

SINTESIS BIODIESEL DARI MINYAK KESAMBI (*Schleichera Oleosa L.*) MENGUNAKAN KATALIS BASA HETEROGEN DARI LIMBAH KARBIT

Mohammad Syarif¹, Yuana Susmiati², Michael Joko Wibowo²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Energi Terbarukan Jurusan Teknik Politeknik Negeri Jember

² Staf Pengajar Program Studi Teknik Energi Terbarukan Jurusan Teknik Politeknik Negeri Jember Jl. Mastrip 164 Jember

Email: mohammad23syarif@gmail.com

ABSTRACT

Biodiesel is a kind of alternative fuels to replace fossil fuels as form as diesel can be obtain through out transesterification process of vegetable oils and methanol with catalyst. One of all vegetables oil that able to use as biodiesel's material is kesambi seeds oil. The objective of this study is to determine the number of calcium carbide residual catalyst effect to the number of biodiesel's production. Biodiesel produce by esterification-esterification-transesterification (EET) method. Esterification process using methanol amount of 20% w/v, sulfuric acid is 5% w/v, while the reactive temperature is 60oC and stirring duration about 60 minutes. Transesterification process using methanol amount of 75% w/v while the reactive temperature is 60oC, stirring duration is 120 minutes and calcium carbide residue will be variated to 2,3,4,5 and 6% w/v. The highest biodiesel's production in amount of 51.4% is achieved by 6% catalyst number. While the lowest number in amount of 34.32% is achieved by 2% catalyst number. R2 number is about 93% which positive correlation slope number reached 475,7x according to correlation between calcium carbide catalyst number and biodiesel's production number. Therefore it has more and more catalyst calcium carbide residue used will obtain the greater biodiesel yield.

Keywords: : Biodiesel, Kesambi seeds oil, Calcium Carbide Residue, Esterification, Transesterification

PENDAHULUAN

Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar alternatif untuk menggantikan bahan bakar fosil, karena biodiesel mempunyai kemiripan sifat fisik dengan *petroleum diesel* (solar). Kemiripan sifat fisik inilah yang membuat biodiesel dapat digunakan langsung pada mesin-mesin diesel tanpa ada modifikasi mesin [1]. Selain itu, biodiesel adalah bahan bakar yang ramah lingkungan dan dapat diperbarui karena berasal dari sumber daya hayati.

Jenis sumber daya hayati yang dapat dibuat sebagai bahan baku biodiesel adalah minyak nabati maupun hewani. Umumnya, minyak yang sering digunakan untuk pembuatan biodiesel berasal dari minyak nabati, karena mudah didapatkan di alam. Namun, untuk minyak nabati yang digunakan tidak boleh dikonsumsi oleh masyarakat. Salah satu minyak nabati yang tidak dapat di konsumsi adalah minyak kesambi, karena minyak ini mengandung racun sianida [2]. Dengan demikian, minyak ini dapat dibuat sebagai bahan baku biodiesel [3]. Pada pembuatan biodiesel, minyak kesambi direaksikan dengan metanol untuk membentuk gugus metil ester yang dikenal dengan reaksi transesterifikasi. Namun, reaksi ini berjalan sangat lambat oleh karena itu diperlukan katalis untuk mempercepat reaksi guna menghemat waktu.

Terdapat dua macam katalis yang dapat digunakan dalam reaksi transesterifikasi yaitu katalis asam dan katalis basa [4]. Katalis basa sering dipilih karena bersifat higroskopis atau dapat menyerap air saat dicampurkan dengan alkohol [5]. Katalis basa yang

digunakan pada reaksi transesterifikasi dibedakan menjadi dua yaitu katalis basa homogen dan katalis basa heterogen [6]. Katalis basa homogen adalah katalis yang fasanya sama antara reaktan dan produk, contohnya NaOH dan KOH sedangkan katalis basa heterogen adalah katalis yang fasanya tidak sama antara reaktan dan produk, contohnya CaO dan MgO. Penggunaan katalis basa heterogen pada reaksi transesterifikasi yang berasal dari kalsium oksida (CaO) lebih banyak dipilih karena memiliki kekuatan basa dan katalitik yang tinggi [7]. Selain itu, penggunaan CaO sebagai katalis dapat dilakukan sampai 4 kali reaksi transesterifikasi [8]. CaO sendiri diperoleh melalui kalsinasi dari padatan kalsium hidroksida (Ca(OH)₂) pada suhu lebih dari 500°C. Padatan kalsium hidroksida ini banyak dijumpai di daerah sekitar tempat pengelasan karbit, dan sering disebut limbah karbit.

Limbah karbit merupakan produk sampingan dari kalsium karbida (CaC₂) yang direaksikan dengan air (H₂O) yang akan membentuk padatan kalsium hidroksida (Ca(OH)₂) berwarna putih dan gas asetilena (C₂H₂) [9]. Dibidang pertanian gas asetilena (C₂H₂) banyak digunakan untuk pematangan buah dan dalam bidang industri digunakan untuk pengelasan. Sedangkan produk sampingan (Ca(OH)₂) sering dibuang sebagai limbah di tempat pembuangan sampah atau ditimbun di daerah sekitar bengkel pengelasan karbit, dengan demikian dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Limbah karbit merupakan

limbah dalam kategori Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) oleh sebab itu perlu dimanfaatkan supaya tidak mencemari lingkungan [10]. Salah satu pemanfaatan limbah karbit oleh peneliti adalah menggunakan limbah tersebut sebagai katalis reaksi transesterifikasi pada pembuatan biodiesel minyak Kesambi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah katalis limbah karbit pada reaksi transesterifikasi terhadap rendemen biodiesel kesambi yang dihasilkan.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Energi Terbarukan, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember pada bulan Desember 2015 - Februari 2016. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Minyak Kesambi
- Limbah karbit yang didapatkan dari bengkel pengelasan milik Bapak Edi Desa Demung Kecamatan Besuki Kabupaten Situbondo
- Asam sulfat (H₂SO₄) 98%
- Metanol 100%
- NaOH Teknis
- Zeolit alam
- aquades
- Hot Plate and stirrer tipe IKA C-MAG HS 7
- Furnace tipe CARBOLITE
- Corong pisah tipe WITEG-Precision 500 ml
- Beaker glass 500 ml tipe IWAKI TE-32
- Termometer lkohol
- Kertas saring halus
- Ayakan 200 mesh
- Timbangan ohaus tipe SCOUT-PRO 0,01 gram
- Oven tipe MEMMERT INB 200 NU-6 KL

Prosedur Penelitian

1. Aktivasi Limbah Karbit

- a) Limbah karbit digerus hingga halus dan dicuci menggunakan air untuk menghilangkan abu yang terdapat pada limbah karbit.
- b) Limbah karbit dipanaskan pada suhu 110°C menggunakan oven untuk menguapkan air.
- c) Setelah itu dilakukan pengayakan menggunakan ayakan 200 mesh.
- d) Limbah karbit dikalsinasi menggunakan furnace Pada suhu 600°C selama 4 jam.
- e) Selanjutnya limbah karbit dilakukan pengujian kandungan unsur kimianya.

2. Pembuatan Biodiesel

- a) Sebanyak 150 ml minyak Kesambi dilakukan pemurnian melalui proses *Degumming*, netralisasi dan pemucatan. *Degumming* menggunakan aquades bersuhu 60°C sebanyak 20% v/v. Netralisasi menggunakan NaOH 4,12 M sebanyak 2,7 ml sedangkan pemucatan menggunakan zeolit sebanyak 5% w/v.
- b) Minyak Kesambi yang telah di murnikan selanjutnya dilakukan pengujian kualitasnya yaitu FFA dan bilangan asam. Pengujian ini menentukan tahapan reaksi esterifikasi dimana jika FFA lebih dari 20% maka reaksi esterifikasi dilakukan 2 kali

[11]. Berikut rumus perhitungan FFA dan Bilangan asam :

$$FFA = \frac{\text{Vol NaOH (ml)} \times N \times 289,0158 \text{ gr/mol gr/mol}}{10 \times \text{Berat Sampel}} \dots 1$$

$$\text{Bilangan asam} = \frac{56,1 \times N \times \text{Volume KOH (ml)}}{\text{berat sampel}} \dots\dots 2$$

- c) Reaksi esterifikasi menggunakan metanol sebanyak 20% v/v, katalis asam sulfat sebanyak 5% v/v, suhu reaksi 60°C kecepatan pengadukan 800 rpm dan lama pengadukan 60 menit. Setelah waktu tercapai minyak kesambi dipindahkan ke corong pemisah dan didiamkan selama 8 jam
- d) Setelah reaksi esterifikasi selesai kemudian dilanjutkan reaksi transesterifikasi untuk mengkonversi minyak menjadi biodiesel. Transesterifikasi menggunakan metanol sebanyak 75% v/v, suhu reaksi 60°C kecepatan pengadukan 800 rpm, lama pengadukan 120 menit dan katalis limbah karbit yang divariasikan 2%, 3%, 4%, 5%, 6% w/v.
- e) Biodiesel yang dihasilkan selanjutnya dipisahkan dari sisa katalis menggunakan kertas saring. Setelah itu biodiesel dicuci menggunakan aquades dengan suhu 80°C.
- f) Biodiesel dilakukan penguapan kandungan air pada suhu 115°C selama 120 menit. Berikut ini rangkaian alat pembuatan biodiesel :



Gambar 1. Rangkaian Alat Pembuatan Biodiesel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Kandungan Kimia Limbah Karbit

Pengujian kandungan kimia dilakukan setelah limbah karbit dikalsinasi. Kalsinasi limbah karbit bertujuan untuk mendapatkan padatan CaO.

Tabel 1. Kandungan Kimia Limbah Karbit

| Komposisi Kimia | Kandungan (%) |
|--------------------------------|---------------|
| SiO ₂ | 0,42 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,039 |
| CaO | 73,12 |
| Lain-lain | 26,421 |

Dari Tabel 1 diketahui bahwa kandungan kimia terbesar adalah CaO. Tingginya kadar CaO pada limbah karbit disebabkan senyawa limbah karbit yaitu Ca(OH)₂ terdekomposisi secara termal menjadi komponen yang lebih sederhana yaitu berupa padatan (CaO) dan air (H₂O). Air ini terbuang langsung ke lingkungan sehingga menyisakan padatan CaO.

CaO merupakan jenis basa heterogen yang paling banyak digunakan dalam proses transesterifikasi karena dapat bekerja pada suhu reaksi kurang dari 70°C dan memiliki aktivitas katalitik yang tinggi. Selain itu, kandungan lain berupa SiO₂ dan Fe₂O₃ juga berperan sebagai katalis pada reaksi transesterifikasi.

Hasil Uji Kualitas Minyak Kesambi

Pengujian kualitas minyak kesambi dilakukan sebelum proses esterifikasi. Selain itu pengujian kualitas ini bertujuan untuk menentukan tahapan reaksi esterifikasi. Berikut hasil uji kualitas biodiesel:

Tabel 2. Uji Kualitas Minyak Kesambi

| Parameter Pengujian | Nilai |
|---------------------------|--------|
| FFA (%) | 22,012 |
| Bilangan asam (mg-KOH/gr) | 27,165 |

Bilangan asam berfungsi untuk mengukur banyaknya asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak atau lemak [12]. Bilangan asam yang tinggi maka semakin tinggi pula FFA yang berasal dari hidrolisis minyak atau lemak.

Minyak kesambi memiliki FFA lebih dari 20% oleh sebab itu dilakukan proses esterifikasi sebanyak 2 kali dengan bantuan katalis asam sulfat. Proses esterifikasi berulang ini untuk mengurangi terbentuknya sabun oleh katalis basa pada reaksi transesterifikasi. Selain itu kandungan air juga berpengaruh terhadap pembentukan sabun

Hasil Biodiesel Minyak Kesambi

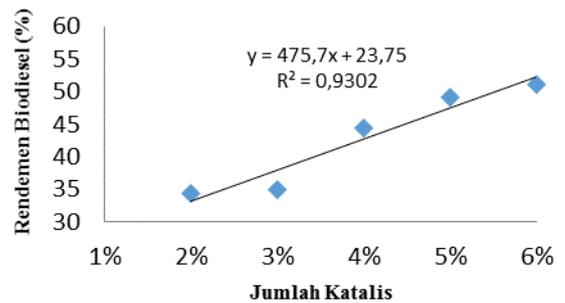
Biodiesel minyak kesambi yang dihasilkan dari reaksi transesterifikasi menggunakan katalis limbah karbit ditunjukkan pada gambar 2 berikut ini :



Gambar 2. Hasil Biodiesel Minyak Kesambi

Hasil Rendemen Biodiesel Minyak Kesambi

Rendemen biodiesel minyak kesambi yang dihasilkan dari berbagai variasi jumlah katalis limbah karbit yang digunakan pada reaksi transesterifikasi adalah sebagai berikut :

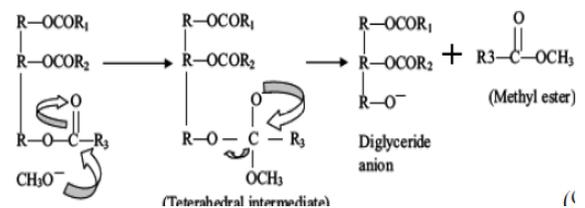


Gambar 3. Grafik Rendemen Biodiesel

Pada gambar 3 diketahui bahwa nilai determinasi (R²) sebesar 93,02% hal ini menunjukkan bahwa jumlah katalis limbah karbit sangat berpengaruh terhadap rendemen biodiesel. Nilai slopenya positif yaitu 475,7x hal ini menunjukkan bahwa bertambahnya jumlah katalis limbah karbit dari 2% w/v sampai dengan 6% w/v meningkatkan rendemen biodiesel kesambi yaitu dari 34,32% menjadi 51,4%. Meningkatnya rendemen biodiesel kesambi disebabkan molekul yang bertumbukan dan laju reaksi semakin cepat seiring dengan penambahan jumlah katalis.

Rendemen tertinggi dicapai oleh jumlah katalis limbah karbit sebanyak 6% w/v. Penggunaan katalis sebanyak 6% w/v menghasilkan rendemen biodiesel yang tidak jauh berbeda dengan penggunaan katalis sebanyak 5% w/v yaitu 51,4% dan 49,13%. Sama halnya dengan penggunaan katalis sebanyak 2% dan 3% w/v yang menghasilkan rendemen tidak jauh berbeda yaitu 34,32% dan 35%. Hal ini mengindikasikan bahwa energi pengaktifan pada jumlah katalis tersebut hampir sama.

Mekanisme reaksi transesterifikasi yang terjadi pada minyak dengan metanol menggunakan katalis CaO yaitu pertama terjadi pemecahan molekul (disosiasi) antara metanol dan CaO membentuk anion metoksida (CH₃O⁻). Selanjutnya gugus karbonil pada minyak diserang oleh anion metoksida. Kemudian terjadi penyusunan ulang membentuk metil ester (biodiesel) dan digliserida seperti gambar 4 berikut ini [13] :



Gambar 4. Mekanisme Pembentukan Metil Ester (Biodiesel)

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap sintesis biodiesel dari minyak kesambi (*schleicera oleosa l*) dengan menggunakan variasi jumlah katalis limbah karbit pada reaksi

transesterifikasi dapat disimpulkan bahwa semakin banyak penggunaan katalis limbah karbit pada reaksi transesterifikasi minyak kesambi maka semakin besar rendemen biodiesel kesambi yang dihasilkan. Rendemen biodiesel kesambi tertinggi dicapai oleh jumlah katalis limbah karbit 6% w/v yaitu 51,4%.

SARAN

Saran yang diperlukan pada penelitian ini adalah perlunya penggunaan pendingin balik (kondensor) pada saat reaksi esterifikasi dan transesterifikasi untuk mengurangi penguapan metanol ke lingkungan. Selain itu, perlu penelitian lebih lanjut tentang pengujian kualitas biodiesel kesambi yang dihasilkan sesuai standar SNI-2012 tentang biodiesel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Srinivasnaik, M., Sudhakar and B. Naik. 2015. *Bio Diesel as an Alternative Green Fuel to Internal Combustion Diesel Engine*. Journal of Industrial Engineering and Management Science, Vol. 5, No. 2, June 2015, pp. 63-66
- [2] Sudrajat, R., E. Pawoko, D. Hendra, dan D. Setiawan. 2010. *Pembuatan Biodiesel Dari Biji Kesambi (Schleichera Oleosa l.)*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan, Vol. 28, No. 4 Desember 2010, Hlm. 358-379;
- [3] Aunillah, A., dan Dibyo. 2012. *Minyak Kesambi (Scheleicera Oleosa L.) Sebagai Bahan Baku Biodiesel*. Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri, Vol. 18, No. 1 April 2012, Hlm. 23-25;
- [4] Azduwin, K., A. K. Najeeb, M. J. M. Ridzuan, and Z. Zarina. 2016. *Transesterification Of Waste Frying Oil (Wfo) Over Dolomite As Catalyst*. Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol. 11, No. 3, February 2016, pp. 1681-1686 ;
- [5] Malia, A., P. Suarya, I. Asih, dan M. Wisnu A. 2016. *Pengaruh Rasio Molar Minyak Jelantah Dengan Metanol Dan Suhu Reaksi Dalam Reaksi Transesterifikasi Terkatalis CaO/Zeolit Alam Terhadap Yield Biodiesel*. Jurnal Kimia, Vol. 10 No. 1 Januari 2016, Hlm. 49-57;
- [6] Mohamed, O., F. Bensaheb, H. Bano, S. Behl and M. Jarrar. 2015. *Evaluating The Role Of The Appropriate Catalysts On The Efficacy Of Biodiesel Production From Waste Cooking Oil*. Journal Of Biosciences, Vol. 3, No. 5, pp. 468-473;
- [7] Nurhayati dan A. Gapur. 2014. *Transesterifikasi Crude Palm Oil (CPO) Menggunakan Katalis Heterogen CaO Dari Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Kalsinasi 900°C*. Jurnal Ind. Che. Akta, Vol. 5, No. 1 November 2014, Hlm. 23-29;
- [8] Suryandari, A. Nurhayati, dan T.A. Amri. 2015. *Regenerasi Katalis CaO Dari Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Kalsinasi 800°C Pada Produksi Biodiesel*. Repository Universitas Riau 2015;
- [9] Sun, H., Zishanshan Li, Jing Bai, S.A. Memon, B. Bong, Y. Fang, weitung xu, and Feng xing. 2015. *Properties Of Chimically Combusted Calcium Carbide Residue And Its Infflience On Coment Properties*. Journal of Materials Number, Vol. 8, February 2015 pp. 638-651;
- [10]Dewi, N., D. Darmawan, dan M. Luqman. 2016. *Studi Pemanfaatan Limbah B3 Karbit Dan Fly Ash Sebagai Bahan Campuran Beton Siap Pakai (BSP) (Studi Kasus : PT. Varia Usaha Beton)*. Jurnal Presipitasi, Vol. 13, No.1 Maret 2016, Hlm. 34-43;
- [11]Kementrian Riset Dan Teknologi. 2012. *Pemuliaan Nyamplung (Calophyllum Inophyllum L.)Untuk Bahan Baku Biofuel: Keragaman Produktifitas Biodiesel Dan Kandungan Resin Kumarin Dari populasi nyamplung di Indonesia;*
- [12]Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan lemak Pangan*. Jakarta : UI-Press;
- [13]Zuhra, H. Husin, F. Hasfita, W. Rinaldi. 2015. *Preparasi Katalis Abu Kulit Kerang Untuk transesterifikasi Minyak Nyamplung Menjadi Biodiesel*. Jurnal Agritech, Vol. 35, No. 1, Februari 2015, Hlm. 69-77.