

Pengaruh Katalis Asam dan Basa Terhadap Biodiesel Yang Dihasilkan Pada Proses Trans(esterifikasi) In Situ Biji Karet (*Havea brasiliensis*)

Abdul Malik Espad Nur Rahim¹, Indah Prihatiningtyas²
maalikk.09@gmail.com

*Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Jl. Sambaliung No. 9 Samarinda, Indonesia 75119
Telepon 0541-736834 Fax 0541-749315*

Abstrak

Biodiesel didefinisikan sebagai mono alkil ester asam lemak yang besar dari minyak sayuran dan lemak hewan, dibuat dari reaksi kimia (transesterifikasi) antara minyak sayur atau lemak dengan alkohol, dengan atau tanpa dibantu katalis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh biodiesel dari bahan baku biji karet dengan reaksi trans(esterifikasi) metode in situ sistem mix sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan. Penelitian memfokuskan pada pengaruh katalis terhadap kualitas serta yield dari biodiesel yang diperoleh. Katalis yang digunakan adalah H₂SO₄ 18 N dan NaOH 0.1 N dengan volume katalis 0.25% dari volume etanol, rasio bahan baku terhadap etanol (1:3), trans(esterifikasi) dilakukan pada temperatur 60°C dengan kecepatan pengadukan 600 rpm selama 120 menit. Berdasarkan sifat fisika dan kimia dari biodiesel dengan katalis asam lebih mendekati Standar Nasional Indonesia (SNI) dengan nilai densitas 0.7617 g/ml dan viskositas 9.2565 mm²/s, sedangkan dengan katalis basa diperoleh densitas 0.61054 g/ml sedangkan viskositas 7.06646 mm²/s. Prosentase FAEE dan yield biodiesel dari katalis asam masing masing adalah 13.43 dan 55%, sedangkan untuk katalis basa 18.37 dan 74%

Kata Kunci: *Biodiesel, biji karet, transesterifikasi in situ, Fatty Acid Ethyl Ester (FAEE)*

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi saat ini dipenuhi dengan sumber energi konvensional seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam. Minyak bumi merupakan cadangan yang terbatas dan hanya terdapat beberapa daerah di dunia. Sumber ini sudah mencapai puncak dari produksinya. Kekurangan dari cadangan minyak bumi akan membuat sumber energi terbarukan lebih menarik (Demirbas, 2008).

Konsumsi energi di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya, terlihat pada tahun 2009, 2010, dan 2011, Indonesia mengkonsumsi energi sebesar 297.271.113 BOE, 355.426.352 BOE, dan 359.686.797 BOE. Sedangkan pemenuhan kebutuhan energi tersebut saat ini masih masih didominasi oleh sumber energi konvensional (fosil). Pada tahun 2011 Indonesia memiliki pasokan energi primer sebesar 1.516.241.607 BOE (*Barrel Of Equivalent*) dan lebih dari 78% pasokan energi primer tersebut menggunakan sumber energi konvensional seperti batubara, gas bumi, minyak bumi, dan lain-lain. Sementara untuk sumber energi terbarukan hanya sekitar 21% seperti *hydro power, geothermal, dan biomass* (Syahrial *et al*, 2012).

Ilmuwan meneliti untuk mencari jenis energi baru yang murah, mudah penanganan dan ramah lingkungan. Salah satu sumber energi yang tersedia sekarang yaitu penggunaan minyak nabati sebagai bahan bakar. Beberapa minyak

nabati seperti minyak biji canola, minyak biji bunga matahari, minyak sawit, minyak biji karet, minyak jelantah, minyak biji kapas dan lain-lain dapat digunakan sebagai bahan baku biodiesel (Prihandana dkk., 2006; Farid, 2010; Vicente, dkk., 2005; Lee dkk., 2007; Ramadhas, 2005).

Biodiesel didefinisikan sebagai mono alkil ester asam lemak yang besar dari minyak sayuran dan lemak hewan. Dibuat dari reaksi kimia antara minyak sayur atau lemak dengan alkohol, dengan atau tanpa dibantu katalis. Katalis digunakan untuk meningkatkan laju reaksi transesterifikasi dengan reaksi ke kanan. Biodiesel dapat dicampur dengan petrodiesel untuk membuat campuran biodiesel-diesel (Ramadhas, 2009).

Biodiesel berasal dari sumber bahan baku yang dapat diperbaharui (*renewable*) sehingga mampu untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Selain itu, *biodegradable*, tidak beracun dan ramah lingkungan. Sifat properties biodiesel sangat dekat petrodiesel. Oleh karena itu, biodiesel atau campurannya dapat digunakan dalam mesin diesel dengan sedikit atau bahkan tanpa modifikasi. Biodiesel memiliki bilangan setana lebih tinggi dari pada petrodiesel, tidak mengandung aromatik, dan mengandung 10-11% berat oksigen. Karakteristik biodiesel ini mampu mengurangi emisi karbon monoksida (CO), hidrokarbon dan partikulat dalam gas buang dibandingkan dengan petrodiesel. Karbondioksida dihasilkan melalui

pembakaran biodiesel yang dapat didaur ulang melalui fotosintesis. Dengan demikian dapat meminimalkan dampak dari pembakaran biodiesel pada efek rumah kaca (Ramadhas *et al*, 2005)

Biji karet sampai saat ini belum dimanfaatkan dengan baik, umumnya masih dibuang di setiap perkebunan. Biji karet berpotensi dijadikan biodiesel melihat luasnya perkebunan karet. Jumlah biji karet diperkebunan mencapai 1 kg/m² serta kandungan minyak yang terdapat pada biji karet mencapai 45,63 % (Syahrir, 2011).

Indonesia memiliki perkebunan karet terbesar di dunia (lebih dari 3 juta ha). Selain menghasilkan karet sebagai produk utama, perkebunan karet juga berpotensi menghasilkan produk tambahan berupa biji karet yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber minyak biji karet. Tingginya potensi biji karet sebagai sumber minyak nabati ditunjukkan dengan data bahwa satu hektar tanaman karet (populasi sekitar 500 pohon), umur lebih dari 10 tahun, dapat menghasilkan lebih dari 5 ton biji. Jika kadar lemak biji karet sebesar 32%, maka dapat dihasilkan sekitar 1,5 ton minyak per hektar. Jika biji karet dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku biodiesel, maka lebih dari 4,5 juta liter per tahun biodiesel dapat diproduksi. (Hidayat dkk., 2009).

Teknologi in situ merupakan metode pembuatan biodiesel yang sangat menguntungkan, dikarenakan tidak menggunakan tahapan ekstraksi-distilasi minyak di dalam prosesnya sehingga biaya produksi lebih lanjut dapat ditekan (Ozgul *et al*, 2002). Teknologi in situ untuk memproduksi biodiesel dari padatan yang mengandung minyak *oilseeds*, ini hanya memerlukan satu tahapan untuk menyelesaikan semua tahapan yang diperlukan. Tahapan ini termasuk ekstraksi dan esterifikasi/transesterifikasi yang dikenal sebagai ekstraksi reaktif. Alkohol bertindak sebagai pelarut pengeksrak sekaligus reaktan untuk esterifikasi/transesterifikasi. Begitu minyak terekstrak keluar dari biji, maka seketika itu pula akan terkonversi menjadi ester (biodiesel). Dengan cara ini dapat mengurangi waktu pengolahan, jumlah pelarut, dan biaya produksi total. Namun, hal ini membutuhkan jumlah alkohol yang lebih tinggi daripada proses konvensional (Widayat *et al*, 2013)

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penggunaan katalis asam dan basa terhadap proses biodiesel dari biji karet yang dihasilkan agar dapat dipergunakan untuk substitusi bahan bakar minyak solar.

2. Metode

• Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain oven, labu Erlenmeyer, pisau, blender, gelas beaker, ember, batang pengaduk, gabus penutup, selang, pompa, hot plate, pipet tetes, gelas ukur, spatula, neraca analitis, termometer, alat distilasi sederhana, kondensor graham, kondensor liebig, kertas saring, panic, stainless steel, gelas ukur, labu ukur, pipet volume, alumunium foil, botol vial, corong kaca, statif, klem, magnetic stirrer, corong pisah, labu leher tiga.

• Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain biji karet, NaOH p.a 0.1 N, H₂SO₄p.a 96%, aquadest, H₂C₂O₄ 0.1 N, etanol p.a, dan indikator PP.

• Prosedur Penelitian

- Persiapan Bahan Baku
Biji karet dipisahkan dari cangkang, diblender, dan dikeringkan dengan oven pada temperatur 60°C selama 2 jam. Setelah itu biji karet tersebut disimpan di dalam wadah tertutup agar bahan tetap kering.
- Proses Trans(esterifikasi) In Situ
Larutkan etanol 238 ml dan katalis (H₂SO₄/NaOH) 1ml ke dalam labu leher tiga, diaduk dan dipanaskan hingga mencapai temperatur 60°C. Ditimbang 100 gram biji karet yang telah diblender dan dikeringkan, lalu ditambahkan ke dalam campuran. Diaduk campuran tersebut dan dipanaskan pada temperatur 60°C selama 120 menit.
- Proses Pemisahan
Disaring hasil proses transesterifikasi hingga didapatkan larutan yang bening. Larutan didistilasi pada temperatur 80°C hingga tidak ada lagi etanol yang terkandung yang ditandai dengan gelembung udara yang tidak tampak lagi. Didapatkan residu berupa biodiesel dan gliserol, didingin hingga terbentuk dua lapisan. Diambil lapisan bagian atas dan analisa kandungan etil esternya dengan GC.

2.1 Metode Analisis Data

a. Densitas

Analisa densitas pada penelitian ini menggunakan piknometer dengan prinsip penentuan massa fluida pada piknometer. Piknometer kosong dan piknometer yang telah berisi fluida ditimbang, dan selisih dari penimbangan

tersebut dibandingkan dengan volume piknometer.

b. Viskositas

Penentuan nilai viskositas diukur dengan menggunakan metode Viskometer Ostwald (Dogra, 2009). Prinsip analisa ini adalah menghitung waktu yang dibutuhkan sejumlah fluida untuk mengalir melalui pipa kapiler dengan gaya yang disebabkan berat fluida itu sendiri. Penentuan waktu dihitung ketika fluida melewati batas tera A dan dihentikan ketika fluida melewati batas tera B. Waktu yang diperlukan dari fluida tersebut akan dibandingkan dengan fluida yang sudah diketahui viskositasnya, seperti air.

c. Persentase Asam Lemak Bebas (FFA)

Penentuan persentase asam lemak bebas (FFA) adalah dengan titrasi sampel yang dilarutkan dengan etanol oleh NaOH untuk menetralkan asam lemak bebas.

d. Karakteristik FAME

Analisa karakteristik FAME menggunakan GC (Gas Chromatography), dengan prinsip separasi/pemisahan berdasarkan waktu retensinya. Memisahkan campuran dengan mengalirkan gas pada fasa diam, dimana komponen dari campuran akan berpisah berdasarkan waktu retensi masing-masing komponen.

3. Hasil dan Pembahasan

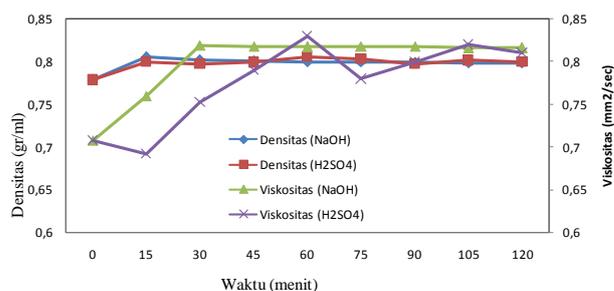
Biji karet diperoleh dari perkebunan karet di Kabupaten Marangkayu, propinsi Kalimantan Timur. Hasil analisa proksimat ditunjukkan sesuai Tabel 1. Dari hasil analisa proksimat menunjukkan bahwa biji karet berpotensi sebagai bahan baku biodiesel karena kadungan minyaknya cukup tinggi yaitu sekitar 36.257%.

Tabel 1. Analisa Proksimat Biji Karet

Analisa	Kadar (%)
Kadar Air	32.32
Kadar Abu	2.12
Kadar Minyak	36.257

Pada proses trans(esterifikasi), katalis yang digunakan untuk memproduksi biodiesel terlebih dahulu dilarutkan dalam alkohol. Untuk mengurangi kebutuhan alkohol agar mencapai efisiensi yang tinggi selama proses trans(esterifikasi) in situ, bahan baku yaitu biji karet yang mengandung minyak/oilseeds harus dikeringkan terlebih dahulu sebelum direaksikan (Haas *et al*, 2004). Proses berlangsung pada

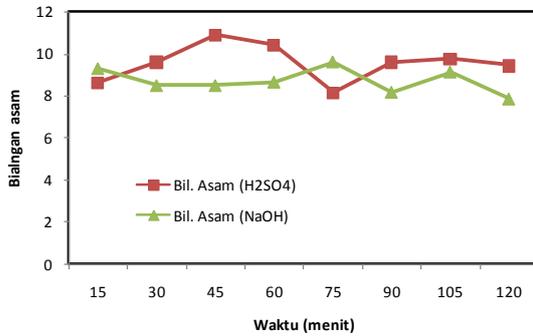
temperatur $\pm 60^{\circ}\text{C}$, dimana proses ini beroperasi dibawah titik didih etanol, agar etanol tidak menguap dan volume cairan tetap konstan. Proses trans(esterifikasi) dilakukan selama 120 menit, karena pada waktu tersebut merupakan waktu optimum untuk memperoleh yield yang tinggi (Daryono, 2013). Setiap 15 menit akan diambil sampel dari proses tersebut dan di analisa densitas, viskositas, serta asam lemak bebasnya. Gambar 1 menunjukkan perubahan nilai viskositas dan densitas dari campuran terhadap waktu.



Gambar 1. Grafik Perbandingan Viskositas dan Densitas Larutan terhadap Waktu

Densitas atau kerapatan adalah suatu ukuran kerapatan atau kemampatan suatu zat, merupakan perbandingan antara massa dan volum zat itu, sedangkan viskositas adalah sifat suatu cairan atau gas yang berhubungan dengan hambatan alir gas/cairan itu sendiri sebagai akibat adanya gaya-gaya antar partikelnya yang mengalir (Mulyono, 2005). Dari Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai densitas dari larutan dengan katalis asam maupun basa memiliki nilai yang seragam yaitu ± 0.8 g/ml dimana saat pengadukan sampai menit ke-15 mengalami kenaikan dan saat menit ke-15 sampai menit ke-120 densitasnya konstan/tidak mengalami peningkatan ataupun penurunan secara signifikan. Dari Gambar 1 terlihat bahwa densitas larutan dengan katalis asam cemiliki nilai yang cenderung lebih rendah bila dibandingkan dengan larutan yang menggunakan katalis basa. Ramadhas *et al* (2005) menyebutkan bahwa minyak yang mengandung lemak tinggi (>2%FFA) tidak sesuai bila menggunakan reaksi transesterifikasi karena asam lemak dalam minyak akan bereaksi dengan katalis basa (reaksi penyabunan), oleh karena itu perlu dilakukan reaksi esterifikasi dengan katalis asam untuk menurunkan %FFA. Pada Gambar 1 juga menunjukkan viskositas larutan dengan katalis asam dan katalis basa konstan saat menit ke-30. Ketika densitas dan viskositas produk konstan, maka dapat diperkirakan bahwa produk biodiesel dan ekstraksi minyak telah sepenuhnya terbentuk (Duma, 2012). Nilai viskositas dengan katalis asam memiliki nilai viskositas yang lebih rendah dibandingkan dengan katalis basa, hal ini

disebabkan penggunaan katalis asam akan mengurangi reaksi penyabunan yang mengurangi gliserol dalam biodiesel, sehingga berat jenisnya semakin rendah (Ramadhias et al, 2005). Gambar 2 menunjukkan grafik perubahan bilangan asam terhadap waktu.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Bilangan Asam Larutan terhadap Waktu

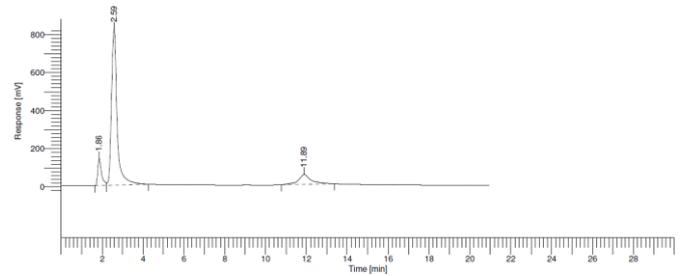
Bilangan asam adalah bilangan yang menunjukkan jumlah mg basa kuat (KOH) yang diperlukan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terkandung dalam 1 gram lemak atau minyak (Mulyono, 2005). Apabila dibandingkan dengan penggunaan antara katalis asam dan basa, nilai bilangan asam pada katalis asam lebih rendah dibandingkan dengan katalis basa.



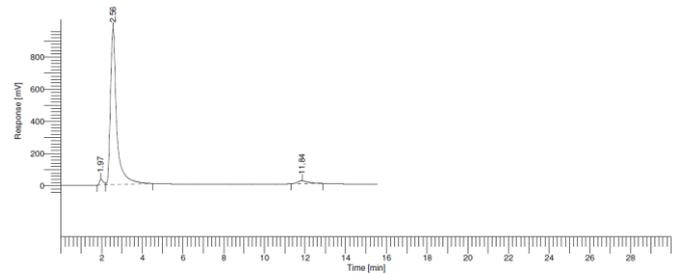
Produk Akhir : a. Dengan Katalis Asam b. Dengan Katalis Basa

Dari Gambar 3 menunjukkan bahwa biodiesel yang dihasilkan berwarna coklat gelap baik dengan katalis asam maupun basa. Setelah dilakukan analisa densitas kinematika biodiesel, yaitu diperoleh nilai densitas 0.7617 g/ml pada katalis asam, sementara biodiesel dengan katalis basa memiliki nilai densitas 0.61054 g/ml. Densitas kinematika biodiesel menurut standard SNI 04-7182-2006 adalah 0.85-0.89 g/ml. Densitas biodiesel yang dihasilkan baik dengan katalis asam maupun basa masih dibawah standard SNI 04-7182-2006, namun biodiesel dengan katalis asam lebih mendekati standard SNI.

Analisa viskositas kinematika biodiesel dengan katalis asam memiliki viskositas kinematika sebesar 9.2565 mm²/s, sedangkan viskositas kinematika dari biodiesel dengan katalis basa memiliki nilai sebesar 7.06656. Menurut standard SNI, viskositas kinematika biodiesel berkisar antara 2,3 – 6 mm²/s. Nilai viskositas biodiesel baik dengan katalis asam maupun basa masih dibawah standard SNI, namun biodiesel dengan katalis asam lebih mendekati standard SNI. Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan kromatogram GC biodiesel.



Gambar 4. Kromatogram GC Biodiesel dengan katalis NaOH



Gambar 5. Kromatogram GC Biodiesel dengan katalis H₂SO₄

Dari Gambar 4 dan 5 menunjukkan bahwa kromatogram etil ester asam lemak (FAEE) terdeteksi pada waktu retensi 11,84 dan diperkirakan pada waktu retensi tersebut adalah etil linoleat. Hasil yield diperoleh bahwa dengan menggunakan katalis asam sebesar 55%, dengan persentase FAEE 13.43%. Sementara dengan menggunakan katalis basa diperoleh yield sebesar 74% dengan persentase FAEE 18.37%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa, biodiesel hasil penelitian yang mendekati standard SNI dengan menggunakan katalis asam. Nilai densitas dan viskositas kinematik dengan katalis asam masing-masing engdensitas kinematik sebesar 0.7617 g/ml dan 9.2565 mm²/sec. Pada katalis basa nilai densitas dan viskositas kinematik adalah 0.61054 g/ml dan 7.06656. Persentase FAEE dan yiel yang didapatkan sebesar 13.43

dan 55% untuk katalis H_2SO_4 sedangkan untuk katalis basa sebesar 18.37 dan 74% .

Daftar Pustaka

- Daryono, Elvianto D. (2013). *Biodiesel dari Minyak Biji Pepaya dengan Transesterifikasi In situ*. Jurnal Teknik Kimia, Vol.8, no.1
- Demirbas, Ayhan. (2008). *Biodiesel a Realistic Fuel Altrnative for Diesel Engine*. Springer:Turki
- Duma, Agam. (2012). *Studi Proses Produksi Biodiesel dari Biji Karet (Hevea brasiliensis) dengan Metode (Trans)esterifikasi in situ*. Universitas Diponegoro : Semarang
- Farid, M., Aisyah C., Z. J. (2010) Proses pembuatan biodiesel dari minyak biji kapas dengan menggunakan metode Transesterifikasi, *Procee-dings of the National Conference on Chemical Engineering Science and Application (ChESA)*, ISSN: 1693-3044.
- Haas MJ, Karen M, S., William N M, dan Foglia, T A. (2004). *In situ Alakline Transesterification: An Effective Method for the Production of Fatty Acid Esters from Vegetabke oils*, JAOCS, Vol.81, no.1, 83
- Hidayat, R., Mulyadi, E., dan Soemargono. (2009). Optimasi Pengolahan Pasca Panen Biji Karet Menjadi Minyak Biji Karet, Prosiding Seminar Nasional Revitalisasi Teknologi Berwawasan Lingkungan, LPPM UPN Veteran Jawa Timur, Surabaya.
- Lee, K.; Yu, J. X.; Mei, J. H.; Yan, L.; Kim, Y.; Chung, K. (2007) A kinetic study on the of glyceril monooleate and soybean used frying oil to biodiesel, *J. Ind. Eng. Chem.*, 13, 799-807.
- Mulyono. (2005). *Kamus Kimia*. Bumi Aksara : Bandung
- Ozgul, S Y dan Turkays, S. (2002). *Variables Affecting the Yields of Methyl Esters Derived from in situ Esterification of Rice Bran Oil*, JAOCS, Vol.79, no.6
- Prihandana, R. H, Hendroko, R., Nuramin, N., (2006) *Menghasilkan Bio-diesel Murah*, Penerbit Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Ramadhas, A.S, Jayaraj, S., Muraleedharan, C. (2005). *Biodiesel production from high FFA rubber seed oil*, Elsevier Ltd, 335-339
- Ramadhas, A.S., Jayaraj, S., Muralee-dharan, C. (2005) Biodiesel produc-tion from high FFA rubber seed oil, *fuel*, 84, 335-340.
- Ramadhas, AS (2009). *Biodiesel Production Technologies and Substrates*. Handbook of Plant-Based Biofuels, 183. New York : CRC Press Taylor & Francis Group
- Syahrial. (2012). *Handbook of Energy & Economic Statistic of Indonesia*. Ministry of Energy and Mineral Resources: Jakarta
- Syahrir, Irmawati. (2011). *Pembuatan Biodiesel dari Biji Karet dengan Proses Transesterifikasi*. Media Perspektif Riet dan Teknologi, Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda.
- Vicente, G., Martinez, M., Aracil, J., Esteban, A. (2005) Kinetics of Sunflower Oil Methanolysis, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 44, 5447-5454.
- Widayat, Wibowo, A.D.K (2013). *Teknologi Proses Produksi Biodiesel*. EF Press Digimedia : Semarang