksi berlangsung selama 3 jam pada kecepatan pengadukan 300 rpm. Produk ester dimasukkan ke dalam corong pisah dan didiamkan selama

6 jam sampai terbentuk tiga lapisan. Lapisan bawah berupa katalis asam, lapisan tengah berupa ester, lapisan atas berupa metanol sisa. Katalis asam dipisahkan dari produk lainnya. Produk ester diambil dan dimurnikan dengan pencucian menggunakan akuades yang bertujuan untuk menghilangkan sisa katalis asam. Kemudian dilakukan analisa angka asam lemak terhadap minyak. Apabila minyak mengandung kadar ALB < 2%, maka dapat dilakukan tahap transesterifikasi.

Pembuatan biodiesel dilakukan dengan proses transesterifikasi. Produk ester ditimbang sebanyak 50 gram minyak dimasukkan ke dalam reaktor labu leher tiga 1 liter yang telah dilengkapi dengan *hot plate*, motor pengaduk, termometer, dan kondensor. Proses dijalankan diatas *hot plate* pada suhu reaksi 60°C. Setelah suhu reaksi tercapai, pelarut metanol yang telah diukur dengan perbandingan rasio molar minyak : metanol yaitu 1 : 9 dan berat katalis Na₂SiO₃/serbuk besi sebanyak 3% dari berat minyak, ditambahkan ke dalam reaktor. Waktu reaksi 2 jam pada variasi kecepatan pengadukan yaitu 200, 300, 400 rpm. Kemudian katalis dipisahkan dari reaktor untuk *recycle* kembali.

Proses *recycle* ini diawali dengan menempelkan medan magnet pada permukaan reaktor setelah proses transesterifikasi, lalu medan magnet ditarik keatas reaktor untuk mendapat sisa katalis. Katalis sisa dari reaktor tersebut masih mengandung minyak. Oleh karena itu, minyak harus dihilangkan terlebih dahulu dengan memasukkan katalis dengan larutan n-heksan. Larutan n-heksan bertujuan untuk mengikat minyak yang terdapat pada katalis. Larutan n-heksan sebanyak 10 ml dalam gelas kimia sambil diaduk dengan batang pengaduk dan dipanaskan

menggunakan *hot plate* selama 120 menit pada suhu 55°C.

Setelah dipanaskan, minyak pada padatan tersebut terikat oleh pelarut n-heksan. Kemudian padatan dan pelarut dipisahkan menggunakan kertas saring. Lalu katalis tersebut dioven untuk menghilangkan sisa uap air. Selanjutnya katalis dikalsinasi dengan *furnace* pada suhu 400°C selama 3 jam untuk mengaktifkan kembali sisi aktif katalis. Kemudian katalis dapat digunakan kembali untuk reaksi transesterifikasi.

Setelah hasil transesterifikasi yang telah dipisahkan dari katalis, kemudian dimasukkan ke dalam corong pisah dan didiamkan selama 6 jam hingga terbentuk tiga lapisan. Lapisan bawah berupa hasil samping gliserol, lapisan tengah berupa *crude* biodiesel dan lapisan atas berupa metanol sisa. Hasil samping gliserol dipisahkan dari corong pisah, kemudian *crude* biodiesel diambil dan dimurnikan dengan cara pencucian dengan akuades yang telah dipanaskan. Kemudian *crude* biodiesel dipanaskan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 1 jam untuk menguapkan metanol sisa reaksi dan air. Selanjutnya biodiesel ditimbang untuk menentukan *yield* biodiesel yang dihasilkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses *Degumming*

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 Karakteristik Minyak Setelah *Degumming*

Karakteristik	Satuan	Setelah <i>Degumming</i>
Densitas	kg/m ³	928
Viskositas	mm ² /s	6,18
Kadar air	%	5,84
Kadar ALB	%	20,79
Warna	-	Kecoklatan

Proses Esterifikasi

Menurut Azmi [2009] yaitu reaksi esterifikasi merupakan proses perlakuan awal dalam pembuatan biodiesel yang bertujuan untuk mengurangi kadar air dan kadar ALB yang tinggi pada minyak. Tingginya kadar ALB disebabkan oleh kadar air yang tinggi dan aktivitas enzim lipase dalam minyak yang digunakan sebagai bahan baku. Kadar air dan kadar ALB sebelum dan sesudah proses esterifikasi dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Karakteristik Produk Esterifikasi.

Karakteristik	Satuan	Setelah Esterifikasi
Kadar air	%	0,34
Kadar ALB	%	1,717

Karakteristik Biodiesel

Perbandingan hasil karakteristik sifat fisika biodiesel pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Perbandingan Karakteristik

Parameter dan Satuannya	SNI 7182:2015	Hasil
Massa Jenis, kg/m ³	850-890	867
Viskositas, mm ² /s	2,3-6,0	3,96
Angka asam, mg-KOH/g	Maks. 0,6	0,48
Titik Nyala, °C	Min 100	147

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa biodiesel dapat diproduksi dari minyak nyamplung melalui reaksi transesterifikasi menggunakan katalis basa heterogen Na_2SiO_3 /serbuk besi. Katalis basa heterogen Na_2SiO_3 /serbuk besi dapat disintesis dari limbah *fly ash* dan disupport oleh serbuk besi. Biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi standar mutu menurut SNI dengan karakteristik: densitas 867 kg/m^3 , viskositas 3,96 cSt, angka asam 0,48 mg-KOH/gr biodiesel dan titik nyala 147°C .

DAFTAR PUSTAKA

- Atabani, A, E., dan Cesar, A, D, S. 2014. *Calophyllum Inophyllum L. A Prospective Non-Edible Biodiesel Feedstock. Study of Biodiesel Production, Properties, Fatty Acid Composition, Blending, Engine Performance. Renewable and Sustainable Energy Review*, Vol.37, 644-655
- Azmi, M.F. 2009. Transesterifikasi Heterogen Antara Minyak Sawit Mentah dengan Metanol Menggunakan Katalis $\text{K}_2\text{O-CaO}$, *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2015. Standar Nasional Indonesia (SNI) 7182:2015 tentang Syarat Mutu Biodiesel. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- 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.
- Fadhlullah, M., Widiyanto, S, N, B., dan Restiawaty, E. 2015. The Potential of Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum L.*) Seed Oil as Biodiesel Feedstock: Effect of Seed Moisture Content and Particle Size On Oil Yield. *Energy Procedia*, Vol. 68, 177-185.
- Ho, W.W.S., H.K. Ng, S. Gan dan S.H. Tan. 2014. Evaluation of Palm Oil Mill Fly Ash Supported Calcium Oxide as A Heterogenous Base Catalyst in Biodiesel Synthesis from Crude Palm Oil. *Energy Conversion and Management*.88, 1167-1178.
- Knothe, G., Krahl, J., dan Gerpen, J, V. 2005. *The Biodiesel Handbook*. AOCS Press : United States of America.
- Limbong, T, W, H. 2016. Sintesis Katalis Basa $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{Fe}_3\text{O}_4$ Untuk Reaksi Transesterifikasi WCO Menjadi Biodiesel. *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Omar, W.N.N., dan Saidina, A.N.A. 2011. Optimization of Heterogeneous Biodiesel Production from Waste Cooking Palm Oil via Response Surface Methodology, *Biomass and Bioenergy*, 35, 29–38.
- Pardede, M, H. 2012. Uji Karakteristik Minyak Nyamplung dan Aplikasinya pada Kompor Tekan. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Pravitasari, A. 2009. Potensi Pengembangan Biodiesel Indonesia. *Majari Magazine*.
- Sahirman. 2009. Perancangan Proses Produksi Biodiesel dari Minyak Biji Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*). *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Subagjo. 2012. Pengembangan Katalis Kalsium Oksida untuk Sintesis Biodiesel. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*. Vol 11, No 2, Hal 66-73.