

SINTESIS BIODIESEL DARI BIJI NYAMPLUNG (*Calophyllum inophyllum* L.) PADA VARIASI SUHU DAN RASIO METANOL/MINYAK PROSES TRANSESTERIFIKASI

BIODIESEL SYNTHESIS FROM NYAMPLUNG SEED OIL (*Calophyllum inophyllum* L.) IN VARIOUS TEMPERATURE AND RATIO (METHANOL/OIL) IN TRANSESTERIFICATION PROCESS

Oleh: Rizky Fawziah dan Endang Dwi Siswani
Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta
e-mail: kikyfawziah@gmail.com dan endang_ds@uny.ac.id

ABSTRAK

Sintesis biodiesel dengan biji nyamplung sebagai bahan baku telah dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui 1) rendemen minyak hasil pres dan biodiesel hasil proses transesterifikasi minyak biji nyamplung, 2) karakter biodiesel (densitas, viskositas, bilangan asam, kadar air, kalor pembakaran serta analisis gugus fungsi menggunakan spektroskopi IR, dan 3) kesesuaian biodiesel berdasarkan SNI 7182: 2015. Ada beberapa langkah untuk mensintesis biodiesel, langkah pertama adalah preparasi sampel, kemudian proses pres dengan mesin pres hidrolik, setelah itu proses esterifikasi, dan langkah terakhir adalah proses transesterifikasi menggunakan metanol dan KOH sebagai katalis. Proses transesterifikasi dilakukan pada variasi suhu 45, 55 dan 65°C, dan variasi rasio metanol: minyak = 8: 1 dengan kode sampel B₁, B₂, B₃ dan 10: 1 dengan kode sampel B₄, B₅ dan B₆ masing-masing dengan waktu pengadukan selama 120 menit. Karakteristik biodiesel yang sesuai dengan SNI 7182:2015 adalah untuk massa jenis B₄, B₅ dan B₆. Viskositas hanya biodiesel B₆. Nilai bilangan asam dan kadar air dari semua biodiesel sesuai dengan SNI. Namun nilai kalor pembakaran kurang dari nilai standar (10.160-11.000 kal/g). Gugus fungsi dari biodiesel adalah C=O karbonil ester, C-O ester, C-H alkana, C-H alifatik dan -CH₃.

Kata kunci: Biji Nyamplung, Transesterifikasi, Rasio (Metanol:Minyak), Suhu Transesterifikasi, Kualitas Biodiesel.

ABSTRACT

Biodiesel synthesised with nyamplung seed as raw material had been done. The purpose of this research are to know 1) the yield of nyamplung seed oil of pressed and biodiesel that formed from transesterification process of nyamplung seed oil, 2) characters of biodiesel (density, viscosity, acid number, moisture content, heat combustion and analysis of the functional group with spectroscopic IR, and 3) the suitability of biodiesel based on SNI 7182:2015. There are some steps to synthesise of biodiesel, the first step is preparation sample, and then pressing process with hydraulic presser, after this is esterification process, and the last step is transesterification process using methanol and KOH as catalyst. Transesterification process was performed at various temperature of 45, 55 and 65°C, and various ratio of metanol:oil = 8:1 with sample code B₁, B₂, B₃ and 10:1 with sample code B₄, B₅ dan B₆ with stirring time at 120 minutes. The characteristics of biodiesel are suitable with SNI 7182:2015 are for density are B₄, B₅ dan B₆. The viscosity only B₆. The acid number value and moisture content value of all biodiesel are suitable with SNI. However, all of the heat of combustion value are less than value of standard (10.160-11.000 cal/g). The functional group of biodiesel were C=O karbonil ester, C-O ester, C-H alkane, C-H aliphatic and -CH₃.

Keywords: *Nyamplung Seed, Transesterification, Ratio (Methanol:Oil), Transesterification Temperature, Quality of Biodiesel.*

PENDAHULUAN

Sumber bahan bakar dan gas saat ini semakin menipis [1]. Sementara kebutuhan yang bersumber dari fosil di Indonesia mencapai 54,4% dari seluruh sumber energi yang digunakan, dan kebutuhan dunia akan minyak bumi telah mencapai 10.000 juta ton pertahunnya. Diperkirakan minyak bumi di Indonesia dengan tingkat konsumsi seperti pada saat ini akan habis dalam waktu 60 tahun mendatang [2]. Sehingga perlu dicari alternatif bahan bakar lain, terutama dari bahan yang terbarukan. Sebagai solusinya, biofuel atau bahan bakar nabati merupakan sumber energi alternatif terbarukan yang dapat mensubstitusi BBM fosil.

Biodiesel adalah salah satu jenis biofuel (bahan bakar nabati) yang tergolong baru dan terbarukan (*renewable*) yang terbuat dari sumber daya alam yang dapat di perbaharui, meliputi minyak tumbuhan dan hewan [3, 4].

Salah satu sumber nabati yang potensial di Indonesia adalah tanaman nyamplung. Namun sejauh ini biji nyamplung belum dimanfaatkan secara maksimal oleh penduduk setempat di Indonesia. Dengan potensi sedemikian besar, dan dari perbandingan berbagai tanaman penghasil minyak maka

nyamplung layak digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel [5].

Biodiesel dapat diperoleh melalui proses transesterifikasi. Banyak faktor yang mempengaruhi rendemen biodiesel diantaranya adalah katalis, suhu reaksi, lama pengadukan, rasio molar antara trigliserida dan alkohol, kandungan air, dan kandungan asam lemak bebas pada bahan baku yang dapat menghambat reaksi [6].

Dalam penelitian ini pengambilan minyak menggunakan metode pres dan pada proses transesterifikasi menggunakan katalis KOH dengan variasi waktu suhu 45, 55 dan 65°C serta variasi rasio (metanol:minyak) 8:1 dan 10:1 dengan lama pengadukan selama 120 menit.

METODE PENELITIAN

Subjek dari penelitian ini adalah biji nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) dan objeknya adalah biodiesel dari minyak biji nyamplung hasil reaksi transesterifikasi. Alat yang digunakan adalah satu set alat pres hidrolik, FTIR, bom kalorimeter, piknometer, alat Oswald, satu set alat titrasi serta oven dan desikator. Pengambilan minyak dari biji karet dilakukan dengan metode pengepresan, kemudian dilakukan proses

degumming serta pengukuran kadar *Free Fatty Acid* (FFA) minyak. Proses pembuatan biodiesel dari minyak biji nyamplung adalah dengan reaksi transesterifikasi yang diawali dengan reaksi esterifikasi. Biodiesel yang dihasilkan diuji karakternya yang meliputi analisis spektroskopi IR, massa jenis, viskositas, bilangan asam, kadar air dan kalor pembakaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Preparasi Sampel Biji Nyamplung

Biji nyamplung yang digunakan berasal dari daerah Purworejo. Pada penelitian ini menggunakan biji yang sudah tua, berwarna coklat dan kering. Setelah itu biji nyamplung di kupas dan dijemur di bawah sinar matahari selama ± 7 hari.

2. Pengambilan Minyak Biji Nyamplung

Pengambilan minyak pada biji nyamplung dilakukan dengan metode pres dengan pres hidrolis. Pengepresan dilakukan pada tekanan 240 kN selama 5 menit. Pemilihan metode ini disertai pertimbangan yaitu pengoperasian mesin pres cukup sederhana dan membutuhkan waktu yang relatif singkat dalam proses pengepresannya. Minyak yang keluar dari mesin pres berwarna hitam hijau dan pekat. Setelah itu dilakukan proses

degumming. *Degumming* adalah proses pemisahan gum yang tidak diinginkan yang dapat mengurangi stabilitas produk hasil pengolahan minyak nabati [7]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak biji nyamplung yang sudah di *degumming* secara visual tampak terlihat lebih jernih dibandingkan dengan minyak sebelum dilakukan *degumming*. Berdasarkan hasil uji FFA setelah proses *degumming* diperoleh kadar FFA yang tinggi yaitu sebesar 20,0489% sehingga perlu dilakukan proses esterifikasi untuk menurunkan kadar FFA.

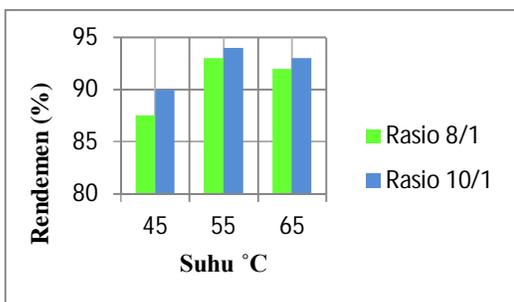
3. Reaksi Esterifikasi

Setelah melalui tahapan *degumming* dilakukan proses esterifikasi. Reaksi esterifikasi adalah suatu reaksi antara asam karboksilat dan alkohol membentuk ester. Turunan asam karboksilat membentuk ester asam karboksilat. Ester asam karboksilat ialah suatu senyawa yang mengandung gugus -CO₂R dengan R dapat berupa alkil maupun aril. Esterifikasi dikatalisis asam dan bersifat dapat balik [8]. Kadar asam lemak bebas (FFA) pada minyak akan dilakukan proses transesterifikasi harus dibawah 2% [9]. Karena semakin kecil kadar asam lemak bebas, maka sabun yang terbentuk (reaksi saponifikasi) makin kecil, sedangkan metil ester

semakin besar. Pada penelitian ini diperoleh kadar FFA dari minyak hasil esterifikasi adalah sebesar 1,4537%, sehingga minyak sudah memenuhi syarat untuk diubah menjadi biodiesel melalui reaksi transesterifikasi.

4. Reaksi Transesterifikasi

Reaksi transesterifikasi bertujuan untuk memperoleh biodiesel dari minyak biji nyamplung. Reaksi transesterifikasi dilakukan dengan cara mereaksikan minyak biji nyamplung dengan metanol dan katalis KOH 1% b/b. Proses tersebut dilakukan diatas *hot plate stirrer* menggunakan *magnetic stirrer* dengan lama pengadukan selama 120 menit.



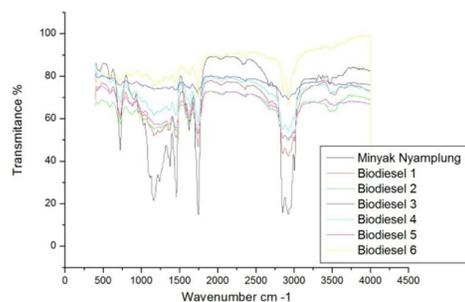
Gambar 1. Hubungan Rendemen dengan Suhu dan Rasio (Metanol:Minyak) Reaksi Transesterifikasi

Dari gambar terlihat bahwa semakin tinggi suhu maka semakin tinggi biodiesel yang dihasilkan. Menurut teori disebutkan bahwa kecepatan reaksi akan meningkat sejalan dengan kenaikan temperatur, semakin tinggi temperatur akan semakin banyak yang dapat digunakan oleh reaktan untuk mencapai

energi aktivasi [10]. Akan tetapi pada suhu 65°C biodiesel yang dihasilkan cenderung menurun walaupun tidak drastis. Hal tersebut dimungkinkan karena semakin tinggi suhu, kemungkinan sebagian metanol mulai menguap karena mendekati titik didih metanol yaitu 64,7°C, sehingga biodiesel yang dihasilkan semakin sedikit.

5. Analisis dengan Spektroskopi IR

Pada hasil penelitian ini terlihat bahwa spektrum antara minyak biji nyamplung dengan biodiesel yang dihasilkan tidak jauh berbeda.



Gambar 2. Spektrum Minyak Biji Nyamplung dan Biodiesel

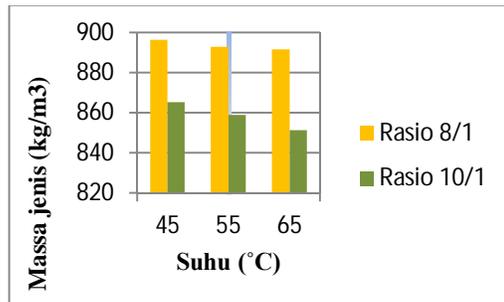
Berdasarkan hasil analisis FTIR pada biodiesel B₁, B₂, B₃, B₄, B₅ dan B₆ tidak jauh berbeda dengan spektrum minyak biji nyamplung yaitu memiliki spektrum yang mengandung gugus fungsi C=O karbonil ester, C-O ester, C-H alkana, C-H alifatik dan gugus -CH₃. Pada spektrum biodiesel terlihat puncak-puncak yang lebih tajam. Spektrum yang

dihasilkan pada semua biodiesel hampir sama sehingga bisa dikatakan biodiesel B₁, B₂, B₃, B₄, B₅ dan B₆ identik.

6. Analisis Parameter Biodiesel

a. Massa Jenis

Massa jenis berhubungan dengan daya dan nilai kalor yang dihasilkan oleh mesin diesel pada setiap satuan volume bakar bahan bakar.



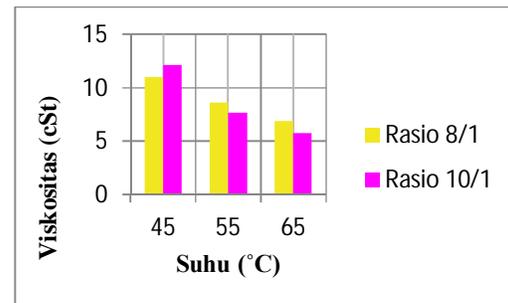
Gambar 3. Hubungan Massa Jenis dengan Suhu dan Rasio (Metanol:Minyak) Reaksi Transesterifikasi

Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan nilai massa jenis antara biodiesel B₁, B₂, B₃, B₄, B₅, dan B₆. Hal tersebut menunjukkan dengan adanya variasi suhu dan rasio (metanol:minyak) akan menghasilkan nilai massa jenis yang berbeda pula. Biodiesel B₄, B₅, dan B₆ sudah memenuhi spesifikasi SNI 7182:2015, sedangkan untuk biodiesel B₁, B₂, dan B₃ belum memenuhi spesifikasi SNI 7182:2015 walaupun sebenarnya hasil penelitian tidak jauh berbeda dengan standar. Hal yang menyebabkan tingginya densitas dikarenakan adanya zat pengotor seperti

sabun kalium dan gliserol hasil reaksi penyabunan, air, kalium hidroksida sisa, kalium metoksida sisa ataupun sisa metanol [11].

b. Viskositas

Viskositas adalah suatu angka yang menyatakan besarnya tahanan geser dari suatu bahan cair untuk mengalir atau ukuran dari besarnya tahanan geser dari cairan. Jika makin tinggi viskositas, minyak makin kental dan semakin sukar mengalir.

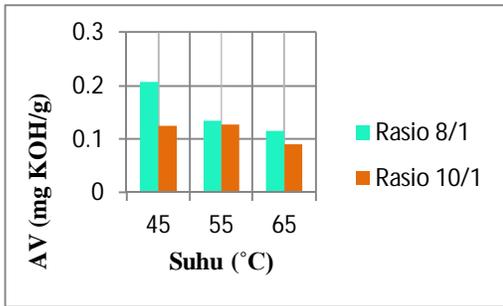


Gambar 4. Hubungan Viskositas dengan Suhu dan Rasio (Metanol:Minyak) Reaksi Transesterifikasi

Nilai viskositas biodiesel B₁, B₂, B₃, B₄, dan B₅ tidak sesuai dengan SNI 7182:2015. Viskositas yang tinggi disebabkan adanya percabangan pada rantai karbonnya yang cenderung panjang [12].

c. Bilangan Asam

Bilangan asam atau angka asam adalah jumlah mg KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam-asam lemak bebas dari 1 gram minyak.

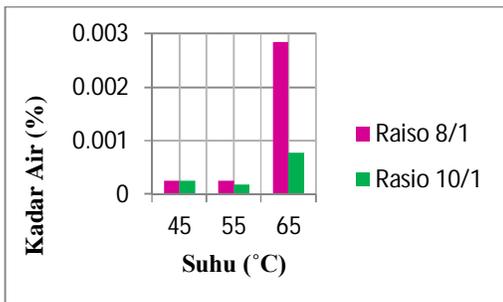


Gambar 4. Hubungan Bilangan Asam dengan Suhu dan Rasio (Metanol:Minyak) Reaksi Transesterifikasi

Berdasarkan grafik diatas menunjukkan nilai bilangan asam untuk biodiesel B₁, B₂, B₃, B₄, B₅, dan B₆ secara berturut-turut adalah 0,2073; 0,135; 0,1153; 0,1249; 0,1269 dan 0,0894 mg KOH/g minyak. Hal tersebut sesuai dengan SNI 7182:2015 bahwa nilai bilangan asam maksimal 0,5 mg KOH/g minyak.

d. Kadar Air

Kandungan air adalah jumlah air yang terkandung dalam minyak dimana kandungan air ini berpengaruh pada nilai bakar serta keberadaan air dalam minyak dapat menyebabkan hidrolisis trigliserida menjadi asam lemak bebas [13].

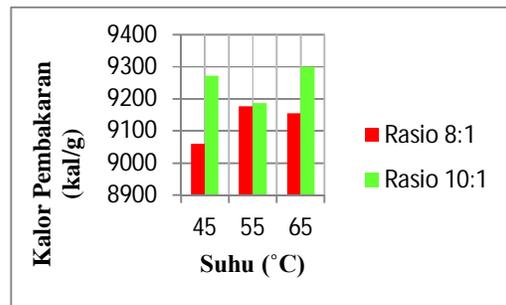


Gambar 4. Hubungan Kadar Air dengan Suhu dan Rasio (Metanol:Minyak) Reaksi Transesterifikasi

Hasil pengujian kadar air pada biodiesel B₁, B₂, B₃, B₄, B₅, dan B₆ berturut-turut adalah 0,0002528; 0,0002541; 0,00285; 0,0002495; 0,0001866; dan 0,000775%. Hal ini membuktikan bahwa hasil penelitian ini memenuhi standar SNI 7182:2015 yaitu yang memiliki batas maksimal 0,05%.

e. Kalor Pembakaran

Angka yang menyatakan jumlah panas atau kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah bahan bakar dengan udara/oksigen adalah nilai kalori.



Gambar 4. Hubungan Kalor Pembakaran dengan Suhu dan Rasio (Metanol:Minyak) Reaksi Transesterifikasi

Standar nilai kalor pembakaran pada bahan bakar minyak yaitu 10.160 kal/g-11.000 kal/g, sehingga dari keenam biodiesel tersebut masih belum memenuhi standar. Kalor pembakaran biodiesel yang paling baik dan yang paling mendekati standar kalor pembakaran bahan bakar minyak adalah

biodiesel B₆ dengan lama pengadukan yang dilakukan pada reaksi transesterifikasi 120 menit pada suhu 65°C yaitu mencapai 9248,8935 kal/g.

KESIMPULAN

Rendemen biji nyamplung hasil pengupasan sebesar 24,467% dan minyak nyamplung hasil pengepresan mempunyai rendemen sebesar 27,277%. Sedangkan rendemen biodiesel B₁, B₂, B₃, B₄, B₅ dan B₆ secara berturut-turut adalah 87,5; 93; 92%; 90; 94; dan 93%.

Besarnya massa jenis biodiesel B₁, B₂, B₃, B₄, B₅ dan B₆ dari hasil transesterifikasi minyak biji nyamplung secara berturut-turut adalah 896,5333; 893,0333; 891,6333; 865,6; 859,333 dan 851.3 kg/m³. Viskositas secara berturut-turut adalah 10,989; 8,559; 6,907; 12,12; 7,635 dan 5,731 cSt. Bilangan asam berturut-turut adalah 0,2073; 0,135; 0,1153; 0,1249; 0,1269 dan 0,08935 mg KOH/g minyak. Kadar air berturut-turut adalah 0,0002528; 0,0002541; 0,00285; 0,0002495; 0,0001866 dan 0,000775%. Kalor pembakaran B₄, B₅ dan B₆ berturut-turut adalah 9060,086; 9177,54; 9155,06; 9272,5915; 9186,951 dan 9298,8935 kal/g. Serta gugus fungsi yang terdapat dalam biodiesel B₁, B₂, B₃, B₄, B₅ dan B₆ hampir identik, yaitu memiliki gugus C=O karbonil ester, C-O ester, C-H alkana, -CH₃ metil dan C=C alken

yang merupakan gugus utama pada metil ester (biodiesel).

Kesesuaian karakter biodiesel untuk massa jenis B₄, B₅ dan B₆, untuk viskositas biodiesel B₆ dan untuk bilangan asam serta kadar air biodiesel B₁, B₂, B₃, B₄, B₅ dan B₆ telah memenuhi standar biodiesel 7182:2015 namun untuk kalor pembakaran biodiesel B₁, B₂, B₃, B₄, B₅ dan B₆ belum sesuai dengan standar yang telah ditetapkan yaitu sebesar 10.160 – 11.000 sedangkan nilai kalor pembakaran yang dihasilkan pada penelitian ini secara berturut-turut sebesar 9060,086; 9177,54; 9155,06; 9272,5915; 9186,951 dan 9298,8935 kal/g.

DAFTAR PUSTAKA

1. Haryati, T. (2006). Biogas : Limbah peternakan yang menjadi sumber energi alternatif. *Jurnal Wartazoa*, 16(3) : 160-169.
2. Awaluddin, A., Saryono, Nelvia, S., et al. (2009). Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi biodiesel dari minyak sawit mentah menggunakan katalis padat kalsium karbonat yang dipijarkan. *Jurnal Natur Indonesia*, 11(2): 129-134.
3. Arita, A., Dara, M.B., & Irawan, J. (2008). Pembuatan metil ester asam lemak dari CPO OFF GRADE dengan metode esterifikasi-transesterifikasi. *Jurnal Teknik Kimia*, No.2 , Vol. 15.
4. Kuncahyo, P., Zuhdi M.F.A., & Semin. (2013). Analisa prediksi potensi bahan baku biodiesel sebagai suplemen bahan bakar motor diesel di Indonesia. *Jurnal Teknik Pomits*, Vol. 2, No. 1 : 2337-3539.

5. Hadi, W,A., (2009). Pemanfaatan minyak biji nyamplung (*Calophyllum inophyllum L.*) sebagai bahan bakar minyak pengganti solar. *Jurnal Riset Daerah Vol. VIII, No.2.*
6. Yuniwati, M. & Karim, A.A. (2009). Kinetika reaksi pembuatan biodiesel dan minyak goreng bekas (jelantah) dan metanol dengan katalisator KOH. *Jurnal Teknologi. Vol.2, NO. 2 (130 – 136).*
7. Ristianingsih,Y., Sutidjan, & Budiman, A. (2012). Studi Proses Degumming CPO dengan Asam Fosfat dan Pengaruhnya Terhadap Karakteristik Minyak Sawit. *Jurnal Teknologi & Industri. 2(1): 30-35.*
8. Fessenden, R.J. & Fessenden, J.S. (1986). Kimia organik, edisi ketiga, jilid 2: Erlangga.
9. Ramadhas, A.S Jayaraj, S. Muraleedharan, C. (2005). Biodiesel production from high FFA rubber seed oil. *Fuel 84, 335-340.*
10. Tohari. (2015). Sintesis biodiesel dari minyak biji kapuk randu (*Ceiba pentandra L.*) dengan variasi waktu lama pengadukan pada reaksi transesterifikasi. *Skripsi tidak diterbitkan.* Yogyakarta: FMIPA UNY.
11. Pramitha, R.I., Haryanto, A., & Triyono, S. (2016). Pengaruh Perbandingan Molar dan Durasi Reaksi Terhadap Rendemen Biodiesel dari Minyak Kelapa (Coconut oil). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung. Vol 5, No. 3: 157-166*
12. Kartika, I.A., Sri, Y., Danu, A., et al. (2011). Transesterifikasi In Situ Biji Jarak: Pengaruh Kadar Air dan Ukuran Partikel Bahan Terhadap Rendemen dan Kualitas Biodiesel. *Agritech, 31(3), 242-249.*
13. Ketaren, S. (1986). Pengantar teknologi minyak dan lemak pangan. Jakarta. UI Press.

