

## Transesterifikasi Minyak Biji Bintaro dengan ZnO Catalyst Guard Komersial

Sri Helianty, Ida Zahrina

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293  
srihelianty@yahoo.co.id

### Abstrak

Proses biodiesel berbahan baku minyak nabati non pangan, seperti minyak biji bintaro (*Cerbera odollam*), diperlukan untuk mengurangi penggunaan minyak nabati pangan. Katalis heterogen seperti ZnO akan menyederhanakan reaksi transesterifikasi minyak biji bintaro, memudahkan pemisahan katalis dari keluaran reaktor dan mengurangi limbah prosesnya. Penelitian ini ditujukan untuk transesterifikasi minyak biji bintaro dengan katalis ZnO *catalyst guard* komersial. Percobaan transesterifikasi ini diselenggarakan dalam reaktor batch tertutup bertekanan autogenus pada temperatur 373 K selama 4,5 dan 6 jam dengan nisbah minyak biji bintaro terhadap metanol dalam umpan 1:12 w/w. Katalis ZnO komersial ditambahkan ke dalam campuran reaksi sebanyak 5% w-umpan. Selama transesterifikasi berlangsung, campuran reaksi diaduk dengan kecepatan 350rpm. Hasil percobaan pada 4,5 dan 6 jam menunjukkan adanya kenaikan yield biodiesel, yaitu 13,57%, 22,56% dan 34,52%. Berdasarkan hasil pengujian densitas, viskositas kinematik, angka asam dan flash point, karakteristik biodiesel minyak biji bintaro yang dihasilkan adalah sebagai berikut : densitas 844-909 kg/m<sup>3</sup>, viskositas kinematik 5,99-9,01 cSt, angka keasaman 0,026-0,039mg KOH/g dan flashpoint 128-154 °C.

**Kata kunci:** Transesterifikasi, Biodiesel, Minyak Bintaro, Katalis ZnO, Katalis Heterogen

### 1 Pendahuluan

Biodiesel termasuk *biofuel* untuk sumber energi alternatif yang menjanjikan. Biodiesel dihasilkan dari reaksi transesterifikasi trigliserida dengan alkohol menjadi metil ester asam lemak (FAME). Sebagian besar biodiesel saat ini diproduksi dengan transesterifikasi trigliserida minyak pangan (*edible*) dengan metanol yang dikatalis oleh alkali (NaOH dan NaOCH<sub>3</sub>) [Lotero dkk 2005].

Penyederhanaan operasi dan pengeliminasian *waste stream*, seperti penyelenggaraan reaksi transesterifikasi pada kondisi metanol superkritik tanpa katalis, akan mengurangi biaya proses. Pengurangan biaya proses dan bahan baku akan menekan biaya produksi secara signifikan yang berakibat tercapainya harga biodiesel yang kompetitif terhadap petroleum diesel.

Untuk menekan biaya bahan baku, minyak nabati non pangan (*nonedible*) ataupun bekas dapat ditransesterifikasi berkatalis setelah diberi perlakuan pengurangan asam lemak bebasnya (*FFA*) [Ma dan Hanna, 1999]. Disyaratkan *FFA* minyak tersebut sebagai umpan proses berkatalis alkali dibawah 0,5% (b/b) untuk meminimalkan terbentuknya sabun.

Transesterifikasi tanpa katalis dapat menekan pemurnian *downstream* namun temperatur dan tekanan

operasinya sangat tinggi, yaitu pada kondisi superkritik methanol 350-400 °C dan 100-250 bar sehingga membutuhkan *capital cost* yang tinggi [Huber dkk, 2006; Demirbas, 2007].

Penggunaan katalis heterogen, seperti ZnO, yang mudah dipisahkan dari produk hasil reaksi serta membutuhkan kondisi reaksi yang tidak terlalu ekstrim dengan bahan baku minyak nonpangan, merupakan solusi yang atraktif karena bisa menyederhanakan serta menekan biaya proses dan bahan baku. Penelitian ini ditujukan untuk transesterifikasi minyak biji bintaro dengan bantuan katalis *catalyst guard* ZnO komersial.

### 2 Metodologi

Penelitian ini diselenggarakan di Laboratorium Perancangan dan Pengembangan Proses Teknik Kimia Universitas Riau. Minyak biji bintaro diperoleh dengan cara mengekstraksi biji bintaro dengan n- heksan sebagai pelarut organiknya. Digunakan juga pada penelitian ini asam posfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) 20% untuk proses deguming, metanol (CH<sub>3</sub>OH) untuk proses transesterifikasi, etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) 96 %, indikator pp, indikator pH universal Merck, kalium hidroksida (KOH) 0,1 N, asam oksalat (H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O) 0,1 N, aquades (H<sub>2</sub>O) 1 kali pemurnian serta *catalyst guard* ZnO komersial .

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari *soxlet extractor* bervolume 250 ml, *water bath*, reaktor stainless steel 1 L, mantel pemanas, pengaduk bermagnet, pemisah vakum, corong pemisah, statip, klem, buret, piknometer, viskosimeter *ostwald*, termostat dan sejumlah alat-alat gelas.

Minyak biji bintaro yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari tanaman bintaro peneuduh di Pekanbaru dan Kerinci. Biji bintaro awalnya dilepaskan dari kulitnya, dilumatkan, lalu dioven selama 3 jam pada suhu 105°C sampai kadar airnya -99,82% dan daging buah melunak.

Selanjutnya, daging biji bintaro yang telah dioven, dilumat dengan *soxhlet extractor*. Minyak biji bintaro yang dihasilkan lalu dianalisis untuk mengetahui karakteristiknya. Sebelum minyak tersebut ditransesterifikasi, minyak terlebih dahulu *didegumming* untuk mengurangi zat pengotornya.

Transesterifikasi minyak biji bintaro diselenggarakan dengan dalam reaktor autogenus tertutup secara *bacth*, yaitu selama 4 jam, 5 jam, 6 jam pada 100 °C dengan ZnO sebanyak 5% w-umpan.

### 3 Hasil dan Pembahasan

Setelah dianalisa, minyak biji Bintaro yang digunakan sebagai umpan transesterifikasi mempunyai kadar asam lemak bebas (ALB) 0,026% dan kadar air 0,18%. Kadar air sebesar 0,18 % dalam minyak biji bintaro yang diperoleh berada dibawah kadar maksimum yang dianjurkan (0,5%) sehingga minyak biji bintaro dapat langsung dipakai sebagai bahan baku transesterifikasi tanpa memerlukan perlakuan pendahuluan pengurangan kadar air.

*Yield* reaksi transesterifikasi minyak biji bintaro dengan 5-% *catalyst guard* ZnO pada 100 °C selama 4, 5 dan 6 jam adalah : 13,6%, 22,6% dan 34,5% dari 30 gram minyak bintaro.

Densitas minyak diesel minyak bintaro hasil transesterifikasi 4, 5 dan 6 jam pada 100 °C secara berurutan adalah 844, 867, dan 856 kg/m<sup>3</sup>. Densitas atau berat jenis minyak atau biodiesel dipengaruhi oleh panjang rantai asam lemak, ketidakhenuhan, dan temperatur lingkungan [Formo, 1979]. Densitas minyak meningkat sejalan dengan bertambah panjangnya asam lemak, sedangkan densitas akan menurun dengan bertambahnya ikatan rangkap biodiesel minyak bintaro. Densitas dapat menjadi parameter jumlah metil ester dalam biodiesel bintaro karena densitas metil ester relatif lebih rendah daripada trigliserida minyak bintaro. Namun parameter ini memiliki kelemahan selama biodiesel mengandung pengotor seperti metanol sisa, trigliserida dan monogliserida sehingga densitas metil ester yang terbentuk menjadi bervariasi sesuai kadar pengotor.

Hasil pengujian densitas ini menunjukkan bahwa waktu reaksi tidak signifikan mempengaruhi densitas biodiesel. Berdasarkan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI 04-7182-2006), densitas biodiesel pada suhu 40°C

adalah 850 – 890 kg/m<sup>3</sup> yang secara umum memenuhi standar densitas biodiesel. Densitas biodiesel hasil reaksi selama 4 jam sebesar 844 kg/m<sup>3</sup> menunjukkan bahwa penyeleenggaraan reaksi selama 4 jam belum untuk menghasilkan metil ester yang cukup jumlahnya.

Adapun hasil pengujian viskositas kinematik terhadap biodiesel minyak biji bintaro produk reaksi transesterifikasi secara umum memenuhi SNI-04-7182-2006, yaitu 2,3 – 6,0 cSt. Viskositas kinematik minyak bintaro bertambah dengan bertambahnya waktu reaksi transesterifikasi, yaitu 4jam sebesar 7,041 cSt, 5 jam sebesar 5,998 cSt dan 6 jam sebesar 6,000 cSt. Viskositas kinematik biodiesel hasil reaksi 4 jam tidak memenuhi standar karena jumlah ikatan rangkap karbon yang terputus belum mencukupi sehingga metil ester yang diperoleh masih kental.

Angka asam merupakan banyaknya milligram KOH yang dipakai untuk menetralkan kandungan asam lemak bebas di dalam 1 gram contoh biodiesel. Angka asam yang tinggi merupakan indikator biodiesel masih mengandung asam lemak bebas. Diinginkan angka asam biodiesel rendah karena daya korosifnya rendah sehingga meminimalkan kerusakan mesin diesel dan menaikkan mutunya. Hasil uji angka asam biodiesel dari minyak biji bintaro untuk waktu reaksi 4, 5 dan 6 jam adalah 0,039, 0,033 dan 0,034 mg KOH/g. Angka asam tersebut masih dalam rentang SNI-04-7182-2006 untuk biodiesel, yaitu < 0,8 mg KOH/g.

Hasil pengujian *flash point* biodiesel dari minyak biji bintaro hasil penelitian ini untuk waktu reaksi 4, 5 dan 6 jam sebesar 138, 154 dan 152 °C yang keseluruhan masih di atas *flash point* menurut SNI 04-7182-2006 yaitu minimum 100 °C. Data *flash point* diperlukan untuk keamanan dalam penyimpanan biodiesel.

**Tabel 1.** Kesesuaian Karakteristik Biodiesel Bintaro dengan SNI- 04- 7182- 2006

Sifat Fisik	Biodiesel Bintaro	SNI-04-7182-2006
Densitas ; 40 °C ( kg/m <sup>3</sup> )	844,44 – 866,67	850 - 890
Viskositas; 40 °C (cSt)	5,998 - 7,041	2,3 – 6,0
Angka Asam; (mg KOH/g)	0,033 – 0,039	Maks. 0.8
<i>Flash Point</i> (°C)	138 - 154	Min. 100

### 4 Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa transesterifikasi minyak biji bintaro dengan *catalyst guard* ZnO pada tekanan reaktor autogenus dan temperatur 100°C selama 5 dan 6 jam menghasilkan biodiesel yang memenuhi SNI.

**Daftar Pustaka**

- Bockisch, M., 1998, *Fats and Oils Handbook*. AOCS Press. ISBN 0-935315-82-9. Champaign Illinois. U.S.A.
- Cao F., Chen Y., Zhai F., Li J., Wang J., Wang X., Wang S., Zhu W., 2008, Biodiesel Production from High Acid Value Waste Frying Oil Catalyzed by Superacid Heteropolyacid, *Biotechnol Bioeng*, 101:93-100. PMID: 18646228.
- Cox, H.E., Pearson, D., 1962, *The Chemical Analysis of Foods*, Chemical Publishing Co Inc, New York, p 420
- Demirbas, A., 2005, Biodiesel Production from Vegetable Oils via Catalytic and Non-Catalytic Supercritical Methanol Transesterification Methods, *Progress in Energy and Combustion Science*, Vol. 31, No. 5-6, p.p. 466-487, ISSN 0360-1285.
- Demirbas, A., 2007, Biodiesel from Sunflower Oil in Supercritical Methanol with Calcium Oxide, *Energy Conversion and Management*, Vol. 48, No. 3, pp. 937-41, ISSN 0196-8904.
- Di Serio, M., Tesser, R., Lu P., and Santacesaria E., 2007, Heterogeneous Catalysts for Biodiesel Production. Dipartimento di Chimica, Università di Napoli "Federico II", Via Cintia 80126 Napoli, Italy, and Guangzhou Institute of Energy Conversion, Academy of Science, China.
- Encinar, J. M., González, J. F. & Rodríguez-Reinares, A., 2005, Biodiesel from Used Frying Oil: Variables Affecting the Yields and Characteristics of the Biodiesel, *Industrial and Engineering Chemistry Research*, Vol. 44, No. 15, p.p. 5491- 5499, ISSN 0888-5885.
- Feofilova, E. P., Sergeeva, Y. E., Ivashchkin, A. A., 2010, Biodiesel-Fuel: Content, Production, Producers, Contemporary Biotechnology (Review), *Applied Biochemistry and Microbiology*, Vol. 46, No. 4, pp. 369-78, ISSN 0003-6838.
- Fukuda, H., Kondo, A., Noda, H., 2001, Biodiesel Fuel Production by Transesterification of Oils, *Journal of Bioscience and Bioengineering*, Vol. 92 No. 5, p.p. 405-416, ISSN 1389-1723.
- Gryglewicz, S., 1999, Rapeseed Oil Methyl Esters Preparation Using Heterogeneous Catalysts, *Bioresource Technology*, VOL. 70, NO. 3, p.p. 249-253, ISSN 0960- 8524.
- Jitputti J., Kitiyanan B., Bunyakiat K., Rangsunvigit P., Jenvanitpanjakul P., 2004, Transesterification of Palm Kernel Oil and Coconut Oil by Difference Solid Catalysts, The joint international conference on "Sustainable Energy and Environment (SEE)".
- Knothe, G., 2005, Dependence of Biodiesel Fuel Properties on The Structure of Fatty Acid Alkyl Esters, *Fuel Processing Technology*, Vol. 86, No. 10, pp. 1059-70, ISSN 0378- 3820.
- Knothe, G., dan Steidley, K. R., 2005, Lubricity of Components of Biodiesel and Petrodiesel, The origin of biodiesel lubricity, *Energy & Fuels*, Vol. 19, No. 3, pp. 1192-200, ISSN 0887-0624.
- Li, B., Zongba, Z., 2007, Biodiesel Production by Direct Methanolysis of Oleaginous Microbial Biomass, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 82:775-780.
- Lotero, E., Goodwin, J. G., Bruce, D. A., Suwannakarn, K., Liu, Y., Lopez, D. E., 2006, *Catalysis*, 19, 41-84.
- MacLeod, C. S., Harvey, A. P., Lee, A. F., Wilson, K., 2008, Evaluation of The Activity and Stability of Alkali-Doped Metal Oxide Catalysts for Application to an Intensified Method of Biodiesel Production, *Chemical Engineering Journal*, Vol. 135, No. 1-2, p.p. 63-70, ISSN 1385-8947.
- Marchetti, J.M., Miguel, V.U., Errazu, A.F., 2007, Possible Methods for Biodiesel Production, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 11, No. 6, p.p. 300-1311, ISSN: 1364-0321.
- Meher, L. C., Sagar, D. V., Naik, S. N., 2006, Technical Aspects of Biodiesel Production by Transesterification - a Review, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, Vol. 10, No. 3, pp. 248-68, ISSN 1364-0321
- Meneghetti, S.M.P., Meneghetti, M.R, Wolf, C.R, Silva, E.C, Lima, G.E.S, De Lira Silva, L., Serra, T.M., Cauduro, F., & De Oliveira, L.G., 2006, Biodiesel from Castor Oil: A Comparison of Ethanolysis versus Methanolysis, *Energy and Fuels*, Vol. 20, No. 5, p.p. 2262-2265, ISSN 08870624.
- Mittelbach, M. dan Remschmidt, C., 2004, *Biodiesel: The Comprehensive Handbook*, Boersedruck Ges.m.b.H, ISBN 3-200-00249-2, Vienna, Austria.
- Murugesan, A., Umarani, C., Subramanian, R. & Nedunchezian, N., 2009, Bio-Diesel as an Alternative Fuel for Diesel Engines-A Review, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, Vol. 13, No. 3, pp. 653-62, ISSN 1364-0321.
- Panwar, R., 2009, Preparation Of Modified ZnO Nanoparticles by Sol-Gel Process and Their Characterization, *Thesis*, Thapar university.
- Reddy, Ch., Reddy, V., Oshel, Reed., Verkade, J.G., 2006, Room-Temperature of Soybean Oil and Poultry Fat to Biodiesel Catalyzed by Nanocrystalline Calcium Oxides, *Energy and Fuels*, Vol. 20, No.3, p.p. 1310-1314, ISSN 08870624.
- Ryan, T.W., Dogne, L.G. & Callahan, T.J, 1984, The Effects of Vetable Oil Properties on Injection and Combustion in Two Different Diesel Engines, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, Vol. 61, No. 10, p.p. 1610-1619, ISSN 0003-021X.
- Vicente, G., Martinez, M., Aracil, J, 2004, Integrated Biodiesel Production: a Comparison of Different Homogeneous Catalysts Systems, *Bioresource*

- Technology*, Vol. 92, No. 3, p.p. 297-305, ISSN 0960-8524.
- Wang, L. Y., Yang, J. C., 2007, Transesterification of Soybean Oil with Nano-Mgo or Not in Supercritical and Subcritical Methanol, *Fuel*, Vol. 86, No. 3, pp. 328-33, ISSN 0016- 2361.
- Xie, W., dan Li, H., 2006, Alumini-Supported Potassium Iodide as a Heterogeneous Catalyst for Biodiesel Production from Soybean Oil, *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, Vol. 255, No. 1-2, pp. 1-9, ISSN 1381-1169.
- Xue J., Grift T.E., Hansen A.C., 2011, Effect of Biodiesel on Engine Performances and Emissions, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 15 pp. 1098–1116
- Zabeti, M., Daud, W. M. A. W., Aroua, M. K., 2009, Activity of Solid Catalysts for Biodiesel Production: A review, *Fuel Processing Technology*, Vol. 90, No. 6, pp. 770-77, ISSN 0378-3820.