



SINTESIS BIODIESEL DARI MINYAK BIJI KAPUK DENGAN KATALIS ZEOLIT SEKAM PADI

Muhammad Prio Bagus Santoso*) Eko Budi Susatyo, dan Agung Tri Prasetya

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang

Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Juli 2012
Disetujui Agustus 2012
Dipublikasikan November 2012

Kata kunci:
biodiesel
katalis zeolit sekam padi
minyak biji kapuk
transesterifikasi.

Abstrak

Seiring dengan menipisnya persediaan minyak bumi dan kian meningkatnya harga bahan bakar minyak (BBM), masyarakat mencari sumber bahan bakar alternatif. Salah satu cara menyediakan bahan bakar alternatif (biodiesel) pengganti bahan bakar minyak adalah dengan memanfaatkan hasil transesterifikasi minyak biji kapuk dengan katalis zeolit sekam padi. Reaksi transesterifikasi atau proses transesterifikasi pada dasarnya adalah pertukaran gugus ester. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui massa katalis zeolit sekam padi agar diperoleh biodiesel yang maksimal serta karakterisasi biodiesel yang dihasilkan. Proses transesterifikasi dilakukan dengan mereaksikan minyak biji kapuk dengan metanol serta katalis zeolit sekam padi pada suhu 60°C. Dari hasil penelitian diperoleh metil ester (biodiesel) yang dihasilkan dari 50 ml minyak biji kapuk dan 300 ml metanol menggunakan katalis zeolit sekam padi sebanyak 2 gram dan hasil GC-MS adalah metil ester palmitat 8,07%; metil ester linoleat 8,60% dan metil ester oleat 5,27%.

Abstract

As the availability of fossil fuel is getting less, the price of it is getting more expensive, so Indonesian people try to find alternative fuel. One way of providing alternative fuels (biodiesel) fuel replacement is to utilize the results of transesterification of cottonseeds oil with catalyst zeolite from rice husk ash. Transesterification reaction, which is basically. A process of ester ion exchange. On this study aims to determine the mass of catalyst zeolite from rice husk ash in order to obtain the maximum biodiesel and characterization of the resulting biodiesel. Transesterification process carried out by reacting methanol with cottonseeds oil and catalyst zeolite from rice husk ash at a temperature of 60°C. From the research results obtained methyl ester (biodiesel) produced from cottonseeds oil 50 ml and 300 ml of methanol with 2 grams of catalyst zeolite from rice husk ash and the GC-MS is a methyl ester palmitate 8,07%; methyl ester linoleic 8.60% and methyl ester oleic 5,27%.

Pendahuluan

Bahan bakar solar merupakan turunan minyak bumi yang banyak digunakan dalam berbagai bidang, diantaranya bidang transportasi dan industri. Tetapi saat ini dunia mengalami krisis bahan bakar minyak. Banyak negara, terutama Indonesia, mengalami masalah kekurangan bahan bakar minyak (dari bahan bakar fosil) untuk negaranya sendiri. Indonesia, khususnya, telah mengimpor bahan bakar minyak (terutama bahan bakar diesel/solar) untuk kebutuhan dengan jumlah yang cukup besar.

Stok minyak mentah yang berasal dari fosil ini terus menurun sedangkan jumlah konsumsinya terus meningkat setiap tahunnya, sehingga perlu dicari alternatif bahan bakar lain, terutama dari bahan yang terbarukan. Salah satu alternatifnya adalah biodiesel, untuk menggantikan solar. Secara teknis, biodiesel memiliki kinerja yang lebih baik dari pada solar (Mescha dkk, 2007).

Biodiesel diketahui sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan dan dapat diperbarui. Biodiesel biasanya dibuat dengan transesterifikasi minyak tumbuhan atau lemak hewan dengan methanol atau etanol (Susilowati, 2006). Biodiesel merupakan campuran dari mono alkil ester asam lemak dari minyak nabati atau lemak hewan. Baik minyak nabati atau lemak hewan termasuk dalam golongan lipida. Minyak dan lemak merupakan trigliserida karena minyak dan lemak membentuk ester dari tiga molekul asam lemak yang terikat pada molekul gliserol.

Minyak nabati yang lazim digunakan dalam produksi biodiesel merupakan trigliserida yang mengandung asam oleat dan asam linoleat. Lemak yang lazim digunakan sebagai bahan dasar pembuatan biodiesel merupakan trigliserida yang mengandung asam palmitat, asam stearat, dan asam oleat (Zappi, et al., 2003).

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).

Selama transesterifikasi, satu mol dari molekul trigliserida bereaksi dengan tiga mol alkohol untuk menghasilkan campuran ester asam lemak (biodiesel) dan gliserol. Reaksi transesterifikasi telah dilakukan dengan berbagai kondisi reaksi dan berbagai bahan katalis termasuk asam, basa, lipase dan basa non ionik. Untuk produksi komersial, katalis basa kuat seperti natrium atau kalium hidroksida sering digunakan, akan tetapi katalis alkoxide telah mendapat perhatian baru-baru ini karena lebih menguntungkan dari pada katalis basa kuat (Dharsono dan Septiana, 2010).

Katalis penting dalam konversi energi modern, pabrik kimia, dan teknologi lingkungan. Penggunaan katalis untuk reaksi transesterifikasi dan esterifikasi yang dipaparkan, menunjukkan bahwa teknologi katalis juga banyak diperlukan dalam sintesis biodiesel dan masih perlu dikembangkan. Untuk memisahkan minyak nabati dari gliserol dalam reaksi transesterifikasi perlu ditambahkan katalis. Katalis adalah zat yang dapat mempercepat reaksi tanpa ikut terkonsumsi oleh keseluruhan reaksi atau merupakan suatu zat antara yang aktif, tanpa katalis proses pembuatan biodiesel dengan reaksi transesterifikasi dapat berlangsung pada temperatur 250°C.

Zeolit merupakan katalisator yang baik karena mempunyai pori-pori yang besar dan permukaan yang maksimum. Zeolit mempunyai struktur berongga dan biasanya rongga ini diisi oleh air dan kation yang bisa dipertukarkan dan memiliki ukuran pori yang tertentu. Oleh karena itu, zeolit dapat digunakan sebagai penyaring, penukar ion, penyerap bahan dan katalisator (Sutarti dan Rahmawati, 1994). Daya kerja zeolit sebagai katalisator dapat diperbesar dengan mengaktifkan zeolit terlebih dahulu.

Sintesis zeolit dari abu sekam padi yang sudah pernah dilakukan oleh Kristiyani (2011) menunjukkan bahwa struktur yang terbentuk mirip zeolit A [$\text{Na}_{12}(\text{AlO}_2)_{12}(\text{SiO}_2)_{12} \cdot 27\text{H}_2\text{O}$] (zeolit like) dengan kristal sodalite sebagai fase dominan. Adapun suhu sintesis zeolit yang digunakan adalah 100°C, ditunjukkan dengan kristalinitas maksimum spektra pada difraktogram sinar-X.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Organik dan Kimia Anorganik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Refluks leher tiga, Ayakan 100 mesh, Magnetic stirrer merk Cimarec 2 Thermolyne, Neraca analitik Mettler AE200 dengan ketelitian 0,0001, Gas Kromatografi gas Hewlett Pacard 5890 series II, Seperangkat alat GC-MS merk shimadzu QP-5000. Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah zeolit sekam padi jenis IR, Biji kapuk, Metanol MR 32,04 g/mol ρ 1,11 gr/cm³ buatan E Merck, Asam fosfat MR 97,97 g/mol ρ 3,4 gr/cm³ buatan E Merck, Aquades, Air panas.

Biji kapuk randu dipress dengan menggunakan mesin pres hidrolik. Minyak yang keluar dari mesin press mengandung kotoran dari kulit dan senyawa kimia: alkaloid, fosfatida, karotenoid, khlorofil dan lain-lain. Proses selanjutnya adalah pemisahan getah (degumming terhadap minyak biji kapuk yang dihasilkan oleh mesin pres).

Degumming dilakukan dengan memanaskan minyak biji kapuk sampai suhu 80°C kemudian ditambahkan asam fosfat 20% sebanyak 0,2% volume minyak dan diaduk selama 15 menit. Proses pencampuran menghasilkan campuran minyak biji kapuk, asam fosfat, gum. Campuran tersebut ditambahkan air sebanyak 3% volume minyak dan diaduk selama 30 menit. Maka akan menghasilkan minyak biji kapuk netral dan gum. Campuran minyak biji kapuk netral dan gum kemudian didiamkan selama 12 jam dan dilakukan pemisahan gum dengan corong pisah, maka akan dihasilkan minyak biji kapuk.

Transesterifikasi dilakukan pada labu reaksi leher tiga dengan kapasitas satu liter dilengkapi kondensor dan pengaduk yang ditempatkan pada lempeng pemanas listrik. Diambil rasio volume methanol : minyak adalah 6:1. Minyak biji kapuk sebanyak 50 ml dipanaskan hingga mencapai suhu yang diinginkan 60°C. Pada saat yang sama, katalis zeolit sekam padi sebanyak 1, 2 dan 3 gram dilarutkan dalam metanol dengan volume 300 ml. Menuangkan katalis tersebut dalam labu leher tiga, aduk campuran tersebut pada skala 100 rpm dan suhu dijaga konstan selama 1 jam. Setelah 1 jam, pemanasan dan pengadukan

dihentikan dan selanjutnya dilakukan pemurnian produk.

Produk yang dihasilkan dari kondisi optimal proses didiamkan selama 12 jam untuk memisahkan dengan sempurna biodiesel dan gliserol. Lapisan atas adalah biodiesel yang berwarna kuning dan lapisan bawah adalah gliserol berwarna putih. Setelah dipisahkan dari gliserol, kemudian metanol sisa reaksi transesterifikasi dimurnikan dengan menggunakan destilasi vakum sampai suhu mencapai 74°C, dan biodiesel dicuci dengan air sampai pH biodiesel menjadi netral (pH 7). Setelah pencucian, biodiesel dipanaskan sampai suhu 100°C untuk menghilangkan sisa air (Bahtiar, 2008).

Karakterisasi biodiesel menggunakan kromatografi gas (GC) untuk mengetahui waktu retensi pembentukan biodiesel dan persen area biodiesel. Sedangkan untuk mengetahui jenis biodiesel yang diperoleh dilakukan dengan alat kromatografi gas-spektrometer massa (GC-MS).

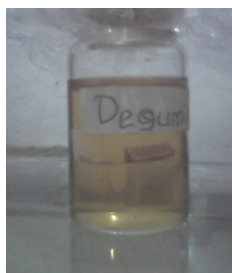
Hasil dan Pembahasan

Pengeringan biji kapuk dimaksudkan untuk menurunkan kadar air dari biji kapuk. Pengeringan yang dilakukan dengan cara dikeringkan di bawah sinar matahari, dilakukan sampai biji kapuk berwarna coklat kemerahan. Pengeringan tepat akan menentukan rendemen minyak biji kapuk yang dihasilkan. Setelah kering, dilakukan proses pengepresan biji kapuk dengan alat mesin pres hidrolik manual. biji kapuk yang dihasilkan memiliki karakteristik berwarna coklat keruh (gelap), serta bau yang menyengat. Hal tersebut dikarenakan minyak biji kapuk tersebut mengandung kotoran dari kulit dan senyawa kimia seperti: alkaloid, fosfatida, karotenoid, khlorofil, dan lain-lain. Oleh karena itu perlu tahap selanjutnya sebelum minyak ditransesterifikasi menjadi biodiesel, yaitu tahap pemisahan getah (degumming) untuk didapatkan minyak biji kapuk murni.



Gambar 1. Minyak biji kapuk
Minyak biji kapuk sebelum ditransesterifikasi terlebih dahulu mengalami tahapan pemurnian meliputi degumming dan

netralisasi. Degumming bertujuan menghilangkan gum yang terdapat pada minyak, sedangkan netralisasi bertujuan menghilangkan asam lemak bebas sehingga minyak memenuhi syarat untuk reaksi transesterifikasi. Proses degumming dengan menambahkan asam fosfat dan untuk tahap netralisasi dengan menambahkan air hangat. Hasil dari proses degumming memperlihatkan perbedaan warna dari minyak biji kapuk asal, yaitu semula berwarna coklat gelap menjadi kuning jernih.



Gambar 2. Minyak biji kapuk hasil degumming
Transesterifikasi Minyak Biji Kapuk dengan Variasi Massa Katalis

Dalam penelitian ini, menggunakan katalis zeolit yang disintesis dari limbah sekam padi. Zeolit sekam padi termasuk dalam katalis heterogen. Katalis heterogen merupakan katalis yang mempunyai fasa yang tidak sama dengan reaktan dan produksi. Keuntungan menggunakan katalis ini adalah mempunyai aktivitas yang tinggi, kondisi reaksi yang ringan, masa hidup katalis yang panjang, biaya katalis yang rendah, tidak korosif, ramah lingkungan dan menghasilkan sedikit masalah pembuangan, dapat dipisahkan dari larutan produksi sehingga dapat digunakan kembali. Dalam reaksi transesterifikasi katalis akan memecahkan rantai kimia minyak nabati hingga rantai ester minyak nabati akan terlepas, begitu ester terlepas alkohol akan segera bereaksi dengannya dan membentuk biodiesel, sedangkan gliserol dan katalis yang tersisa akan mengendap setelah reaksi selesai. Adanya ion Na^+ dalam zeolit sekam padi dapat mempengaruhi jumlah metil ester yang terbentuk. Air terkandung dalam reaksi transesterifikasi bereaksi dengan zeolit sekam padi akan membentuk NaOH . Adanya kation alkali tersebut mengakibatkan adanya reaksi penyabunan antara asam lemak bebas dengan kation alkali. Dalam reaksi dapat mempengaruhi metil ester yang dihasilkan menjadi berkurang. Terbentuknya NaOH pada reaksi zeolit sekam padi dengan minyak

mengandung air menyebabkan konsentrasi zeolit sekam padi berkurang sehingga reaksi transesterifikasi tidak optimal. Penggunaan jumlah massa katalis zeolit sekam padi dalam penelitian ini adalah 1 gram, 2 gram dan 3 gram. Masing – masing dari jumlah massa zeolit sekam padi dilakukan transesterifikasi dengan 50 ml minyak biji kapuk ditambah metanol 300 ml dan dilakukan sebanyak 3 kali percobaan. Karakterisasi produk hasil transesterifikasi dengan menentukan massa jenis dan karakterisasi dengan menggunakan instrumen GC. Hasil terbaik dari karakterisasi produk hasil transesterifikasi dengan menggunakan instrumen GC akan dilakukan analisa lanjut dengan menggunakan GC-MS dan menentukan rendaman metil ester yang diperoleh.

Karakterisasi Minyak Biji Kapuk Hasil Transesterifikasi

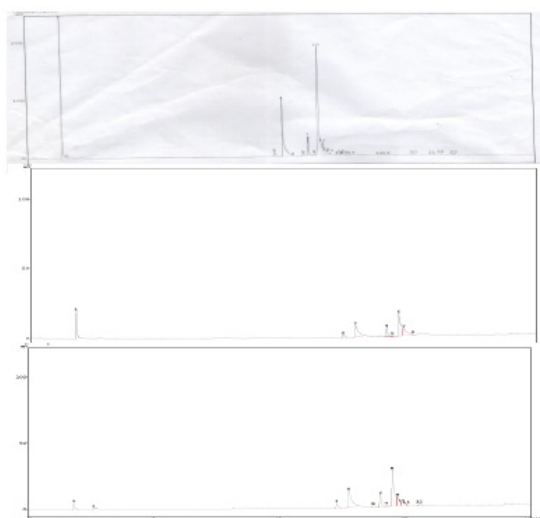
Warna awal dari minyak biji kapuk yang asalnya kuning setelah reaksi transesterifikasi menjadi kuning pudar dan sudah tidak lagi berbau tengik.

Menurut Wulandari (2010), salah satu sifat fisik dari biodiesel adalah memiliki massa jenis sebesar 0,868 g/ml pada suhu 25°C. Sedangkan massa jenis yang dimiliki oleh minyak biji kapuk adalah 0,891 g/ml. Pada penelitian ini diperoleh massa jenis biodiesel sebesar 0,869 g/ml; 0,877 g/ml; dan 0,890 g/ml.

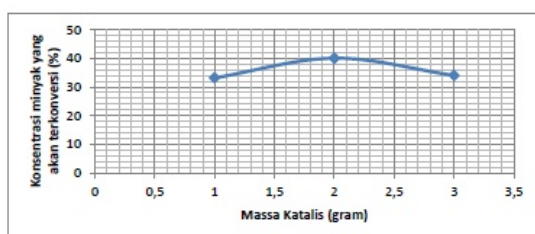
Berdasarkan Gambar 3, terlihat ada beberapa puncak. Pada Gambar (a) terdapat 23 puncak, tetapi pada gambar tersebut terdapat 1 puncak utama dengan waktu retensi 14,539 menit dengan konsentrasi 33,1494 yang diidentifikasi sebagai ester yang akan terkonversi menjadi metil ester atau biodiesel. Pada Gambar (b) terdapat 12 puncak, terdapat 1 puncak utama dengan waktu retensi 14,510 menit dengan konsentrasi 40,0298. Pada Gambar (c) terdapat 8 puncak utama dengan waktu retensi 14,534 menit dengan konsentrasi 33,9939. Dari ketiga gambar kromatogram tersebut dapat diperoleh 3 puncak utama dengan konsentrasi yang berbeda-beda. Berikut tabel antara massa katalis terhadap konsentrasi yang dihasilkan dari kromatogram GC.

Jumlah katalis juga dapat mempengaruhi hasil dari reaksi transesterifikasi. Sehingga dilakukan optimasi terhadap katalis yang sesuai dalam reaksi transesterifikasi seperti di tunjukkan dalam Gambar 4. Konversi minyak biji kapuk menjadi metil ester (biodiesel) akan optimal dengan konsentrasi katalis pada batas

tertentu, konversi tidak lagi bertambah walaupun faktor jumlah katalis ditingkatkan. Pada penelitian ini diperoleh massa katalis 2 gram yang menunjukkan hasil optimum. Oleh karena itu, minyak hasil transesterifikasi pada jumlah katalis 2 gram akan dianalisa lanjut dengan instrumen GC-MS untuk mengetahui jenis metil ester (biodiesel) dan rendemen metil ester yang terbentuk.



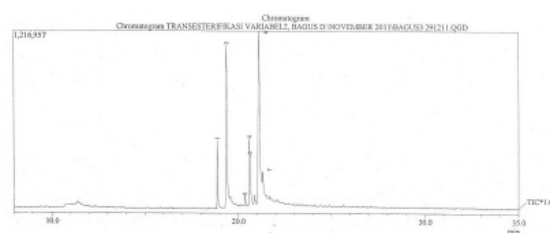
Gambar 3. Kromatogram GC biodiesel minyak biji kapuk dengan massa (a) katalis 1 gram, (b) katalis 2 gram (c) katalis 3 gram hasil penelitian



Gambar 4. Grafik optimasi massa katalis pada transesterifikasi

Berdasarkan Gambar 5, terlihat bahwa terdapat 7 puncak yang relatif lebih tinggi dan lebar dibandingkan dengan puncak lain yang terdapat dalam kromatogram tersebut. Ada 3 puncak yang menunjukkan adanya metil ester (biodiesel) yang terbentuk dalam reaksi transesterifikasi dari minyak biji kapuk dengan katalis zeolit sekam padi, yaitu puncak nomor 1, 4 dan 5. Puncak pertama menunjukkan senyawa metil ester dari asam palmitat dengan persentase 8,07%. Puncak kedua pada waktu retensi 19,383 menit menunjukkan senyawa asam palmitat dengan persentase 32,91%. Puncak ketiga pada waktu retensi 20,367 menit menunjukkan senyawa 2-oktilsiklopropena-1-

heptanol dengan persentase 0,94%. Puncak keempat pada waktu retensi 20,600 menit merupakan senyawa metil ester dari asam linoleat dengan persentase 8,60%. Puncak kelima dengan waktu retensi 20,650 menit menunjukkan senyawa metil ester dari senyawa asam oleat dengan persentase 5,27%. Puncak keenam pada waktu retensi 21,133 menit merupakan senyawa asam linoleat dengan persentase 42,91% dan senyawa yang ketujuh dengan waktu retensi 21,308 menit menunjukkan senyawa asam stearat dengan persentase 1,30%. Berdasarkan data GC-MS juga diperoleh rendemen metil ester (biodiesel) yang terbentuk sebesar 21,94%.



Gambar 5. Kromatogram minyak biji kapuk dengan massa katalis 2 gram hasil transesterifikasi

Simpulan

Kondisi optimal dari jumlah massa katalis dalam penelitian ini adalah 2 gram. Hasil karakterisasi GC-MS diperoleh 3 jenis senyawa metil ester yang terbentuk, yaitu metil ester palmitat, metil ester linoleat dan metil ester oleat. Hasil GC diperoleh rendemen metil ester (biodiesel) sebesar 21,94%.

Daftar Pustaka

- Bahtiar, Achmad. 2008. Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Karet, Uji Kinetik, dan fisinya. Skripsi Universitas Negeri Semarang.
- Dharsono, W. dan Y. Saptiana Oktari. 2010. Proses Pembuatan Biodiesel dari Dedak dan Metanol dengan Esterifikasi IN SITU. Skripsi Teknik Kimia Universitas Diponegoro. Online. Available at: http://eprints.undip.ac.id/11903/1/Skripsi_-_Wulandari_Dharsono.pdf [diakses 7/2/2011].
- Kristiyani, Dyah. 2011. Pemanfaatan Zeolit Abu Sekam Padi Untuk Menurunkan Kadar Ion Pb²⁺ Pada Air Sumur Di Desa Ngawen Pati. Tugas Akhir Universitas Negeri Semarang.
- Mescha Destiana, Agustinus Zandy, Nazef dan Soraya Puspasari. 2007. Intensifikasi

- Proses Produksi Biodiesel. Jurnal ITB Bandung.
- Susilowati. 2006. Biodiesel Dari Minyak Biji Kapuk Dengan Katalis Zeolit. Jurnal UPN "Veteran" JATIM.
- Sutarti, M. dan Rahmawati, M., 1994, Zeolit Tinjauan Literatur, Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Zappi, M. H., M. Spak. D H., J Brough M. 2003. A Review of the Engineering Aspects of the Biodiesel Industry. MSU Environmental Technology Research and Applications Laboratory Dave C Swalm School of Chemical Engineering Missisipi State University.