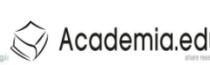




UJI BIOFUEL HASIL PERENKAHAN METIL ESTER DARI LIMBAH CAIR PABRIK MINYAK KELAPA SAWIT DENGAN KATALIS MoNi/HZ

Dian Kartika Sari¹, Agus Sundaryono², Dewi Handayani³
^{1,2,3}Pendidikan Kimia, Jurusan PMIPA, FKIP, Universitas Bengkulu
 e-mail : diandks4@gmail.com



Abstract

[CONVERSION OF LIQUID WASTE OIL PALM OIL FACTORY BECOME BIOFUEL WITH MONi / HZ CATALYST] This study aims to produce biofuel from liquid waste oil PMKS with worditik cracking using catalyst MoNi / HZ. This study involves the preparation of a catalyst performed by means of a separate impregnation, this impregnation lasting for 12 hours. The next stage of sample preparation includes heating, filtering, degumming, bleaching and ALB determination, followed by the production of methyl esters through esterification and transesterification processes. Then the obtained methyl ester was cracked using a catalyst for 2 hours at 380 °C and followed by distillation of the product for 2 hours at 380 °C, followed by distillation step at 380 °C to obtain methyl ester. The physical characteristics of biofuel resulting from the catalytic cracking reaction of the methyl ester using the MoNi / HZ catalyst of the PMKS wastewater include the acid number 1.92 mg KOH / g, density 0.803 g/cm³, kinematic viscosity 1,113 cSt, a pour poin of 0°C and fog poin at 1,43 °C. Biofuel resulting from catalytic cracking using this MoNi / HZ catalyst of very high biofuel acid numbers can be used in areas that have a cold climate. the biofuel viscosity of the experimental results has not matched the viscosity of gasoline or kerosene, so it can not be used as fuel equivalent to gasoline and kerosene with the composition of 100% biofuel density from biofuel is still slightly above gasoline and kerosene

Keyword : Biofuel, MoNi/HZ catalysts, PMKS liquid waste

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan biofuel dari minyak limbah cair PMKS dengan perengkahan katalitik menggunakan katalis MoNi/HZ. Katalis yang digunakan disiapkan dengan cara mencampurkan zeolit alam (HZ) dengan NiCl₂.9H₂O melalui proses refluks pada suhu 90 °C selama 12 jam, disaring dan dikeringkan pada suhu 110°C selama 3 jam dan selanjutnya diaktivasi dengan kalsinasi pada 500 °C menghasilkan katalis Ni-HZ. Proses impregnasi kedua, katalis Ni-HZ dicampurkan dengan (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O, lalu direfluks pada suhu 90 °C selama 12 jam, disaring dan dikeringkan pada suhu 110 °C selama 3 jam dan selanjutnya diaktivasi dengan kalsinasi pada 500 °C menghasilkan katalis MoNi-HZ. Sampel limbah dipreparasi melalui tahapan pemanasan, penyaringan, degumming, bleaching dan penentuan ALB, dilanjutkan dengan pembuatan metil ester melalui proses esterifikasi dan transesterifikasi. Metil ester yang didapat direngkah menggunakan katalis MoNi-HZ selama 2 jam pada suhu 380 °C dan dilanjutkan dengan destilasi hasil selama 2 jam pada suhu 380 °C, untuk memperoleh metil ester. Karakteristik biofuel hasil perengkahan memiliki angka asam 1,92 mg KOH/g, densitas 0,803 g/cm³, viskositas kinematik 1,113 cSt, titik tuang 0 °C dan titik kabut 1,43 °C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik biofuel hasil dari perengkahan ini masih belum bisa digunakan secara langsung sebagai bahan bakar yang setara dengan bensin dan kerosin pada komposisi 100% biofuel.

Kata Kunci : Biofuel, katalis MoNi/HZ, Metil Ester, limbah cair PMKS

PENDAHULUAN

Untuk pemenuhan kebutuhan bahan bakar minyak (BBM). Indonesia memerlukan pengembangan berbagai sumber energi alternatif untuk dapat menghindari terjadinya krisis energi dimasa yang akan datang [1]. Minyak bumi termasuk sumber energi yang tidak dapat diperbaharui oleh sebab itu pengembangan bahan bakar alternatif pengganti seperti minyak nabati sangat diperlukan.[2], antara lain minyak kelapa sawit atau *Crude Palm Oil* (CPO) [3].

Indonesia sebagai produsen kelapa sawit terbesar di dunia, ketersediaan minyak kelapa sawit cukup banyak untuk meningkatkan produksi bio-diesel setiap tahunnya [4]. Akan tetapi, peningkatan jumlah produksi minyak kelapa sawit sekaligus juga akan meningkatkan jumlah limbah cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit (PMKS) yang dihasilkan, dan masih mengandung sekitar 0,5-1% minyak nabati berupa *oil losses* yang terikat yang memungkinkan untuk dapat digunakan lagi [5], dan berpotensi sebagai bahan baku untuk bahan bakar alternatif.[6].

Metil ester merupakan salah satu bahan bakar alternatif BBM yang dapat dibuat dari minyak nabati [7], karena sifat fisika dan kimianya yang sama dengan BBM dari minyak bumi [8]. Hal ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan Indonesia pada BBM berbasis minyak bumi, yang bersifat dapat diperbaharui. Harga bahan bakar bio seperti metil ester lebih mahal dibandingkan dengan BBM berbahan baku petroleum, karena disebabkan oleh mahalnya harga bahan baku, dimana 60-70% harga metil ester dipengaruhi harga dari *edible oils* [9]. Upaya mengurangi biaya produksi metil ester ini antara lain adalah dengan melalui proses esterifikasi dan transesterifikasi dengan metode sonokimia, dengan keuntungan proses reaksi lebih cepat, tanpa pemanasan, bahan baku yang digunakan lebih sedikit dan menggunakan energi yang lebih kecil [10]. Pada dasarnya metil ester memiliki rantai hidrokarbon yang panjang yang dapat diubah menjadi rantai hidrokarbon yang lebih pendek, yang dapat dilakukan dengan cara perengkahan katalisis [11] yang akan memberikan hasil besar yang disebabkan oleh suhu dan tekanan yang tinggi [12]. Salah satu katalis yang memiliki potensi untuk digunakan pada penelitian ini, yaitu zeolit, baik sebagai katalis, absorben atau senyawa pengembanan, yang akan semakin baik jika dilakukan modifikasi dengan cara kalsinasi atau pengembanan logam [13]. Pada penelitian ini, logam yang diemban, yaitu logam Ni dan Mo. Pemilihan ini didasari oleh karakteristik logam Ni berupa masih terdapatnya orbital d yang belum terisi penuh, ini yang membuat logam Nikel memiliki peluang untuk membentuk ikatan dengan unsur lain. Sedangkan logam Mo memiliki fungsi sebagai komponen aktif untuk mempercepat dan mengarahkan reaksi perengkahan yang berhubungan dengan aktivitas dan selektivitas reaksi [14].

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan biofuel dari minyak limbah cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit (PMKS) dengan perengkahan katalitik dengan menggunakan katalis MoNi/HZ.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini preparasi zeolit alam untuk bahan katalis meliputi tahapan, perendaman, pencucian dan penyaringan, pengeringan dan pengaktifan. Zeolit alam yang akan digunakan terlebih dahulu di rendam, lalu disaring dan dicuci dengan *aquadest*. Lalu dikeringkan pada suhu 110

°C selama 3 jam. Serbuk zeolit alam (ZA) selanjutnya diaktifkan dalam larutan pengaktif HCl 2 M dengan perbandingan 1 : 2 selama 10 menit, bertujuan untuk proses dealuminasi ZA. Selanjutnya ZA disaring dan dicuci dengan menggunakan aquades sampai pH netral, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C selama 3 jam. Setelah didapatnya zeolit alam aktif (HZ) dilakukan impregnasi dengan cara mencampurkan 2 g garam $\text{NiCl}_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 0,1 M yang dilarutkan ke dalam aquades 500 mL pada labu leher tiga lalu ditambahkan HZ sebanyak 24,75 g. Selanjutnya larutan direfluks dan diaduk dengan *magnetic stirrer* pada suhu 90 °C selama 12 jam. Hasil yang diperoleh disaring dan dikeringkan pada suhu 110 °C selama 3 jam. Sampel HZ yang telah terimpregnasi logam Nikel kemudian diaktivasi dengan cara kalsinasi menggunakan *muffle furnace* pada suhu 500 °C, untuk menghasilkan katalis Ni/HZ. Selanjutnya dilakukan proses impregnasi logam Molibdenum pada katalis Ni/HZ dengan cara mencampurkan garam $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 1,5 g yang dilarutkan dalam aquades sebanyak 500 mL terhadap katalis Ni/HZ sebanyak 24,75 g, lalu direfluks kembali sambil diaduk dengan *magnetic stirrer* pada suhu 90 °C selama 12 jam. Hasil yang diperoleh disaring dan dikeringkan pada suhu 110 °C selama 3 jam. Sampel Ni/HZ yang telah terimpregnasi logam Molibdenum kemudian diaktivasi dengan cara kalsinasi menggunakan *muffle furnace* pada suhu 500 °C, untuk menghasilkan katalis MoNi/HZ. Katalis MoNi/HZ yang diperoleh ini selanjutnya dikarakterisasi dengan spektrofotometri IR untuk melihat tingkat terbentuknya katalis MoNi/HZ tersebut.

Pengolahan limbah cair PMKS dilakukan dengan persiapan sampel berupa pemanasan limbah PMKS pada suhu 105 °C selama 1 jam serta dimasukkan dalam desikator selama 15 menit sampai mencapai suhu kamar, untuk mengurangi kadar air yang terkandung. Penghilangan dari gum dalam limbah minyak dilakukan dengan menambahkan larutan H_3PO_4 0.6% kedalam limbah minyak. Sampel yang telah di preparasi selanjutnya diuji kandungan asam lemak bebasnya dengan cara menambahkan 5mL alkohol serta ditetesi dengan 2 tetes indikator PP dan dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N yang telah distandarisasi sebelumnya dengan larutan asam oksalat. Jika diperoleh kadar asam lemak bebas pada limbah berada pada kadar < 2 %, maka limbah minyak

bisa langsung diproses dengan metode esterifikasi menggunakan katalis basa (NaOH), akan tetapi jika kadar asam lemak bebas dari limbah berada pada kadar $> 2\%$ maka perlu dilakukan tahap esterifikasi dengan menggunakan katalis asam (H_2SO_4).

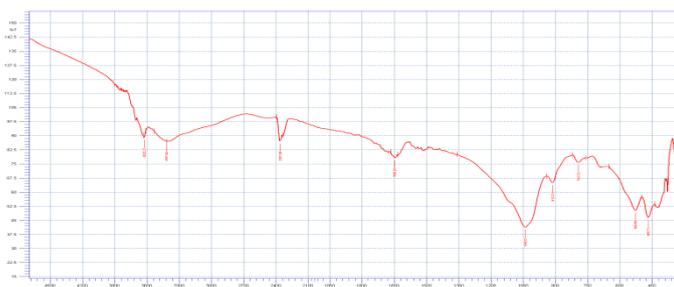
Proses konversi PMKS menjadi biofuel dilakukan terlebih dahulu dengan mengkonversi limbah cair menjadi metil ester melalui tahap esterifikasi dengan suhu $60\text{ }^\circ\text{C}$ selama 1 jam. Pada tahap ini setelah didinginkan akan terbentuk 2 lapisan, yaitu lapisan atas adalah metil ester dan lapisan bawah berupa air dan gliserol. Metil ester yang dihasilkan tersebut selanjutnya di rengkah agar didapatkan biofuel menggunakan katalis MoNi/HZ yang telah dibuat sebelumnya dengan perbandingan berat ester dan katalis MoNi/HZ sebesar 20:1, serta dilakukan selama 2 jam pada suhu $380\text{ }^\circ\text{C}$, yang dilanjutkan dengan tahap destilasi hasil perengkahan pada suhu $380\text{ }^\circ\text{C}$ untuk memperoleh biofuel.

Biofuel hasil dari proses perengkahan dengan menggunakan katalis MoNi/HZ diuji yang meliputi karakterisasi fisik biofuel berupa angka asam, densitas, koefisien viskositas, titik tuang dan titik kabut.

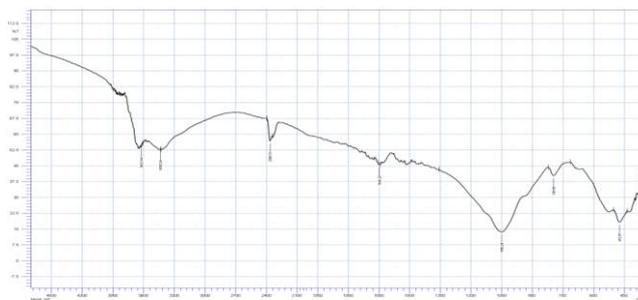
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret-Juni 2017, yang bertempat di laboratorium *Basic Science* Kimia FMIPA Universitas Bengkulu. Analisis kualitatif Spektrofotometri IR dilakukan di laboratorium sentral Universitas Padjajaran dan sampel PMKS diambil dari pabrik CPO PT Bio Nusantara Bengkulu.

Hasil dari karakterisasi menggunakan spektrofotometri IR terhadap katalis HZ dan MoNi/HZ yang dibuat ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Spektra IR dari Zeolit (HZ)



Gambar 2. Spektra IR dari MoNi/HZ

Pada Gambar 1 dan 2 spektra menunjukkan terjadinya perbedaan antara zeolit alam yang telah diaktivasi (HZ) dengan zeolit yang telah diamban dengan logam Mo dan Ni (MoNi/HZ). Hal ini terlihat dari terjadinya pergeseran panjang gelombang serapan pada spektra HZ dan MoNi/HZ. Untuk zeolit alam (Gambar 1) ditunjukkan bahwa ada 5 puncak serapan, yaitu pada bilangan gelombang $468,71, 528,50, 793,72, 913,31$ dan $1040,61\text{ cm}^{-1}$ dengan tingkat intensitas yang berbeda-beda. Untuk zeolit yang telah diamban dengan logam MO dan Ni (Gambar 2) terdapat puncak 3 serapan, yaitu pada bilangan gelombang $472,57, 795,65$ dan $1050,26\text{ cm}^{-1}$, yang membuktikan bahwa telah terjadi perubahan struktur zeolit sebelum dan sesudah diamban dengan logam. Pada Gambar 2, terlihat bahwa terjadi pelebaran intensitas dari serapan yang membuktikan terdapatnya logam Ni dan Mo yang teramban pada zeolit tersebut.

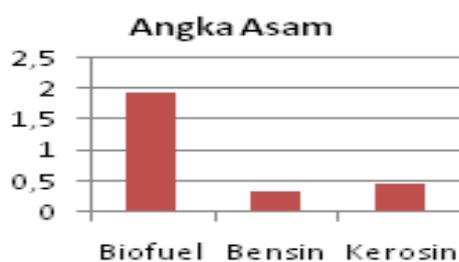
Rendemen dari proses transesterifikasi metil ester yang diperoleh yaitu sebesar $50,67\%$, dan metil ester yang dihasilkan masih memiliki rantai karbon cukup panjang yang diubah menjadi rantai karbon yang lebih pendek dengan perengkahan katalitik dengan katalis MoNi/HZ.

Hasil dari konversi limbah PMKS menjadi biofuel ini menghasilkan rendemen metil ester sebesar $49,34\%$. Hasil uji karakteristik fisik pada biofuel hasil perengkahan metil ester dengan katalis MoNi/HZ. akan dibandingkan dengan bahan bakar berupa bensin dan kerosin yang dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Dari Tabel 1 terlihat ada perbedaan antara biofuel yang didapat dari percobaan dengan pembandingan bensin dan kerosin. Hasil uji angka asam didapat perbandingan seperti pada Gambar 3.

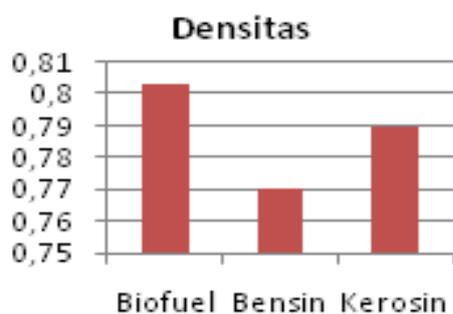
Tabel 1 Karakteristik Fisik Biofuel dengan pembandingan kerosin dan bensin

Parameter	Satuan	Biofuel	Bensin	Kerosin
Angka Asam	mg KOH / g	1,92	0,33	0,47
Densitas	g/cm ³	0,803	0,7720	0,7925
Viskositas	cSt	1,113	0,45	1,05
Titik tuang	°C	0	0	0
Titik Kabut	°C	1,43	1	1



Gambar 3. Angka Asam Biofuel, Bensin dan Kerosin

Dari diagram tersebut dapat dilihat bahwa angka asam biofuel hasil perengkahan masih sangat tinggi. Untuk perbandingan densitas biofuel dengan pembandingan bensin dan kerosin dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.

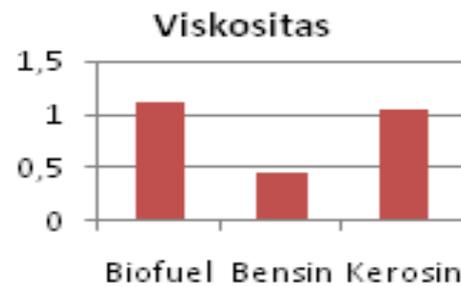


Gambar 4. Densitas Biofuel, Bensin dan Kerosin

Pada Gambar 4 diatas dapat dilihat bahwa densitas biofuel hasil perengkahan masih berada sedikit diatas bensin dan kerosin. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi pemutusan rantai karbon yang panjang pada metil ester.

Pada penelitian ini viskositas ditentukan dengan menggunakan alat viscometer Oswald yang diukur pada suhu 40 °C. Perbandingan viskositas

dari hasil biofuel hasil perengkahan dengan pembandingan bensin dan kerosin dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Viskositas Biofuel, Bensin dan Kerosin

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa viskositas biofuel hasil perengkahan belum dapat menyamai viskositas dari bensin maupun kerosin, sehingga biofuel yang dihasilkan belum dapat digunakan secara langsung sebagai bahan bakar yang setara dengan bensin dan kerosin dengan komposisi 100% biofuel [15].

Tabel 2 berikut ini merupakan tabel hasil dari pengukuran titik tuang dan titik kabut dari biofuel dengan pembandingan kerosin dan bensin.

Tabel 2. Perbandingan titik tuang dan titik pengkabutan biofuel dengan bensin dan kerosin

Parameter	Satuan	Biofuel	Bensin	Kerosin
Titik tuang	°C	0	0	0
Titik kabut	°C	1,43	1	1

Dari Tabel 2 tersebut dapat terlihat bahwa hasil dari biofuel dengan pembandingan sama dan tidak terlalu berbeda, sehingga biofuel hasil dari perengkahan katalitik menggunakan katalis MoNi/HZ ini akan dapat digunakan pada daerah yang memiliki iklim yang dingin [16].

SIMPULAN

Hasil dari perengkahan katalitik terhadap metil ester dari PMKS dengan menggunakan katalis MoNi/HZ menghasilkan karakteristik fisik *biofuel* hasil yang meliputi karakteristik fisik berupa angka asam 1,92 mg KOH/g, densitas 0,803 g/cm³, viskositas 1,113 cSt, titik tuang 0°C dan titik kabut 1,43 °C. Hal ini berarti biofuel hasil dari perengkahan katalitik dengan katalis menggunakan katalis MoNi/HZ menghasilkan

biofuel dengan angka asam yang masih sangat tinggi serta dapat digunakan pada daerah yang memiliki iklim yang dingin, densitas masih berada sedikit di atas bensin dan kerosin, viskositas yang belum menyamai viskositas bensin maupun kerosin, sehingga belum bisa digunakan sebagai bahan bakar yang setara dengan bensin dan kerosin dengan komposisi 100% biofuel

SARAN

Pada penelitian selanjutnya sebaiknya melakukan berbagai jenis variasi pada saat proses transesterifikasi, seperti variasi suhu reaksi, berat katalis yang digunakan ataupun waktu reaksi, sehingga dapat mengetahui kondisi optimum penggunaan metode sonokimia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kholiq, I. Pemanfaatan Energi Alternatif Sebagai Energi Terbarukan Untuk Mendukung Substitusi BBM. *Jurnal IPTEK*. 2015: 19(2): 75-91.
- [2] Leung,D.Y.C., Wu,X., Leung, M.K.H. A Review on Biodiesel Production Using Catalyzed Transesterification. *Applied Energy*. 2010: 87:1083-1095.
- [3] Erningpraja, L., Bambang Drajat. Biodiesel Berbahan Baku Minyak Kelapa Sawit, *WARTA Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 2006 : 28(3):1-3.
- [4] Wicakso, D.R. Sintesis Biodiesel Dari *Crude Palm Oil* Dengan Katalis Alumina Hasil Recovery Limbah Padat Lumpur Pada PDAM Banjar. *INFOTEKNIK*. 2011: 12(1): 21-30.
- [5] Budiyanto, Hasan Basri Daulay, Anita Fandra Aldiona. Optimalisasi Kinerja Pembuatan dan Peningkatan Kualitas Biodiesel dari Fraksi Minyak Limbah Cair Pengolahan Kelapa Sawit dengan Memanfaatkan Gelombang Ultrasonik. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 2012:22(1): 10-14.
- [6] Sundaryono, A., Karakteristik Biodiesel dan *Blending* Biodiesel dari *Oil Losses* Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit. *Journal Teknologi Industri Pertanian*.2011:21(1):34-40.
- [7] Fukuda, H., Akihiko Kondo, & Hideo Noda. Biodiesel Fuel Production by Transesterification of Oils. *J. Biosci. Bioeng*. 2001: 92(5): 405-416.
- [8] Prakoso, T., Indra .B. Kurniawan., R.Heru Nugroho. Esterifikasi Asam Lemak Bebas dalam Minyak Sawit Mentah untuk Produksi Metil Ester. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*. 2007: 6(3): 705-709.
- [9] Prastowo, B. Bahan Bakar Nabati Asal Tanaman Perkebunan Sebagai Alternatif Pengganti Minyak Tanah untuk Rumah Tangga. *Perspektif*. 2007: 6(1): 10-18.
- [10] Pontoh. J., Lita Makasoe. Perbandingan Beberapa Metode Pembuatan Metil Ester dalam Analisa Asam Lemak dari *Virgin Coconut Oil (VCO)*. *Jurnal Ilmiah Sains*. 2011: 11(2): 241-247.
- [11] Julianti, N.K., Tantri Kusuma Wardani, Ignatius Gunardi, Achmad Roesyadi. Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit RBD dengan Menggunakan Katalis Berpromotor Ganda Berpenyangga γ -Alumina (CaO/MgO/ γ -Al₂O₃) dalam Reaktor *Fluidized Bed*. *Jurnal Teknik POMITS*. 2014: 3(2): B143- B148.
- [12] Yelmida, Ida Zahrani, Fajril Akbar. Perengkahan PFAD (*Palm Fatty Acid Distillate*) dengan Katalis Zeolit Sintesis untuk Menghasilkan Biofuel. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 2012: 9(1): 45-50.
- [13] Suseno, A., W.Wijayanto, M. Khanif, R. Hastuti. Pembuatan dan Karakterisasi Katalis Nikel pada Padatan Pendukung Zeolit, *J.Kim.Sains&Apl*. 2003:6(1):7-10.
- [14] Andarini, N., Studi Aktivitas Katalis Ni(II)/H5NZA dan Co(II)/H5NZA Pada Perengkahan Katalitik Metil Ester *Jatropha*. *Jurnal ILMU DASAR*. 2011:12(1): 103-113.
- [15] Ritonga, M.Y, Giovani, M.R.R Pembuatan Metil Ester dari Minyak Kemiri Sunan dengan Keberadaan Co-Solvent Aseton dan Katalis Heterogen Natrium Silikat Terkalsinasi, *Jurnal Teknik Kimia USU*. 2016:5(3): 17-23.
- [16] Wijayanto, A., B.S. Rahardja, W.H. Satyantini. Perbandingan Viskositas, Titik Nyala dan Titik Beku Biodiesel dari Rumput Laut (*Eucheuma denticulatum*), Minyak Ikan Lemuru (*Sardinella longiceps*) dan Biodiesel Komersial, *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*,2015:7(2):141-148.

Penulisan Sitasi Artikel ini ialah

Sari, D.K., Agus Sundaryono, Dewi Handayani. Uji Biofuel Hasil Perengkahan Metil Ester dari Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit dengan Katalis MoNi/HZ. *Alotrop*. 2017: 1(2): 127-131.