**BIODIESEL DARI MINYAK BIJI KAPUK (CEIBA PENTANDRA) MENGGUNAKAN KATALIS CA/HYDROTALCITE**

BIODIESEL OF OILS OF KAPUK ( CEIBA PENTANDRA ) USING CATALYSTS CA / HYDROTALCITE

Erlinda Ningsih1\*), Yustia Wulandari Mirzayanti2), Achmad Chusnun Ni’am3), Pipit Febrianita4) dan Wanvia Vangesti3)

1,2,4,5)Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, ITATS

3)Jurusan Teknik Lingkungan,FTSP, ITATS

Jl. Arief Rahman Hakim no.100 Surabaya 60117

[erlindaningsih84@itats.ac.id](mailto:erlindaningsih84@itats.ac.id)

**ABSTRAK**

Ketersediaan bahan bakar berbahan baku fosil mengalami penurunan, sehingga diperlukan bahan bakar alternatif yang dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif dari biji-bijian yang memiliki peluang yang besar untuk dikembangkan. Salah satu biji yang dapat dimanfaatkan adalah biji kapuk randu. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh ratio molar minyak metanol dan penambahan katalis terhadap *yield*. Pembuatan biodiesel ini melalui empat tahapan yaitu preparasi katalis Ca/hydrotalcite, degumming. Esterifikasi dan transesterifikasi. Minyak kapuk randu yang sudah dihilangkan gum dan diturunkan kadar FFA di bawah 1%, kemudian minyak tersebut diproses transesterifikasi dengan penambahan katalis yang sudah dipreparasi (0,5%, 1% dan 1,5 % w/w dari massa minyak). Berdasarkan penelitian didapatkan pada rasio molar 1 minyak : 20 metanol menghasilkan kadar FAME tertinggi sebesar 5,55% dan *yield* biodiesel yang dihasilkan adalah 3,92%.

**Kata kunci** : Biodiesel, Kapuk, Ca, Hydrotalcite, katalis

***ABSTRACT***

*The availability of fuel caused by fossil decline, so that required alternative fuel that can fulfill a need consumers.Biodiesel is alternative fuel of seeds having a big to be developed.One of seeds that can be used is seeds kapok.The purpose of this research is to know the influence of ratio molar oil methanol and the addition of a catalyst to yield.Making biodiesel this through four stage that is preparasi a catalyst ca / hydrotalcite, degumming.Esterifikasi and transesterifikasi.Oil the kapok already omitted gum and lowered levels ffa below 1 %, then the oil processed transesterifikasi by the addition of a catalyst already dipreparasi ( 0.5 %, 1 percent and 1.5 % w / w of a mass oil ).Based on the research obtained on ratios molar 1 oil: 20 methanol produce fame highest levels of 5,55 % and yield biodiesel produced is 3,92 %.*

***Keywords*** *: Biodiesel , kapok , ca , hydrotalcite , catalyst*

# **PENDAHULUAN**

Pertumbuhan penduduk di Indonesia setiap tahun semakin meningkat. Peningkatan ini berpengaruh pada jumlah kebutuhan konsumen akan energi. Sedangkan cadangan energi yang berasal dari fosil mulai menipis. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya untuk mengatasi hal tersebut misalnya dengan melakukan penghematan dan mencari sumber energi yang dapat diperbaharui serta ramah lingkungan.

Biodiesel merupakan salah satu energi alternatif, karena bahan bakunya berasal dari minyak nabati atau lemak hewani yang memiliki sifat menyerupai minyak diesel atau solar. Biodiesel digolongkan sebagai bahan bakar yang dapat diperbarui [1]. Keunggulan biodiesel dibandingkan bahan bakar konvensional antara lain sifatnya yang dapat diperbaharui *(Renewable)*, tidak beracun dan terurai secara alami *(Biodegradable)* [2]. Dalam sektor lingkungan, biodiesel memiliki kelebihan karena dapat mengurangi emisi SOx, NOx, dan CO2 yang merupakan gas-gas penyumbang pemanasan global.

Kapuk randu (*Ceiba Pentandra*) merupakan salah satu tanaman yang berpotensi menghasilkan minyak. Minyak biji kapuk berwarna kuning jernih yang mengandung asam lemak tidak 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.

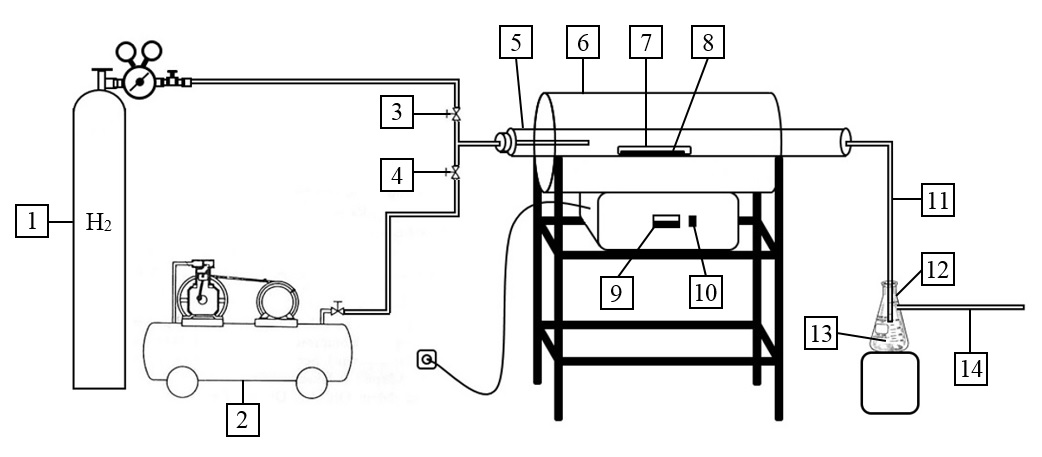
Pada umumnya, biodiesel diproduksi melalui reaksi transesterifikasi. Namun kandungan asam lemak bebas (FFA) dari minyak biji kapuk yang tinggi, maka diperlukan proses esterifikasi terlebih dahulu sebelum dilakukan proses transesterifikasi. Pada proses transesterifikasi menggunakan katalis pada reaksinya. Pada umumnya katalis mempengaruhi arah atau selektivitas reaksi. Katalis mampu meningkatkan kecepatan reaksi sampai kurang lebih 1011 kali lipat .Tanpa adanya katalis, konversi yang dihasilkan maksimum namun reaksi berjalan dengan lambat [3]. Katalis yang biasa digunakan yaitu katalis basa karena katalis ini dapat mempercepat reaksi.

Pada penelitian ini digunakan katalis heterogen. Secara umum, katalis heterogen berbentuk padat dan banyak digunakan pada reaktan berwujud cair maupun gas. Katalis lebih mudah dipisahkan dari produk reaksi dengan cara filtrasi dan tidak memerlukan air untuk proses pencucian serta dapat digunakan kembali [4][5]. Katalis heterogen ini tidak korosif, memiliki umur katalis yang lebih lama, selektifitas dan aktifitas tinggi [6]. Kalsium karbonat merupakan katalis heterogen yang paling diminati, karena memiliki kelarutan yang rendah di dalam minyak/lemak dan dapat diperoleh dengan harga murah serta memiliki struktur yang lebih besar sehingga mudah dalam proses pemisahannya.

Kalsium karbonat terjadi dalam dua bentuk, kristal heksagonal dan bentuk orthorombik. Kalsium karbonat terdekomposisi pada pemanasan hingga 825°C, aragonit meleleh pada suhu 1339°C (102,5 atm). Densitas 2,71 gr/cm³ untuk kalsit, dan 2,83 gr/cm³ untuk aragonit, kelarutan dalam air (15 mg/lt pada 25°C), larut dalam asam, dan Ksp 4,8x10-9 [7].

*Hydrotalcite* [Mg6Al2(OH)16]2+ CO32-.4H2O telah banyak dikembangkan karena memiliki potensi yang baik sebagai adsorben [8] dan sebagai katalis [9]. *Hydrotalcite* sebagai katalis mempunyai beberapa keuntungan proses penangananya mudah, mudah dipisahkan dengan produk, ramah lingkungan dan menghasilkan produk yang bagus.

# **METODE PENELITIAN**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu seperangkat alat kalsinasi dan seperangkat alat transesterifikasi pada reaktor *batch*. Bahan-bahan yang digunakan adalah minyak biji kapuk didapat dari Pasuruan Jawa Timur, Metanol 92%, H3PO4, H2SO4, *Hydrotalcite* dan CaCO3.

**Prosedur Kerja**

1. **Preparasi Katalis Ca/Hydrotalcite**

Bahan yang digunakan yaitu CaCO3 dan *Hydrotalcite* yang telah dikeringkan selama 12 jam dengan suhu 110ºC. Pada awal proses *hydrotalcite* dikalisinasi terlebih dahulu selama 5 jam pada suhu 650ºC. Pada penelitian ini dilakukan metode *Incipient Wetness Impregnation* (impregnasi basah) *Hydrotalcite* dengan cara *dispray* secara bertahap dengan larutan CaCO3. % Loading logam Ca yang digunakan adalah 2,5% terhadap Hydrotalcite. Dilanjutkan pengadukan selama 30 menit dan pengeringan dalam oven pada suhu 110ºC selama 12 jam. Selanjutnya dilakukan proses kalsinasi dengan suhu operasi 550ºC selama 2 jam dan suhu reduksi dengan H2 pada 450ºC selama 3 jam.

1. ***Degumming***

*Degumming* merupakan proses pemisahan pengotor minyak seperti getah (gum) atau lendir-lendir yang terdiri dari fosfatida, protein, residu, karbohidrat, air, dan resin. Proses *degumming* dilakukan dengan memanaskan minyak dengan suhu 70°C dan di tambahkan larutan H3PO4sebesar 0,1% dari volume minyak. Proses ini dilakukan dengan suhu konstan 70°C selama 30 menit [10].

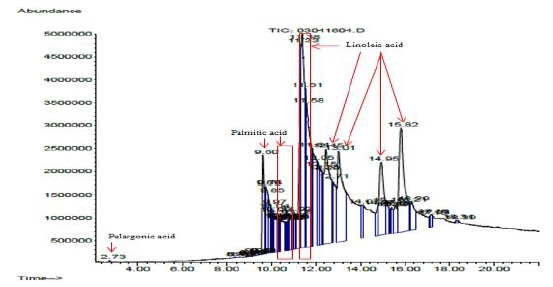
1. **Esterifikasi**

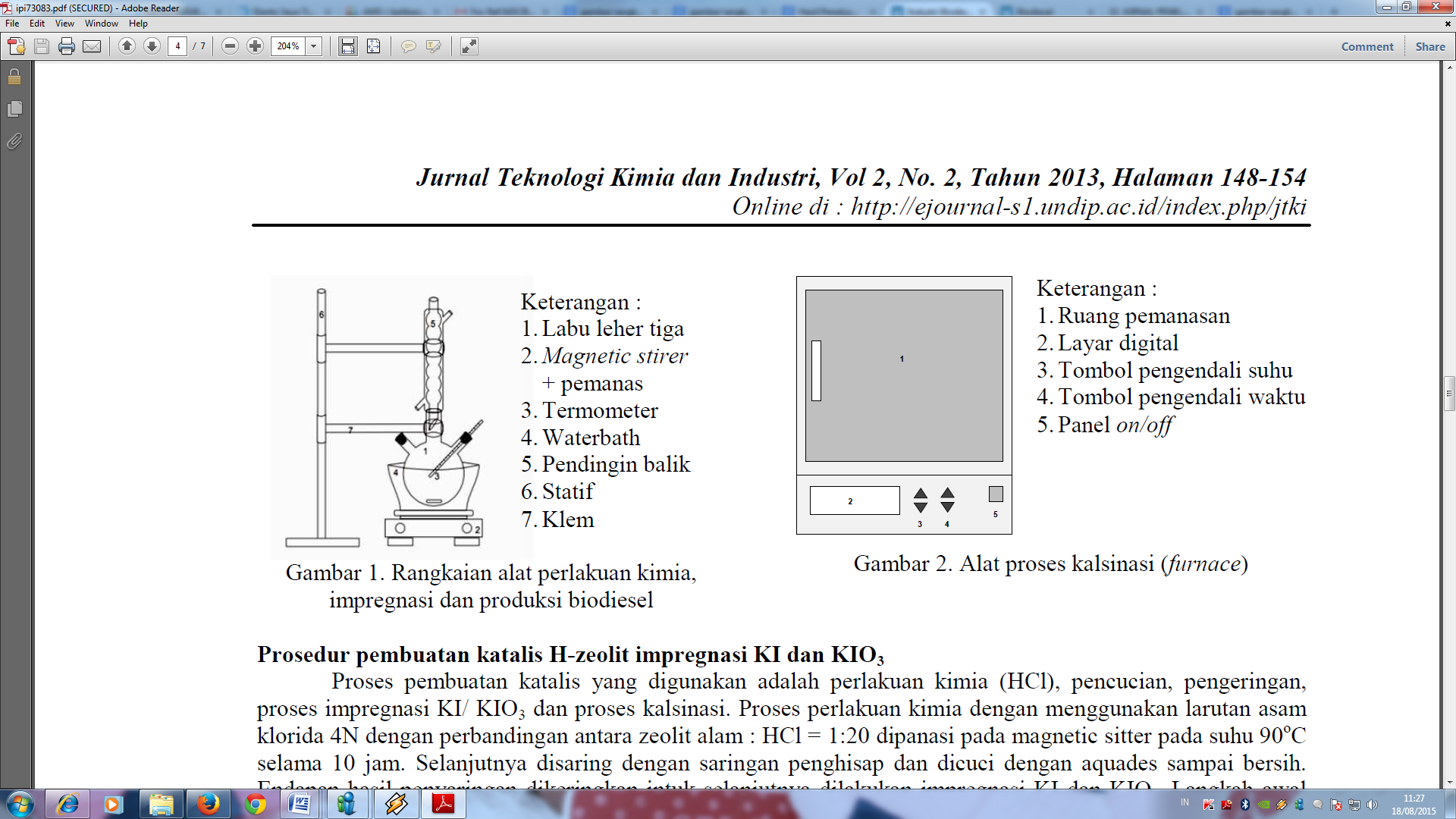
Esterifikasi bertujuan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) pada minyak. Esterifikasi dilakukan dengan cara mereaksikan minyak biji kapuk dan metanol dengan perbandingan rasio molar minyak dan metanol sebesar 1:6. Suhu operasi esterifikasi 60ºC selama 1,5 jam dengan menambahkan katalis asam. Katalis asam yang digunakan pada penelitian ini adalah H2SO4 sebanyak 1% dari massa minyak**.**

**Gambar 1**. Rangkaian Peralatan Kalsinasi

Keterangan gambar :

1. Tabung gas H2
2. Kompresor
3. *Valve tube* gas H2
4. *Tube valve* udara
5. Reaktor kalsinasi
6. *Furnace*
7. *Nucelle*
8. Katalis
9. Panel kontrol suhu *furnace*
10. Tombol *power*
11. *Gas outlet tube* reaktor kalsinasi
12. Erlenmeyer
13. Air
14. *Gas outlet* tube Erlenmeyer
15. **Transesterifikasi**

****Transesterifikasi dilakukan dengan mereaksikan minyak dan methanol dengan molar ratio 1:10, 1:15 dan 1:20. Variabel jumlah katalis Ca/*Hydrotalcite* yang ditambahkan sebesar 0,5%, 1% dan 1,5 % w/w dari massa minyak. Proses transesterifikasi dilakukan pada kondisi operasi 65°C selama 120 menit.

**Gambar 2**. Rangkaian Peralatan Transesterifikasi **

Keterangan gambar :

1. Labu leher tiga
2. *Magnetic Stirrer* + pemanas
3. Termometer
4. *Waterbath*
5. Kondenser refluk
6. Statif Klem

# **HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Komposisi Minyak biji Kapuk**

Untuk mengetahui komposisi asam lemak yang terkandung pada minyak biji kapuk dilakukan analisa GC-MS.

Gambar 3 menunjukkan bahwa *peak* paling tinggi yaitu pada *retention time* 11,38 menit dan *peak* tertinggi kedua pada *retention time* 11,33 menit dimiliki oleh senyawa *Linoleic acid*. Hasil pembacaan menggunakan GCMS dapat dilihat pada Tabel 1.

Bedasarkan **Tabel 1** dapat dijelaskan bahwa komposisi kandungan yang paling banyak pada minyak biji kapuk adalah asam linoleat dengan persentase 78,85%. Kandungan komposisi terbanyak kedua yaitu asam palmitat sebesar 21,12%. Dan kandungan asam pelargonic sebesar 0,03%.

**Gambar 3.** Hasil Analisa GC-MS pada Minyak Biji Kapuk

**Tabel 1.** Komposisi Asam Lemak pada Minyak Biji Kapuk

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Komposisi  Asam | Rumus  Molekul | BM | Komposisi  (% berat) |
| Asam Linoleat (C18:2) | C18H32O2 | 280 | 78,85 |
| Asam Palmitat (C16) | C16H32O2 | 256 | 21,12 |
| AsamPelargonic | C9H18O2 | 158 | 0,03 |
| Total | | | 100 |

**Yield Biodiesel**

Dari Tabel 2 hasil uji kadar FAME dan *yield* biodiesel dengan variasi massa katalis Ca/*Hydrotalcite* dan perbedaan rasio molar minyak : metanol dengan suhu transesterifikasi 60°C dapat diketahui kadar FAME tertinggi dengan massa katalis 1% dan rasio molar 1:20 yaitu 5,55%. Sedangkan dengan massa katalis yang sama yaitu 1% dan rasio molar yang sama 1:15 didapatkan kadar FAME terkecil yaitu 1,75%.

Gambar 4 menunjukkan bahwa grafik pengaruh massa katalis dan rasio molar minyak : methanol terhadap *yield* biodiesel, berdasarkan grafik tersebut penggunaan massa katalis 1,5% dan rasio molar 1:10 diperoleh *yield* sebesar 3,53%. Pada penggunaan massa katalis 0,5% dan rasio molar 1:20 diperoleh *yield* sebesar 2,92%. Pada penggunaan massa katalis 1% dan rasio molar 1:20 diperoleh *yield* tertinggi sebesar 3,92%.

**Tabel 1.** Hasil Uji kadar FAME

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Rasio Molar | Kadar FAME (%) | | |
|  | Minyak : Metanol | Massa Katalis | | |
|  |  | 0,5 | 1 | 1,5 |
| 1 | 1 : 10 | - | - | 5,43 |
| 2 | 1 : 15 | - | 1,75 | - |
| 3 | 1 : 20 | 3,66 | 5,55 | - |

**Gambar 4.** Grafik Pengaruh Massa Katalis dan Rasio Molar Minyak : Metanol terhadap *Yield* Biodiesel

Sedangkan dengan penambahan katalis 1% dengan rasio molar 1:15 diperoleh *yield* terkecil yaitu 1,09%. Kenaikan % *yield* biodiesel pada produk mengindikasikan bahwa katalis Ca/*Hydrotalcite* berperan dalam reaksi dan memberikan kenaikan % *yield* biodiesel tertinggi dengan penambahan katalis 1%. Dari uji XRD kristalinitas katalis Ca/*Hydrotalcite* menunjukkan peak yang rendah dan lebar sehingga katalis Ca/*Hydrotalcite* lebih bersifat amorf (kadarnya rendah). Dan uji BET luas permukaan katalis Ca/*Hydrotalcite* yang diperoleh <100 m2/g sehingga luas kontak reaktan dengan katalis belum memberikan hasil yang maksimal. Pada penelitian ini suhu kalsinasi masih tergolong rendah yaitu 550°C dimana CaCO3 yang terdapat didalam sampel belum berubah menjadi CaO. Adanya CaCO3 dalam CaO dapat menyebabkan aktivitas katalis menurun.

Aktivitas katalis berpengaruh terhadap *yield* yang dihasilkan pada reaksi transesterifikasi. Pada suhu kalsinasi 550°C *yield* tertinggi yang dihasilkan hanya 3,92%. Hasil tersebut sesuai dengan laporan [11], bahwa kalsium oksida yang dikalsinasi pada suhu dibawah 550°C, jika digunakan sebagai katalis pada reaksi transesterifikasi akan menghasilkan *yield* rendah. Masih adanya asam lemak bebas sisa yang tidak bereaksi cenderung menghambat pembentukan produk (metil ester) sehingga hasil kadar FAME yang didapat kecil. Pengaruh penggunaan metanol dalam jumlah yang berlebih dapat menyebabkan reaksi cenderung ke arah produk sehingga konversi FAME semakin besar dan *yield* yang diperoleh pun semakin besar.

1. **KESIMPULAN**
2. Pengaruh massa katalis Ca/*Hydrotalcite* terhadap *yield* biodiesel yang dihasilkan yaitu semakin banyak penambahan jumlah katalis dapat meningkatkan kadar *yield* biodiesel yang dihasilkan. Biodiesel terbaik didapatkan pada kondisi penambahan massa katalis Ca/*Hydrotalcite* 1% w/w berbasis minyak biji kapuk dan rasio molar minyak 1:20 metanol.
3. Pengaruh perbandingan rasio molar minyak dengan metanol terhadap *yield* biodiesel yang dihasilkan yaitu penggunaan metanol dalam jumlah yang berlebih dapat menyebabkan reaksi cenderung ke arah produk sehingga konversi FAME semakin besar dan *yield* yang diperoleh pun semakin besar. Pada rasio molar 1 minyak : 20 metanol menghasilkan kadar FAME tertinggi sebesar 5,55% dan *yield* biodiesel yang dihasilkan adalah 3,92%.
4. Pengaruh massa katalis dan perbandingan rasio molar minyak dengan metanol terhadap konversi FFAyang dihasilkan yaitu semakin banyak penambahan jumlah katalis dan penambahan metanol akan meningkatkan kecepatan reaksi sehingga konversi FFA yang dihasilkan semakin meningkat. Konversi FFA terbaik didapatkan pada kondisi penambahan massa katalis Ca/Hydrotalcite 1% w/w berbasis minyak biji kapuk dan rasio molar 1 minyak : 20 metanol yaitu 91,88%.

# **PENGHARGAAN (opsional)**

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Ristek Dikti DRPM 2018

1. **DAFTAR PUSTAKA**

[1] Knothe G, Gerpen J.V., Krahl J. 2005. *The Biodiesel handbook*. AOCS Press.

[2] Pratama, L*.,* Yoeswono.,Triyono., dan Tahir, I. 2009. *Effect of temperature and speed of stirrer to biodiesel conversion from coconut oil with the use of palm empty fruit bunches as a heterogeneous catalyst.* Indonesian Journal of Chemistry, 9 (1): 54-61.

[3] Hasahatan, Dennis., Sunaryo, Joko., Komariah L.N. 2012. *Pengaruh Ratio H2SO4 dan Waktu Reaksi Terhadap Kuantitas dan Kualitas Biodiesel dari Minyak Jarak Pagar.* Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

[4] Bala, D.D., Souza, K.D., Misra, M., Chidambaram, D., *Conversion of a variety of high free fatty acid containing feedstock to biodiesel using solid acid supported catalyst*, Journal of Cleaner Production 104 (2015) 273- 281.

[5] Janaun, J., Ellis, N., *Perspectives on biodiesel as a sustainable fuel*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2010;14:1312–20.

[6] Liu., X., He. H, Wang, Y. Zhu, S. Piao, X.2008. *Transesterifikasi of soybean oilto biodiesel using CaO as a solid base catalyst*. Elvisier fuel. (87) : hal.216-221

[7] Patnaik, Pradyot. 2002. *Handbook Of Inorganic chemicals.* Mc Grow Hill Co. New York.

[8] Wright, J., 2002, *Removal of Organic Colours from Raw Water Using Hydrotalcite,* University of Queensland, Brisbane.

[9] Kishore, D., Kannan, S. 2004. *Environmentally Begin Route for Isomerization of Safrole-Hydrotalcite as Solid Base Catalyst.* Journal of Molecular Catalyst A : Chemical, 223,225-230.

[10] Suryandari, A.S., Prasasti, S.N., Roesyadi, A., (2013), *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk (Ceiba Petandra) Melalui Proses Transesterifikasi dengan Katalis MgO/CaO.* Jurnal Teknik Pomits vol.2. ITS

[11] Fujita S. Ichiro., Bhanage B. M., Kanamaru H., Arai M. (2005) Synthesis of 1,3-dialkylurea from ethylene carbonate and amine using calcium oxide. *Journal Transactions of the ASAE,* 1203-1210