

KONVERSI PALM FATTY ACID DISTILLATE (PFAD) MENJADI BIODIESEL MENGGUNAKAN KATALIS p-TSA

Yustia Wulandari Mirzayanti^[1], Kartika Udyani, Adji Moch. Parikesit, Vivi Dwi Utamy
Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Email^[1]: yustiawulandari@yahoo.com

ABSTRACT

Shortage of petroleum-based fuels needed replacement fuel that is renewable. Biodiesel is one of the energy diversification efforts are being made to reduce dependence on the supply of petroleum. Biodiesel is produced through the transesterification of triglycerides or by esterification of fatty acids with methanol and a catalyst. The price of biodiesel is still relatively high because raw material prices are quite high. In producing biodiesel competitive necessary raw materials are cheap and its use is not competing with basic human needs. In the present study, the raw material used PFAD (Palm Fatty Acid Distillate) with a catalyst PTSA (p-Toluene Sulfonic Acid). The variables studied include the impact molar ratio between PFAD and methanol is 1: 3-1: 7 and the weight percent of catalyst (0.9% - 4.8%) to yield biodiesel produced. The results showed that the use of raw materials PFAD with these variables significantly influence the yield of biodiesel produced. On condition molar ratio of 1: 7 and 4.8% by weight of catalyst, obtained the highest yield of 35.088% biodiesel.

Keywords : fermentation, cassava Liquid waste, liquid organic fertilizer

ABSTRAK

Menipisnya persediaan bahan bakar *petroleum* diperlukan bahan bakar pengganti yang bersifat terbarui. Biodiesel merupakan salah satu upaya diversifikasi energi yang dilakukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap suplai minyak bumi. Biodiesel diproduksi melalui reaksi transesterifikasi trigliserida atau melalui reaksi esterifikasi asam lemak dengan metanol dan katalis. Harga biodiesel saat ini masih relatif tinggi karena harga bahan baku yang cukup tinggi. Dalam memproduksi biodiesel yang kompetitif diperlukan bahan baku yang harganya murah dan pemakaiannya tidak bersaing dengan kebutuhan pokok manusia. Pada penelitian kali ini, digunakan bahan baku PFAD (*Palm Fatty Acid Distillate*) dengan katalis PTSA (*p-Toluen Sulfonic Acid*). Variabel yang dipelajari meliputi pengaruh perbandingan rasio molar antara PFAD dan metanol sebesar 1:3 – 1:7 dan persen berat katalis (0,9 % - 4,8 %) terhadap *yield* biodiesel yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bahan baku PFAD dengan variabel tersebut berpengaruh signifikan terhadap *yield* biodiesel yang dihasilkan. Pada kondisi perbandingan rasio molar 1 : 7 dan berat katalis 4,8%, didapatkan *yield* biodiesel tertinggi sebesar 35,088%.

Kata kunci : fermentasi, limbah cair singkong, pupuk organik cair

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan minyak bumi dari waktu ke waktu terus mengalami peningkatan sejalan dengan pembangunan yang terjadi di Indonesia. Dengan semakin menipisnya persediaan bahan bakar *petroleum* diperlukan bahan bakar pengganti yang bersifat terbarui. Oleh karena itu banyak negara terutama Indonesia mengalami masalah kekurangan bahan bakar minyak. Salah satu upaya yang dilakukan pemerintah melalui Peraturan Presiden No. 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional yang berprinsip pada kebijakan harga, diversifikasi, dan konversi energi. Diversifikasi energi adalah pemanfaatan energi alternatif, salah satunya adalah bahan bakar nabati (BBN), yang merupakan energi alternatif yang mudah diperoleh di Indonesia. Instruksi Presiden No.1/2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati (*Biofuel*) sebagai bahan bakar lain, merupakan suatu instruksi yang menegaskan pentingnya pengembangan Bahan Bakar Nabati (BBN).

Biodiesel merupakan sumber energi alternatif pengganti bahan bakar minyak untuk mesin diesel. Saat ini banyak upaya yang telah dilakukan untuk pengembangan pembuatan biodiesel, mulai dari substitusi bahan baku, pemilihan katalis yang tepat hingga pemilihan proses pembuatan biodiesel secara ekonomis. Pada dasarnya pembuatan biodiesel dapat dilakukan dengan mereaksikan minyak atau asam lemak dengan alkohol menggunakan bantuan katalis asam atau katalis basa. Salah satu bahan baku yang umum digunakan dalam proses pembuatan biodiesel merupakan minyak hasil pengolahan industri kelapa sawit.

Kelapa sawit merupakan jenis tanaman industri penting penghasil minyak goreng, minyak industri maupun bahan bakar (biodiesel). Di Indonesia penyebarannya di daerah Sumatera, Jawa, Kalimantan dan Sulawesi. Perkebunan kelapa sawit mampu menghasilkan keuntungan yang besar, oleh karena itu banyak ahli fungsi lahan hutan, perkebunan lama maupun lahan gambut menjadi perkebunan kelapa sawit. Bahan baku biodiesel yang berasal dari pengolahan kelapa sawit dapat berupa CPO (*Crude Palm Oil*), RBDPO (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*) Olein, Stearin dan PFAD (*Palm Fatty Acid Distillate*). Tetapi pemakaian CPO sebagai bahan baku biodiesel alternatif sangat bersaing karena CPO digunakan juga untuk pangan. Oleh karena itu, perlu dicari substitusi bahan baku yang pemakaiannya tidak bersaing dengan kebutuhan manusia dan harganya murah.

Harga biodiesel saat ini masih relatif tinggi karena harga bahan baku yang cukup tinggi. Untuk memproduksi biodiesel yang kompetitif diperlukan bahan baku yang harganya murah dan pemakaiannya tidak bersaing dengan kebutuhan pokok manusia yang salah satunya adalah PFAD. Proses pengolahan minyak sawit menghasilkan 73% olein, 21% stearin, 5-6% PFAD, dan 0,5-1% CPO Parit [1]. Penggunaan PFAD sebagai bahan baku biodiesel dilakukan dengan proses esterifikasi dengan bantuan katalis asam. Selain ditinjau dari harga PFAD, cara lain yang dapat dilakukan adalah dengan menekan harga produksi melalui substitusi katalis yang tepat.

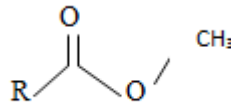
Asam-asam lemak yang terkandung dalam PFAD dapat dikonversi menjadi metil ester asam lemak. Dengan potensi tersedianya PFAD sekitar 0,21 juta ton per tahun, maka bisa dihasilkan metil ester asam lemak (biodiesel) sebesar 0,189 juta ton. Nilai ini setara dengan 3,78 juta ton atau 4.195,8 juta liter biosolar pertahun [2]. Untuk saat ini pemanfaatan PFAD masih relatif kurang. Sehingga PFAD sangat cocok dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan BBM alternatif karena pemakaiannya tidak bersaing dengan kebutuhan manusia dan harganya yang relatif murah.

Pada proses pembuatan biodiesel dari minyak tumbuhan dapat menggunakan beberapa jenis katalis diantaranya, katalis homogen, katalis heterogen dan katalis enzim [3] mengkonversikan PFAD menjadi biodiesel dengan memvariasikan Suhu reaksi dan waktu reaksi dengan perbandingan molar PFAD : metanol (1:4) dan berat katalis H-zeolit. Dari hasil penelitian ini, konversi tertinggi terjadi pada suhu reaksi 70°C dengan waktu reaksi adalah 60 menit [3]. Oleh karena itu pada penelitian ini, maka dilakukan pengembangan untuk mengkonversikan PFAD menjadi biodiesel dengan suhu reaksi 70°C dengan waktu 1 jam menggunakan katalis homogen PTSA (*p-Toluene Sulphonic Acid*).

TINJAUAN PUSTAKA

Biodiesel secara kimia berarti mono-alkyl ester dari asam lemak dan biasanya disebut dengan FAME (Fatty Acid Methyl Ester). Nama biodiesel telah disetujui oleh Department of Energi (DOE), Environmental Protection Agency (EPA) dan American Society of Testing Material (ASTM), biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang dapat diperoleh dari minyak tumbuhan, lemak binatang atau minyak bekas melalui esterifikasi dengan alkohol [4]. Biodiesel

dapat digunakan tanpa modifikasi ulang mesin diesel. Biodiesel juga dapat ditulis dengan B100, yang menunjukkan bahwa biodiesel tersebut murni 100 % monoalkil ester. Karena bahan bakunya berasal dari minyak tumbuhan atau lemak hewan, biodiesel digolongkan sebagai bahan bakar yang dapat diperbarui. Pada dasarnya semua minyak nabati atau lemak hewan dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk substitusi bahan baku alternatif yang dikembangkan secara luas sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Biodiesel berasal minyak sawit, minyak jelantah, minyak jarak, dan minyak kedelai. Namun terjadi perdebatan karena bahan bakar ini terutama minyak kedelai termasuk dalam pangan sehingga hal ini tidak wajar mengingat semakin meningkatnya populasi manusia [5-6].



Gambar 1. Struktur Biodiesel

PFAD merupakan produk samping yang dihasilkan dari proses pemurnian minyak goreng yang banyak mengandung senyawa asam lemak. Proses pengolahan minyak sawit menghasilkan 73% olein, 21% stearin, 5–6% PFAD dan 0,5–1% CPO parit [1]. Pemanfaatan olein adalah untuk produksi minyak goreng dan stearin banyak digunakan untuk industri margarin, sabun maupun deterjen sedangkan PFAD belum banyak pemanfaatannya [2].

Tabel 1. Kandungan Senyawa Kimia PFAD [1]

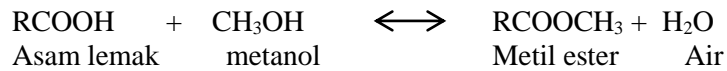
Senyawa	Rumus molekul	Komposisi % berat
Asam palmitat	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	45,6
Asam oleat	C ₁₈ H ₃₈ O ₂	33,3
Asam linoleat	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	7,7
Asam stearat	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	3,8
Asam miristat	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	1,0
Nervonic acid	C ₂₄ H ₄₆ O ₂	0,6
Asam linolenat	C ₁₈ H ₃₀ O ₂	0,3
Eicosanoic acid	C ₂₀ H ₄₀ O ₂	0,3
Gondoic acid	C ₂₀ H ₃₈ O ₂	0,2
Palmitoleic acid	C ₁₆ H ₃₀ O ₂	0,2
TG, DG, MG dan impurities	-	7,0

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 1, asam-asam lemak yang terkandung dalam PFAD dapat dikonversi menjadi FAME (*Fatty Acid Methyl Ester*) melalui reaksi esterifikasi dengan alkohol menggunakan bantuan katalis. Dengan potensi tersedianya PFAD sekitar 0,21 juta ton per tahun, maka bisa dihasilkan FAME (biodiesel) sebesar 0,189 juta ton. Nilai ini setara dengan 3,78 juta ton atau 4.195,8 juta liter biosolar pertahun [2]. Sehingga pemanfaatan PFAD sebagai bahan baku pembuatan BBM alternatif sangatlah cocok karena pemakaiannya tidak bersaing dengan kebutuhan manusia dan harganya yang relatif murah.

Esterifikasi adalah metode yang dikembangkan untuk menghasilkan mono-alkyl ester dari minyak ber kandungan asam lemak bebas tinggi menggunakan katalis asam dan alkohol. Esterifikasi asam lemak lebih cepat dari pada transesterifikasi dari trigliserida karena pada esterifikasi terdapat satu tahap reaksi sedangkan transesterifikasi terdapat tiga tahap reaksi.

Dengan esterifikasi, kandungan asam lemak bebas dapat dihilangkan dan diperoleh tambahan ester. Reaksi ini dilakukan dengan menggunakan katalis padat atau katalis cair. Esterifikasi pada dasarnya adalah reaksi balik dari reaksi hidrolisa.

Reaksi Esterifikasi :



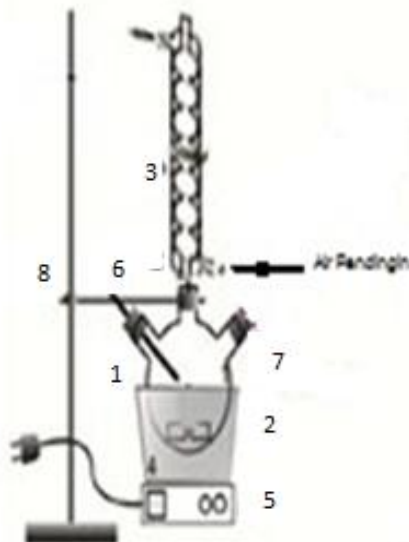
Gambar 2. Reaksi Esterifikasi [6]

METODE

Bahan yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah PFAD (*Palm Fatty Acid Distillate*), Metanol 92 %, H₂SO₄ 98%, katalis asam homogen PTSA (*p-Toluen Sulfonic Acid*), air hangat, NaOH. Suhu operasi yang digunakan sekitar suhu 70⁰C selama 1 jam. Rasio molar PFAD : Metanol (1 : 3; 1 : 4; 1 : 5; 1 : 6 dan 1 : 7). Berat katalis dari berat minyak (0,9; 1,8; 3,6; 4,8 % w/w berbasis PFAD) dan katalis yang digunakan adalah katalis asam PTSA (*p-Toluen Sulfonic Acid*).

Bahan dan Alat yang digunakan

Rangkaian alat yang digunakan dalam penelitian ini tergambar seperti dibawah ini :



Keterangan :

- | | |
|----------------------|--------------------|
| 1. labu leher tiga | 6. Thermometer |
| 2. Magnetik stirer | 7. Karet sumbat |
| 3. Kondensor refluks | 8. Statif dan klem |
| 4. Water bath | |
| 5. Pemanas | |

Gambar 3. Rangkaian Alat Penelitian

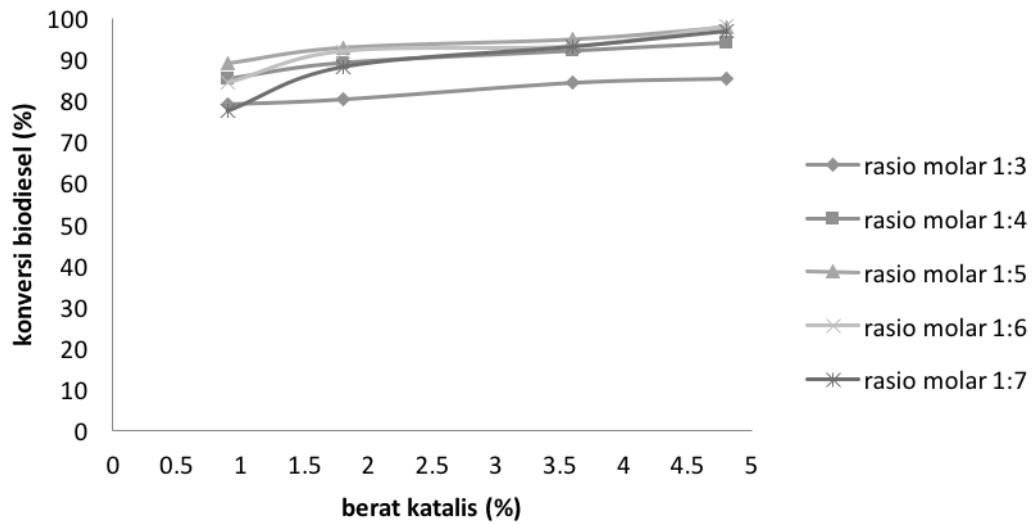
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Kadar FFA

Untuk mengetahui kadar asam lemak bebas pada bahan baku biodiesel maka perlu dilakukan pengujian analisa *free fatty acid* (FFA). Pengujian asam lemak bebas sangat penting dilakukan karena nilai FFA pada biodiesel akan menjadi parameter perhitungan % konversi. Hasil uji FFA pada bahan baku PFAD sebesar 87 %. Setelah diketahui hasil % FFA pada hasil penelitian maka dapat dihitung konversi biodiesel yang dihasilkan. Konversi biodiesel dapat dihitung menggunakan rumus [7]:

$$\text{konversi biodiesel} = \frac{\text{kadar FFA awal} - \text{kadar FFA akhir}}{\text{kadar FFA awal}} \times 100 \%$$

Pengaruh Rasio Molar Terhadap Konversi Biodiesel

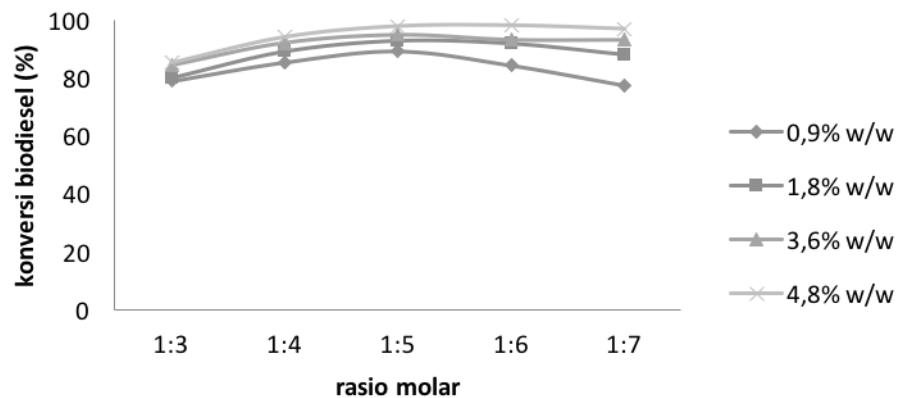


Gambar 4. Grafik Hubungan Rasio Molar Terhadap Konversi Biodiesel

Gambar 4 merupakan grafik hubungan rasio molar terhadap konversi biodiesel dapat dilihat bahwa rasio molar berpengaruh pada konversi biodiesel yang didapatkan. Pada gambar diatas dapat dilihat konversi biodiesel terendah pada rasio molar 1:3 sedangkan konversi biodiesel tertinggi pada rasio molar 1:6 sebesar 97,91% dan konversi biodiesel mengalami penurunan pada rasio 1:7. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi yang berjalan tidak hanya ditentukan oleh kinetika reaksi antar kedua molekul akan tetapi reaksi antara PFAD dan metanol merupakan reaksi heterogen yang juga ditentukan oleh transfer massa komponen yang bereaksi [8]. Jadi dapat diambil kesimpulan bahwa untuk pembuatan biodiesel menggunakan PFAD dengan katalis PTSA rasio molar terbaik adalah 1:6, dikarenakan pada rasio molar tersebut merupakan perbandingan yang sesuai sehingga terjadi pembentukan metil ester yang maksimal.

Pengaruh Berat Katalis Terhadap Konversi Biodiesel

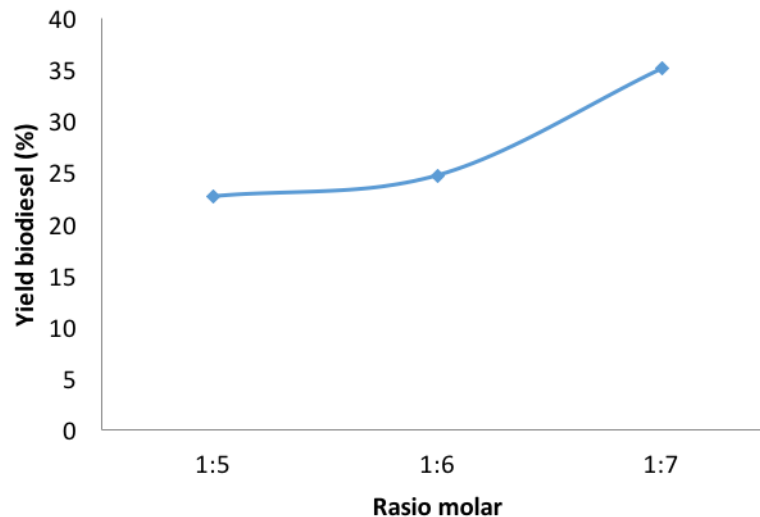
Berdasarkan gambar 5 dapat dilihat grafik pengaruh berat katalis terhadap konversi biodiesel, semakin besar penambahan berat katalis maka konversi biodiesel yang dihasilkan juga ikut naik.



Gambar 5. Grafik Pengaruh Berat Katalis Terhadap Konversi Biodiesel

Hasil terbaik rata – rata didapatkan dengan penambahan berat katalis 4,8% dibandingkan dengan penambahan berat katalis 0,90%; 1,80% dan 3,6%. Sedangkan konversi tertinggi didapatkan pada penambahan 4,8% berat katalis dengan rasio 1 : 6 sebesar 97,91 %. Penambahan berat katalis berpengaruh terhadap konversi biodiesel, semakin besar berat katalis yang ditambahkan pada pembuatan biodiesel maka hasil konversi biodiesel yang didapatkan semakin tinggi, hal ini dikarenakan penambahan jumlah katalis sangat berpengaruh pada hasil biodiesel yang didapatkan untuk menentukan tingkat kemurnian biodiesel. Apabila jumlah katalis ditingkatkan maka jumlah molekul yang bertumbuk akan bertambah dan kecepatan reaksi juga akan meningkat. Akan tetapi konversi biodiesel mengalami penurunan konversi pada penambahan 4,8% berat katalis dengan rasio molar 1:7. Hal ini disebabkan reaksi telah bergeser ke kiri karena pada dasarnya reaksi esterifikasi merupakan reaksi *reversibel* [9]. Maka dari itu kondisi optimum terjadi pada rasio molar 1:6 dengan berat katalis 4,8%.

Pengaruh Rasio Molar Terhadap Yield Biodiesel pada Berat Katalis 4,8 %



Gambar 6. Grafik Pengaruh Rasio Molar Terhadap *Yield* Biodiesel

Pada Gambar 6. Grafik Pengaruh Rasio Molar Terhadap *Yield* Biodiesel dapat dilihat bahwa *yield* tertinggi didapatkan dari rasio 1 : 7 sebesar 35,088 % sedangkan *yield* terendah didapatkan pada rasio 1 : 5 sebesar 22,64 %. Hal ini disebabkan penggunaan metanol dalam jumlah yang berlebih dapat menyebabkan reaksi cenderung ke arah produk sehingga konversi FAME semakin besar dan *yield* yang diperoleh pun akan semakin besar.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut yaitu biodiesel terbaik didapatkan dari bahan baku PFAD diperoleh pada kondisi penambahan berat katalis PTSA 4,8 % w/w berbasis PFAD dan rasio molar PFAD 1:7 metanol dengan *yield* sebesar 35,088%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chongkhong, S., Tongurai, C., Chetpattananondh, P., Bunyakan, C. 2007. "*Biodiesel production by esterification of palm fatty acid distillate*". Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, HatYai. Songkhla Thailand.
- [2] Prihandana, R., Hendroko, R., Nuraimin. 2006. "*Menghasilkan Biodiesel Murah, Mengatasi Polusi dan Kelangkaan BBM*". Agromedia. Jakarta.
- [3] Mawardi. 2012. "*Konversi PFAD (Palm Fatty Acid Distillate) Menjadi Biodiesel Dengan Menggunakan Katalis H-Zeolit*". Universitas Riau. Pekanbaru.
- [4] Özgül-Yücel., Sevil., Selma Türkay. 1993. "*In Situ Esterification of Rice Bran Oil with Methanol and Ethanol*". J. Am. Oil Chem. Soc.
- [5] Soerawidjaja, T. H. 2006. "*Standar Tentatif Biodiesel Indonesia dan Metode-metode Pengujiannya*". Disampaikan dalam Diskusi Forum Biodiesel Indonesia. Bandung.
- [6] Karunia, A. F., Zahrina, I., Yelmida. 2012. "*Esterifikasi PFAD (Palm Fatty Acid Distillate) Menjadi Biodiesel Menggunakan Katalis H-Zeolit Dengan Variabel Suhu Reaksi dan Kecepatan Pengadukan*".
- [7] Freedman, B., Pryde E.H., Mounts T.L. 1984. "*Variables Affecting the Yields of Fatty Esters from Transesterified Vegetable Oils*". J. Am. Oil Chem. Soc.
- [8] Masduki, Sutijan, Budiman, A. 2013. "*Kinetika Reaksi Esterifikasi Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) menjadi Biodiesel dengan Katalis Zeolit-Zirkonia Tersulfatasi*". Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- [9] Jun, L. K. 2013. "*Sintesis biodiesel menggunakan bahan baku PFAD dengan katalis asam padat*". Universitas Tunku Abdul Rahman. Malaysia.

-halaman ini sengaja dikosngkan-