

Pembuatan Biodiesel Dari PFAD Dengan Katalis Cu-HAp: Variasi Nisbah PFAD : Metanol dan Massa Katalis

Rahmat Kamarullah¹⁾, Yelmida²⁾, Yusnimar²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia

Laboratorium Dasar Teknik Kimia II

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl.HR. Soebrantas KM 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293

Email: rahmat.kamarullah@student.unri.ac.id

ABSTRACT

The increasing level of human dependence on fuel oil, an active step is needed to develop alternative fuels. At present biodiesel is a reliable energy as an environmentally friendly and inexpensive alternative energy in its production. Biodiesel is a fatty acid methyl ester (FAME) made from fat / oil. In this research, PFAD (Palm Fatty Acid Destillate) is used as raw material for making biodiesel. PFAD will be converted to FAME. This esterification reaction varied the ratio of PFAD: Methanol 1: 8, 1:12, and 1:15 with a constant stirring speed of 350 rpm at a temperature of 60 °C for 3 hours. The presence of metal-hydroxyapatite catalysts (Cu-HAp, Co-HAp, Ni-HAp, and HAp) of 0.1, 0.2 and 0.3 grams will help convert PFAD to FAME. The effect of time and type of metal-HAp on the conversion of PFAD to FAME will be the focus of the study in this study. The highest biodelic yield was obtained at the PFAD ratio: Metahonol 1:15 with a catalyst mass of 0.1 gram. The biodiesel physics test results are in accordance with SNI 04-7182-2006 which includes a density of 0.84 g / ml, viscosity of 4.8 cSt, flash point of 120 °C, yield of 61.48%, acid number of 0.73 mg KOH / g of oil. Based on the analysis of GC-MS (Mass Chromatography Gas), the main compounds found in the biodiesel from PFAD were Pandecanoic methyl ester 18.49%.

Key Words : *biodiesel, esterification, methanol, PFAD.*

1. PENDAHULUAN

Tingkat ketergantungan manusia terhadap Bahan Bakar Minyak (BBM) yang semakin tinggi, diperlukan langkah aktif untuk mengembangkan bahan bakar alternative. Umumnya, di Indonesia kelapa sawit dimanfaatkan untuk diolah menjadi biodiesel. Kelapa sawit merupakan jenis tanaman yang memiliki berbagai manfaat. Indonesia sebagai negara terbesar kedua penghasil CPO dan Riau merupakan salah satu daerah penghasil CPO terbesar di Indonesia.

Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) merupakan suatu produk samping yang dihasilkan dari proses pemurnian minyak goreng yang banyak mengandung asam lemak bebas

Pada penelitian ini, penulis akan menggunakan katalis Cu-HAp untuk

membuat biodiesel dari PFAD dengan proses esterifikasi. PFAD diketahui mempunyai kandungan asam lemak bebas yang sangat tinggi (>80%). Aspek penelitian yang ditinjau meliputi evaluasi kondisi proses (nisbah PFAD : Metanol dan massa katalis) yang mempengaruhi reaksi esterifikasi asam lemak dalam PFAD menggunakan katalis Cu-HAp. Pada pembuatan biodiesel dari minyak/lemak, kadar asam lemak bebas dari bahan baku harus kecil dari 2% untuk menghindari terjadinya proses penyabunan ketika digunakan katalis basa seperti NaOH atau KOH. Jika kadar asam lemak bebas besar dari 2%, biasanya dilakukan sintesis biodiesel, menggunakan katalis asam dan selanjutnya katalis basa (Ping, 2009)..

Asam lemak bebas adalah senyawa yang memiliki hidrokarbon rantai panjang,

dan merupakan fraksi utama yang ditemukan dalam PFAD. Asam lemak penyusun PFAD dapat berupa asam lemak jenuh seperti asam palmitat, asam stearat, dan asam miristat ; dan asam lemak tak jenuh seperti asam linoleat dan asam oleat.

Frenny (2013), melakukan esterifikasi PFAD (Palm Fatty Acid Distillate) menjadi biodiesel menggunakan katalis H-Zeolit dengan variabel suhu reaksi dan kecepatan pengadukan. Dari hasil penelitian, konversi tertinggi terjadi pada suhu reaksi 650C dengan kecepatan pengadukan adalah 300 rpm, dengan konversi biodisel yang dihasilkan yaitu 38,37%.

Syafruddin (2015), melakukan studi pendahuluan penggunaan katalis logam-HAp pada pembuatan biodiesel. PFAD dikonversi menjadi FAME melalui reaksi esterifikasi satu tahap. Reaksi esterifikasi dilakukan dengan mencampurkan PFAD sebanyak 25 gram dan metanol 97 ml dengan memvariasikan katalis (Cu-HAp, Co-HAp, Ni-HAp, HAp) dan waktu reaksi (1, 2 dan 3 jam) dengan kecepatan pengadukan konstan 350 rpm pada suhu 60oC. Dilaporkan bahwa katalis logam-HAp lebih efektif menghasilkan biodiesel dibandingkan katalis HAp saja. Yield tertinggi pada pembuatan biodiesel dari PFAD diperoleh pada waktu reaksi selama 3 jam dengan katalis Cu-HAp yaitu 61.48% dan yield terendah pada penggunaan katalis Co-HAp selama 1 jam yaitu 40.32%

Pada penelitian ini hidroksiapatit yang diimpregnasi dengan logam Cu, akan digunakan sebagai katalis untuk reaksi esterifikasi PFAD menjadi biodiesel. Pemilihan logam Cu pada penelitian ini, karena Syafruddin (2015) melaporkan bahwa katalis Cu-HAp memberikan hasil yang terbaik diantara logam Cu, Ni, dan Pb yang digunakannya. HAp yang digunakan pada penelitian ini untuk proses impregnasi, adalah HAp yang dibuat dari Precipitated Calcium Carbonate (PCC) Cangkang Telur Ayam (Rini, 2017). Diharapkan dengan dengan memvariasikan nisbah PFAD : Metanol (1:8 ; 1:12 ; 1:14)

dan massa katalis akan diperoleh yield biodiesel yang lebih tinggi dengan spesifikasi yang sesuai dengan standar SNI biodiesel.

2. BAHAN DAN METODOLOGI

2.1 Bahan Dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan biodiesel yaitu hidroksiapatit, CuSO₄.5H₂O, PFAD (Palm Fatty Acid Destillate), metanol dan aquadest. Bahan baku PFAD (Palm Fatty Acid Distillate) didapat dari PT. Sari Dumai Sejati. Hidroksiapatit (HAp) didapat dari penelitian (Helsa, 2017).

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah, hotplate stirrer, thermo haake, kondensor, statif, timbangan analitik, termometer, stopwatch, labu leher dua, pipet tetes, gelas ukur 50 ml, gelas ukur 100 ml, gelas kimia 100 ml, gelas kimia 250 ml, cawan porselin, pengaduk, corong, corong pisah, kertas saring, oven, tachometer, pipet tetes, oven dan botol sampel.

2.2 Metodologi

Tahap awal adalah impregnasi Cu pada hidroksiapatit untuk menghasilkan katalis Cu-HAp yang akan digunakan sebagai katalis. Proses impregnasi mengikuti prosedur penelitian (Shiqhi, 2015), sebagai sumber Cu digunakan CuSO₄.5H₂O. Untuk jumlah total Cu-HAp yang diinginkan berjumlah 5 gram (0.15 gram Cu dan 4.85 gram HAp) kedalam gelas kimia 250 ml dengan ditambahkan aquadest 50 ml. Proses impregnasi dilakukan menggunakan hotplate stirrer dengan kecepatan 350 rpm, pada suhu ruang selama 24 jam. Selanjutnya dihasilkan pasta. Pasta yang diperoleh dikeringkan dalam oven pada suhu 105oC ($\pm$ selama 90 menit) setelah proses pengovenan selesai, selanjutnya katalis diaktivasi pada furnace dengan suhu 500oC selama 3 jam, setelah selesai proses aktivasi katalis Cu-HAp dapat digunakan. Pada proses pembuatan biodiesel, PFAD ditimbang sebanyak 25 gram, sementara

katalis ditimbang masing-masing sebanyak 0.1 ; 0.2 ; 0.3 gr, PFAD dipanaskan dalam labu leher 2 pada suhu 50°C selama 10 menit. Katalis dan methanol dipanaskan pada suhu 40oC didalam erlenmeyer selama 10 menit. PFAD yang sudah dipanaskan dicampur dengan methanol (78 ; 117 ; 136 mL) diaduk menggunakan magnetic steerer dan direaksikan pada suhu 60oC dengan kecepatan pengadukan 350 rpm selama 3 jam. Hasil reaksi didiamkan dalam corong pisah selama lebih kurang 12 jam sampai campuran terpisah. Pemurnian biodiesel dengan menambahkan air panas pada saat pemurnian biodiesel. Langkah terakhir adalah karakterisasi biodiesel yang telah dihasilkan.

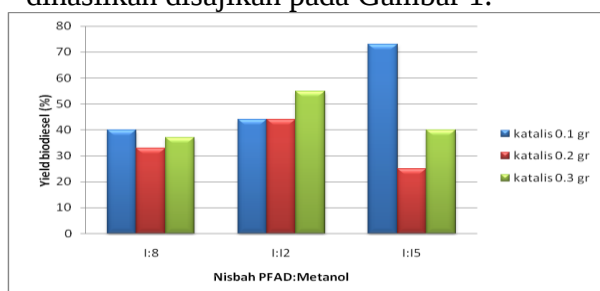
2.3 Karakterisasi Biodiesel

Biodiesel yang dihasilkan akan di karakterisasi yaitu, kadar air (SNI 01-3555-1998), kadar asam lemak bebas (SNI 01-3555-1998), angka asam pada biodiesel (AOCS Cd 3-63), densitas biodiesel (ASTM D 1298), viskositas kinematik biodiesel (ASTM D 445) dan karakterisasi biodiesel yang diperoleh dengan *Gas Chromatography- Massa spektrometer* (GC-MS).

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh variasi nisbah PFAD:Metanol dan massa katalis terhadap perolehan (yield) biodiesel

Proses sintesis biodiesel dari PFAD menggunakan katalis logam Cu-HAP, dilakukan pada suhu 60°C, dengan pengaruh variasi nisbah PFAD:Metanol dan massa katalis terhadap *yield* biodiesel yang dihasilkan disajikan pada Gambar 1.



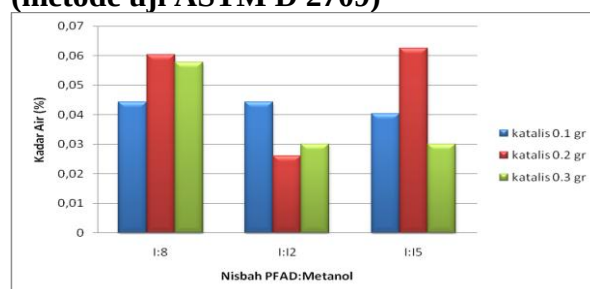
Gambar 1. Pengaruh variasi nisbah PFAD:Metanol dan massa katalis terhadap perolehan (yield) biodiesel.

Yield tertinggi pada pembuatan biodiesel dari PFAD diperoleh pada massa katalis 0.1 gr dan nisbah PFAD:Metanol 1:15 yaitu 73%. Massa katalis dan Nisbah PFAD:Metanol sangat mempengaruhi perolehan (yield) biodiesel. Nisbah PFAD:Metanol berpengaruh terhadap konversi reaksi. Hal ini dikarenakan semakin banyak methanol yang digunakan dalam pembuatan biodiesel maka yield yang diperoleh juga semakin tinggi

3.2 Hasil Karakterisasi Sifat Fisik Dan Kimia Biodiesel

Biodiesel yang diperoleh dari proses esterifikasi akan dikarakterisasi, terlebih dahulu dilakukan analisa kadar air biodiesel, analisa massa jenis (densitas), viskositas, angka asam, dan nilai kalor

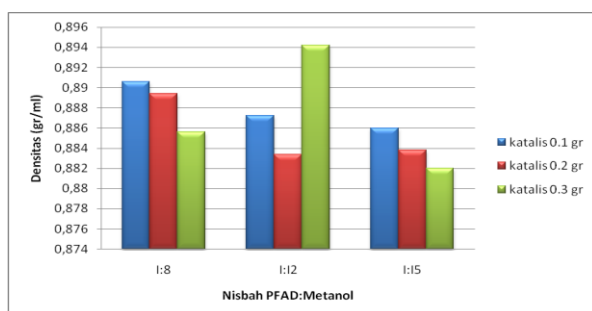
3.2.1 Hasil Uji Kadar Air Biodiesel (metode uji ASTM D 2709)



Gambar 2 Kadar air biodiesel dari variasi nisbah PFAD:metanol dan massa katalis.

Berdasarkan persyaratan kualitas biodiesel menurut SNI-04-7182-2006 kandungan air maksimal yaitu 0,05 % vol. Dari hasil penelitian ini kandungan air pada biodiesel telah sesuai dengan standar, hanya beberapa variasi yang sedikit melebihi standar kadar air biodiesel. Kadar air tertinggi pada PFAD yang digunakan adalah 9% sehingga nilai kadar air yang didapat berfluktuatif meskipun telah dilakukan proses pengurangan kadar air tetapi tidak 100% hilang begitu saja sehingga meskipun sangat kecil tetapi tetap berpengaruh besar pada hasil analisa (Mahfud, 2012).

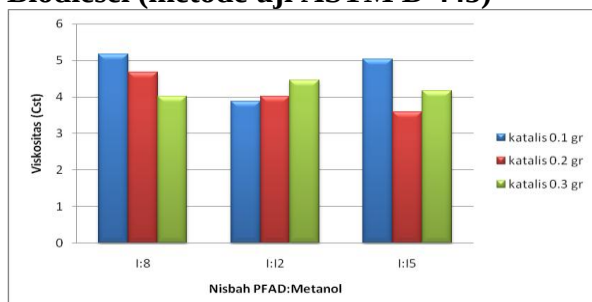
3.2.2 Hasil Uji Densitas (Massa jenis) Biodiesel(metode uji ASTM D 1289)



Gambar 3 Densitas (massa jenis) biodiesel dari variasi nisbah PFAD:methanol dan massa katalis

Densitas biodiesel yang dihasilkan ini sudah sesuai dengan SNI-04-7182-2006, hal ini dikarenakan semakin tinggi konversi biodiesel maka densitas akan semakin rendah karena rantai karbon semakin pendek dan ikatan rangkap semakin sedikit. Nilai densitas biodiesel sangat ditentukan oleh kemurnian komponen metil ester dalam biodiesel (Mittelbach dan Remschmidt, 2006).

3.2.3 Hasil Uji Viskositas Kinematik Biodiesel (metode uji ASTM D 445)

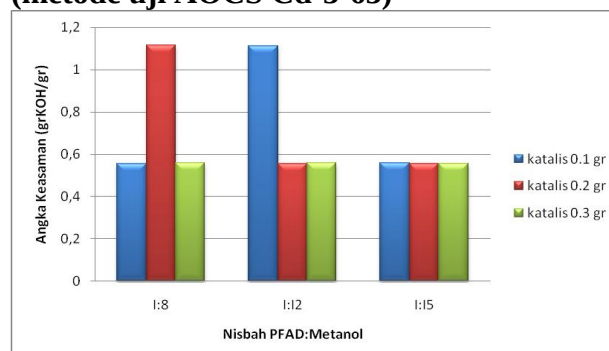


Gambar 4 Viskositas (kekentalan) biodiesel dari variasi nisbah PFAD:methanol dan massa katalis

Viskositas tertinggi biodiesel pada nisbah PFAD:Metanol 1:8 dengan massa katalis 0.1 gr yaitu 5.172 Cst sedangkan viskositas terendah biodiesel pada nisbah PFAD:Metanol 1:15 dengan massa katalis 0.2 gr yaitu 3.5921 Cst. Semakin tinggi konversi biodiesel maka viskositas kinematik yang dihasilkan akan semakin rendah. Hal ini disebabkan semakin sedikit

kadar asam lemak bebas yang masih berada pada biodiesel yang dihasilkan.

3.2.4 Hasil Uji Angka asam Biodiesel (metode uji AOCS Cd-3-63)



Gambar 5 Angka asam biodiesel dari variasi nisbah PFAD:methanol dan massa katalis

Angka asam yang tertinggi terdapat pada nisbah PFAD:Metanol 1:8 dan massa katalis 0.2gr yaitu 1,116 mg KOH/gr minyak. Penentuan angka asam pada biodiesel ini dilakukan dengan metode analisis standar dan sudah memenuhi karakteristik baku mutu SNI -04-7182-2006 yaitu 0,8 mg KOH/g minyak. Penentuan angka asam pada biodiesel ini dilakukan dengan metode analisis standar dan sudah memenuhi karakteristik baku mutu SNI -04-7182-2006 yaitu 0,8 mg KOH/g minyak. Hanya ada beberapa biodiesel dengan angka asam yang tinggi, hal ini dikarenakan pada Nisbah PFAD:Metanol 1:8 dan 1:12 pada katalis 0.2gr dan 0.1 gr masih terdapat asam lemak bebas yang tinggi yang terkandung pada biodiesel yang dihasilkan.

3.2.5 Hasil Uji Nilai Kalor Biodiesel

Biodiesel yang dihasilkan selanjutnya akan di uji nilai kalor, Nilai kalor biodiesel di uji di Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral provinsi Riau. Pada nisbah PFAD:methanol 1:15 dengan massa katalis 0.1 , 0.2 da 0.3 gr, hasil nilai kalor dapat dilihat pada Tabel 1

Nisbah PFAD : Metanol	Massa katalis	Nilai kalor yang dihasilkan	Nilai kalor standar (cal/gr)
1:15	0.1	9102	Maks.

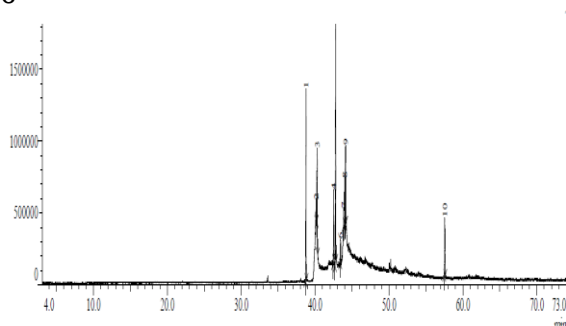
1:15	0.2	9604	9938.7
1:15	0.3	9808	6

Tabel 1 Nilai kalor untuk biodiesel yang dihasilkan dari bahan baku PFAD

Hasil yang di dapat ini telah sesuai dan hampir mendekati standar menurut SNI-04-7182-2006). Nilai kalor yang dihasilkan ini erat kaitannya dengan densitas biodiesel yang dihasilkan, Semakin besar massa jenis suatu minyak maka semakin kecil nilai kalornya, demikian juga sebaliknya semakin rendah massa jenis minyak maka semakin tinggi nilai kalornya

3.2.6 Hasil Analisa GC-MS (Gas Chromatography-Mass Specctroscopy).

Biodiesel yang disintesis dari bahan baku PFAD menggunakan katalis logamCu-HAp telah dianalisa sifat kimia dengan GC-MS. Kromatogram hasil analisis GC-MS terhadap biodiesel yang dihasilkan menggunakan katalis logam Cu-HAp disajikan pada Gambar 6



Gambar 6 Kromatogram campuran metil ester (biodiesel) dari PFAD

Pada Gambar 6 menunjukkan perbandingan komponen-komponen senyawa yang terdapat pada bahan baku PFAD dan produk biodiesel yang dihasilkan. Pada analisa GC-MS PFAD terdapat 3 puncak tertinggi yaitu *Pentadecanoic acid*, metil ester dengan luas area 18.49% , *Pentadedcanoic acid* dengan luas area 12.21% , 9-*Octadecanoid acid*, metil ester dengan luas area 30.77%

KESIMPULAN

Pada karaktersasi biodiesel menggunakan GC-MS biodiesel terbukti mengandung senyawa Metil ester Octadecenoic dan Metil ester Pandecanoic.

Biodiesel yang diperoleh telah diuji sifat fisika-kimia yang mana yield tertinggi diperoleh pada nisbah PFAD:Metanol 1:15 dengan massa katalis 0.1 gr yaitu 73%.

UCAPAN TERIMAKASIH

penulis mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing dan yang bersangkutan karena telah memberikan masukan dan arahan serta bantuan dalam menyelesaikan penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Azis, Y., N. Jamarun., S. Arief dan H. Nur. 2015. Facile Synthesis of Hidroxyapatite Particels from Cockle Shells (*Anadara granosa*) by Hidrothermal Method.*Oriental Journal of Chemistry*, 31(2).
- Aransiola. E.F., T.V. Ojumu, O.O. Oyekola, T.F. Madzimbamuto, D.I.Ikhu- Omoregbe. 2014. A Review of Current Technology for Biodiesel Production:State of The Art. *Journal of Biomass and Bioenergy* 276-297. Department of Chemical Engineering. Cape Peninsula University of Technology. Bellville Campus. Cape Town 7535.
- Blesvid, Bloomy. 2014. “Perengkahan Katalitik *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD) Menjadi *Biofuel* Dengan Katalis Abu TKS Variasi Temperatur dan Berat Katalis” *JOM FTEKNIK*.Universitas Riau: Pekanbaru
- Indonesian Commercial Newslatter, 2011. *Industri Palm Oil di Indonesia*. Edisi Juli 2011. PT Data Consult: Indonesia.

- Karunia, A. F. 2011. Esterifikasi PFAD (*Palm Fatty Acid Distillate*) Menjadi Biodiesel Menggunakan Katalis H-Zeolit Dengan Variabel Suhu Reaksi Dan Kecepatan Pengadukan, *Jurnal (Final-Frenny) Esterifikasi PFAD*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau: Pekanbaru
- Liptakova, B., Hronec, M., Cvengrosova, Z. 2000. Direct Synthesis of Phenol from Benzene over Hydroxyapatite Catalysts. *Catalysis Today* 61, 143-148.
- Mahfud, Mahfud. 2012. PENGARUH METODE PENCUCIAN PADA PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK JARAK PAGAR. *Skripsi*. Program Studi Teknik Kimia. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Mittlebach, M., Remschmidt. (2004), "Biodiesel The Comprehensive Handbook", Boersdruck Ges m.b.H, Vienna, Austria.
- Ping, B. T. Y. dan M. Yusof. 2009. Characteristic and Properties of Fatty Acid Destilates from Palm Oil. *Oil Palm Bulletin* 59.
- Prihandana, R., R. Hendroko., Nuramin. 2006. *Menghasilkan Biodiesel Murah Mengatasi Poulusi dan Kelangkaan BBM*. Jakarta. Agromedia.
- Shiqhi, N., 2015. Impregnasi Logam Co, Cu Dan Ni Pada Hidroksiapatit Yang Disintesis Dari Kulit Kerang Lokan (*Gelonia Expansa*). *Skripsi*. Universitas Riau: Pekanbaru
- Soerawidjaja, T.H., Tahar., Siagian, U.W., Prakoso, T., Reksowardjojo, I.K., & Permana, K.S. 2005. *Studi Kebijakan Penggunaan Biodiesel di Indonesia*, Kajian Kebijakan & Kumpulan Artikel Penelitian Biodiesel, Menristik, MAKSI SEAFast Center, IPB.
- Syafruddin., 2015. Studi Pendahuluan Penggunaan Katalis Logam-HAP Pada Pembuatan Biodiesel. *Skripsi*. Universitas Riau: Pekanbaru
- Wiguna, J. A. 2013. *Perengkahan Palm Fatty Acid Destilate* (PFAD) menjadi Biofuel Menggunakan Katalis H-Zeolit dengan Variasi Temperatur Reaksi dan Nisbah Berat H-Zeolit/PFAD. *Skripsi*. Program Studi Teknik Kimia. Universitas Riau.
- Wulandari, Yustia. 2016. KONVERSI PALM FATTY ACID DISTILLATE (PFAD) MENJADI BIODIESEL MENGGUNAKAN KATALIS p-TSA. *Skripsi*. Program Studi Teknik Kimia. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
- Mahfud, Mahfud. 2012. PENGARUH METODE PENCUCIAN PADA PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK JARAK PAGAR. *Skripsi*. Program Studi Teknik Kimia. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Yelmida, Zahrina, I., dan Akbar, F., 2012. *Perengkahan Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD) Menjadi Biofuel Menggunakan Katalis H-Zeolit dengan Variasi Temperatur Reaksi dan Nisbah berat H-Zeolit/PFAD. *Jurnal*. Universitas Riau: Pekanbaru.
- Zabeti, M., W.M.A.W. Daud., M.K. Aroua. 2009. Activity of Solid Catalysts for Biodiesel Production. *Fuel Processing Technology* 90 (2009) 770-777