

PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK DEDAK PADI DENGAN PROSES KATALIS HOMOGEN SECARA ASAM DAN KATALIS HETEROGEN SECARA BASA

Rudi Hartono^{1,2}, Rusdi¹, Anondho Wijanarko², Heri Hermansyah²

¹ Jurusan Teknk Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl.Jendarl sudirman Km.3 Cilegon 42435

² Departemen Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Indonesia
Kampus Baru UI, Depok 16424 - Indonesia

*E-mail : rudiplcclg@yahoo.com

ABSTRAK

Pembuatan biodiesel dari minyak dedak padi yang berasal tumbuhan yang dapat direnewable. Biodiesel yang dihasilkan dari dedak padi diawali dengan memisahkan dedak halus dan dedak kasar dengan proses screening. Hasil screening berupa dedak kasar dan halus yang di ekstraksi dengan menggunakan pelarut diperoleh minyak dan pelarut, dan dengan proses distilasi didapatkan minyak dedak padi. Minyak dedak padi yang dihasilkan dari proses ekstraksi dengan pelarut di buat biodiesel dengan menggunakan katalis homogen secara asam dengan persen katalis 2% v dari bahan baku, Tahap katalis heterogen secara basa dengan persen katalis 3 % b dari bahan baku. Tahap transesterifikasi asam dan transesterifikasi basa menggunakan variasi rasio minyak dedak padi terhadap methanol (1:7)

Hasil analisa yang didapat adalah % yield, nilai viskositas dan densitas. Perolehan biodiesel yang optimum pada pembuatan biodiesel secara katalis homogen dan heterogen pada suhu 60°C dan waktu operasi 2 jam adalah 61,6% yield, 27,4024 mm²/s viskositas dan 0,936 gram/mL densitas dengan perbandingan KOH/ZABB_{rh} 100 gr/100mL.

Kata Kunci: Minyak Dedak Padi, biodiesel, Transesterifikas, Katalis Homogen, Katalis Heterogen

ABSTRACT

Making biodiesel from rice bran oil derived plants that can direnewable. Biodiesel produced from rice bran begins by separating fine and coarse bran with the screening process. Results of screening such as coarse and fine bran is extracted using a solvent derived oils and solvents, and the distillation process is obtained rice bran oil. Rice bran oil produced from extraction process with solvent to make biodiesel using homogeneous catalysts are acid catalysts with 2% v percent of the raw materials. Phase heterogeneous catalysts base with percent catalyst 3% b of raw materials. Transesterification of acid and transesterification of base using the ratio of rice bran oil to methanol (1: 7).

The analysis results obtained are% yield, viscosity and density .The results of biodiesel optimum homogeneous catalysts and heterogeneous catalysts at temperature of 60°C and reaction time 2 hours is 61.6% yield, 27.4024 mm² / s viscosity and 0.936 g / mL density by comparison KOH / ZABB_{rh} 100 g / 100mL.

Keyword: Rice bran oil, Biodiesel, Transesterification, Catalyst Homogen, Catalyst Heterogen

PENDAHULUAN

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang diperoleh dari minyak tumbuhan, hewani atau sumber energy alternatif lainnya, misalnya seperti dari

minyak alga dan minyak bio lainnya yang mudah didapat dan tersedia yang merupakan bahan bakar alternatif (Evangelista Joao P.C et al., 2012). Pembuatan biodiesel saat ini menggunakan katalis homogen basa seperti

natrium dan potas-sium hidroksida, karena ketersediaannya yang luas dan biayanya rendah, Namun penggunaan katalis homogen mengalami keterbatasan yang serius akibat biaya tinggi dalam memproduksi biodiesel. Masalah ini dapat dikurangi atau dihilangkan dengan menggunakan katalis heterogen dalam proses transesterifikasi. Katalis heterogen memiliki keunggulan dibandingkan dengan katalis homogen, misalnya tidak korosif, ramah lingkungan karena lebih sedikit yang dibuang, mudah dilakukan pemisahan dari produk cairnya, aktivitas dan selektifitasnya tinggi (Tapanes N.C.O et al., 2008). Katalis heterogen menunjukkan potensi yang tinggi, kuat dan tahan lama bisa untuk asam lemak bebas sampai 40% (Zhang Yueng et al, 2013).

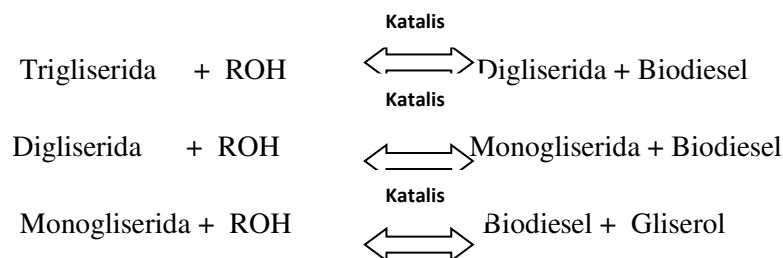
Penelitian lain yang menggunakan Katalis heterogen penukar ion adalah Shibasaki-Kitakawa, Naomi et al., 2014. Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan biodiesel secara continue yang memenuhi spesifikasi internasional dari asam lemak bebas tinggi (FFA >95%). Pertama pengaruh air pada proses esterifikasi asam lemak bebas pada katalis resin ion-exchange kation sebelum masuk ke dalam kolom dihilangkan dengan methanol 99,5% dengan laju alir 2,5 cm³/menit, kemudian metode sederhana pretreatment resin tanpa pengeringan, dengan menggunakan alkohol 1,5 Cm³/gram (resin basah). Kedua untuk operasi proses continue pembuatan biodiesel dibangun dengan asam lemak bebas tinggi. Konversi FFA dicapai pada perbandingan rasio mol alkohol /residu asam lemak (2 : 1) dan waktu tinggal yang cukup, selanjutnya dengan katalis resin ion-

exchange anion untuk transesterifikasi trigliserida menghasilkan biodiesel berkualitas tinggi. Produksi biodiesel dengan minyak asam adalah 8,5 kali lebih tinggi dari trigliserida yang kaya minyak. Proses ini menunjukkan rute layak secara komersial untuk biodiesel berkualitas tinggi.

Biodiesel dapat digunakan sebagai bahan tambahan pada bahan bakar minyak bumi terutama untuk petrodiesel (PD) yang dikenal dengan solar, umumnya digunakan sebesar 20 % biodiesel pada campuran solar yang dikenal dengan (B20). Biodiesel memiliki keunggulan dibandingkan dengan petrodiesel (PD) mengurangi emisi buangan, bisa diuraikan, memiliki flash point tinggi, pelumasan yang besar dan sumber yang bisa diperbaharui. Biodiesel memiliki kandungan oksigen yang tinggi dari pada petrodiesel (PD) yang digunakan pada mesin diesel menunjukkan pengurangan emisi partikulat, *carbon monoxide* (CO), Sulfur, *polyaromati, hydrocarbon* (HC), asap dan kebisingan (Kattimani,V.R et al., 2014).

Secara luas banyak upaya yang telah dilakukan untuk mengembangkan dan meningkatkan minyak nabati dan minyak hewani untuk mendekati sifat-sifat dari bahan bakar mesin diesel diantaranya adalah dengan Transesterifikasi (Atabani et al., 2012).

Transesterifikasi adalah reaksi reversible yang mengkonversi trigliserida menjadi digliseridan, monosakarida dan akhirnya menjadi produk biodiesel yang berada dibagian atas dan gliserol yang berada dibagian bawah yang dapat dilihat pada Gambar .1.



Gambar .1. Persamaan Reaksi Transesterifikasi (Shahid et al., 2011)

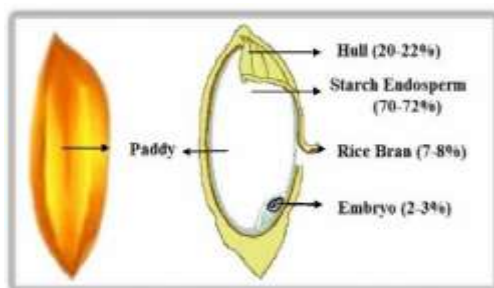
Gliserol merupakan produk samping yang penting dan dapat dibakar untuk panas atau digunakan untuk bahan baku dalam industry kosmetik. Methanol dan Ethanol adalah dua alkohol utama yang digunakan pada proses transesterifikasi karena biayanya

yang murah. Propanol, isopropanol, tert-butanol (rantai bercabang) , oktanol dan butanol (rantai lurus) dapat digunakan tetapi harganya relatif mahal

Minyak dedak padi merupakan turunan penting dari dedak padi. Dedak padi

mengandung 16-32% berat minyak bergantung pada varietas beras dan derajat penggilingannya. Sekitar 60-70% minyak dedak padi tidak dapat digunakan sebagai bahan makanan (*non edible oil*) dikarenakan kestabilan dan perbedaan cara penyimpanan dedak padi (Ma et al., 1999).

Biodiesel dari minyak dedak padi diperoleh dari dedak (*bran*) padi hasil samping proses penggilingan padi yang terdiri dari lapisan sebelah luar butiran padi dengan sejumlah lembaga biji,



Gambar 2. Struktur Dari Kernel Padi (Hasan Ahmed Probudha et al., 2014)

Dedak padi adalah hasil samping proses penggilingan padi menjadi beras yang

keberadaannya cukup melimpah. Pada awal produksi minyak dedak padi sebagian besar digunakan sebagai minyak goreng karena memiliki titik asap yang tinggi sekitar 232°C (450°F) dari minyak nabati lainnya (Hasan Ahmed Probudha et al., 2014).

Penggunaan minyak dedak padi sebagai biodiesel dimulai dari negara penghasil padi terbesar seperti china, India, Thailand, Brazil, Indonesia, Jepang dan Vietnam, dimana memberikan prioritas memproduksi biodiesel dari minyak dedak padi. Tapi kenyataannya sampai saat ini tidak ada investigasi dan peneliti yang terfokus pada prospek memproduksi biodiesel dari minyak dedak padi sebagai alternatif yang murah karena tanaman ini adalah tanaman musiman (Hasan Ahmed Probudha et al., 2014).

Dedak padi saat ini digunakan sebagai pakan ternak dan bahan bakar boiler, sehingga perlu dilakukan usaha peningkatan nilai ekonomi dedak padi (*rice bran*) sebagai *by product* usaha penggilingan padi (Rachmaniah et al., 2004). Mengingat kandungannya yang bermanfaat dan berdaya jual tinggi minyak mentah dedak padi diteliti sebagai bahan baku pembuatan biodiesel.

Tabel 1. Kondisi minyak mentah dedak padi (Rachmaniah et al., 2004)

Komponen	Komposisi(%-berat)
Triglyserida	18,90
Diglyserida	6,69
Monoglyserida	0,19
Asam lemak	69,54
γ -oryzanol	3,77
Vitamin E dan <i>tocopherol</i>	0,91

Pemanfaatan *nonedible, low grade oils* seperti minyak dedak padi yang berharga murah sebagai bahan baku, disertai *recovery* dan pemurnian sebagai

produk samping diharapkan dapat menghasilkan biodiesel berharga murah yang bersaing dengan *petrofuel* (Rachmaniah et al., 2004).

Tabel 2. Standar Mutu Biodiesel(BSNI, 2012)

No.	Parameter Uji	Satuan Min/Max	Persyaratan
1	Massa Jenis	kg/m ³	650-890
2	Viskositas Kinematik pada 40°C	mm ² /s (Cst)	2,3-6,0
3	Angka Setana	min	51
4	Titik Nyala (Mangkok Tertutup)	°C, min	100
5	Titik Kabut	°C, maks	18
6	Korosi Lempeng Tembaga (3 jam pada 50°C)		No 1
7	Residu karbon - dalam percontoh asli atau -dalam 10% ampas destilasi	%-massa, maks	0,5 0,3
8	Air dalam Sedimen	%-vol, maks	0,05
9	Temperatur Distilasi 90%	°C, maks	360
10	Abu tersulfatkan	%-massa, maks	0,02

Biodiesel minyak dedak padi hasil ekstraksi menggunakan pelarut yang mudah menguap dapat dilakukan dengan beberapa proses untuk menghasilkan optimum persen yield biodiesel, diantaranya adalah :

1. Proses Menggunakan Katalis Basa
2. Proses Menggunakan Katalis Asam
3. Biokatalis menggunakan katalis enzim
4. Proses Menggunakan Katalis Heterogen
5. Superkritik Methanol Transesterifikasi

Proses Menggunakan Katalis Basa (*Alkali*)

Proses menggunakan katalis basa sudah secara umum digunakan pada proses

produksi biodiesel dengan pencapaian persen konversinya 90% methyl ester dengan waktu 1-2 jam pada suhu ruang. Proses berkatalis basa dapat dilakukan dengan kandungan asam lemak dalam minyak serendah mungkin. Adanya kandunga Asam lemak dan moisture dalam reaktan akan terjadi pembentukan sabun dan menurunkan % yield biodiesel yang dihasilkan , hal ini mempersulit pemisahan ester dan glycerol. Asam lemak yang berada dalam minyak akan mengkonsumsi katalis sehingga menurunkan efisiensi katalis. Proses menggunakan katalis basah lebih cocok jika bahan baku yang digunakan memiliki kemurnian tinggi, sehingga tidak cocok untuk minyak atau lemak berkandungan asam lemak tinggi seperti minyak dedak padi yang kandungan asam lemak bebasnya tinggi

Tabel 3. Resume Beberapa Penelitian Penggunaan Katalis Alkalin (basa)
(Ballat et al., 2010)

Katalis	Minyak	% Katalis	Temp(K)	Waktu reaksi (jam)	% Yield Biodiesel
KOH	Kedelai	0,8	313	1	95
NaOH	B.Matahari	1	333	2	97,1
NaOCH ₃	Biji kapuk	0,75	338	1,5	96,9

Katalis	Minyak	% Katalis	Temp(K)	Waktu reaksi (jam)	% Yield Biodiesel
NaOCH ₃	Dedak Padi	0,88	328	1	83,3
NaOH	M.Sawit	1	333	0,5	95
KOH	M.Sawit	1	333	1	96
	Kernel				
KOH	M.Jarak	1	338	1	97,6
KOH	M.Goreng	1,2	333	2	95,8

Metode katalis homogen yang menggunakan katalis basa adalah katalis yang tercepat dan paling ekonomis dalam menghasilkan biodiesel dengan kemurnian yang tinggi dan waktunya singkat (30-60 menit), dengan syarat asam lemak bebas (FFA) harus di bawah batas yang diinginkan (0,5-3 %) diluar batas yang disyaratkan maka produk yang dihasilkan kurang dan terbentuknya penyabunan dan air. Reaksi dengan katalis basa memiliki kelemahan diantaranya adalah energy intensif, sulit memisahkan gliserol, katalis harus dihilangkan dari produk, membutuhkan air pencucian untuk limbah asam dan ini mengganggu reaksi (Atabani et al (2012).

Proses Menggunakan Katalis Asam

Proses menggunakan katalis asam lebih cocok digunakan untuk minyak atau lemak berkadungan asam lemak relative tinggi (Freedman et al., 1984 dan Fukuda et al., 2001). Penelitian sebelumnya mengatakan bahwa transesterifikasi berkatalis asam lebih baik digunakan untuk bahan baku minyak bermutu rendah atau memiliki kandungan asam lemak tinggi (Aksoy et al.,1988) sehingga metode ini lebih cocok untuk minyak yang dihasilkan dari dedak padi.

Dalam penelitian bahwa reaksi menggunakan katalis asam memberikan metal ester yang sangat tinggi, namun reaksinya lambat (3- 48 jam).

Tabel 4. Resume Beberapa Penelitian Penggunaan Katalis Asam (Ballat et al., 2010)

Katalis	Minyak	% Katalis	Temp(K)	Waktu reaksi (jam)	% Yield Biodiesel
H ₂ SO ₄	M.Kedelai	1	338	69	> 90
HCl	M.Kedelai	10	343	45	65
HCl	M.dedak Pd	10	343	6	> 90

Tabel 4.(Lanjut). Resume Beberapa Penelitian Penggunaan Katalis Asam (Ballat et al., 2010)

Katalis	Minyak	% Katalis	Temp(K)	Waktu reaksi (jam)	% Yield Biodiesel
p-TsOH*	M.Jagung	4	353	2	97,1
AlCl ₃	M.Canola	5	383	018	98

p-TsOH* = p-toluenesulfonic acid (CH₃C₆H₄SO₃H)

Proses pembuatan biodiesel dengan katalis asam dan katalis basa lebih disukai oleh banyak perusahaan di

seluruh dunia untuk mengkomersilkan teknologi ini karena penggunaan energi yang relatif lebih rendah, efisiensi konversi yang

tinggi dan biaya reaktan dan katalis yang efektif (Sahid EM et al., 2011, Ballat et al., 2010, Demirbas., 2008, Singh SP et al., 2010).

Salah satu bentuk usaha peningkatan nilai ekonomi dedak padi ialah dengan menjadikannya minyak dedak padi sebagai bahan baku alternatif pembuatan biodiesel. Dalam proses pembuatan biodiesel dari minyak dedak padi menggunakan proses Transesterifikasi asam (H_2SO_4) dan transesterifikasi basa menggunakan Katalis heterogen (Zeolit alam Bayah Banten) perlu diketahui karakteristik produk biodiesel dan kondisi operasi yang tepat agar didapat jumlah biodiesel dengan hasil yang optimal (Hartono R et al 2015)

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik dan menentukan kondisi optimum pembuatan biodiesel dari minyak dedak padi menggunakan proses transesterifikasi asam menggunakan Katalis Homogen (H_2SO_4) dan transesterifikasi basa menggunakan katalis heterogen menggunakan zeolit alam bayah Banten (ZABB_{rh}).

METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Rekayasa Produk Fakultas Teknik-Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dan Laboratorium Bioproses Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia Kampus UI Depok 16424. Dengan menggunakan bahan baku dedak padi yang diperoleh dari unit penggilingan padi desa Ciora kecamatan Grogol Kota Cilegon. Prosedur yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi empat tahap, sebagai berikut:

Tahap Screening

Dedak Padi yang digunakan adalah dedak padi yang menghasilkan minyak dedak padi dan biodiesel yang optimum. Dedak padi yang digunakan adalah yang lolos screener berukuran 60 dan 80 mesh dicampur dan dikategorikan sebagai dedak halus serta dimasukkan kedalam wadah kedap udara (Rusdi et al., 2015).

Tahap Ekstraksi Dedak Padi

1. 35 gram dedak padi dimasukkan ke dalam soklet pada alat ekstraksi.
2. 300 ml methanol/ Hexan dimasukkan pada bagian kolom pemanas pada alat ekstraksi.
3. Pemanas diatur pada suhu $70^{\circ}C$ selama 120 menit.
4. Hasil ekstraksi dipisahkan dengan pelarut methanol dengan proses distilasi selama 45 menit.

Tahap Proses Transesterifikasi Asam

1. Metanol sebanyak (1:7) dan 2 % asam Sulfat dari Bahan Baku minyak dedak padi dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan panaskan sampai suhu $60^{\circ}C$.
2. Setelah suhu tercapai $60^{\circ}C$ masukan minyak dedak padi kedalam labu leher tiga
3. Suhu di labu leher tiga akan turun dan panaskan kembali sampai suhu $60^{\circ}C$.
4. Hasil transesterifikasi Asam yang berada di dalam labu leher tiga didiamkan beberapa saat.

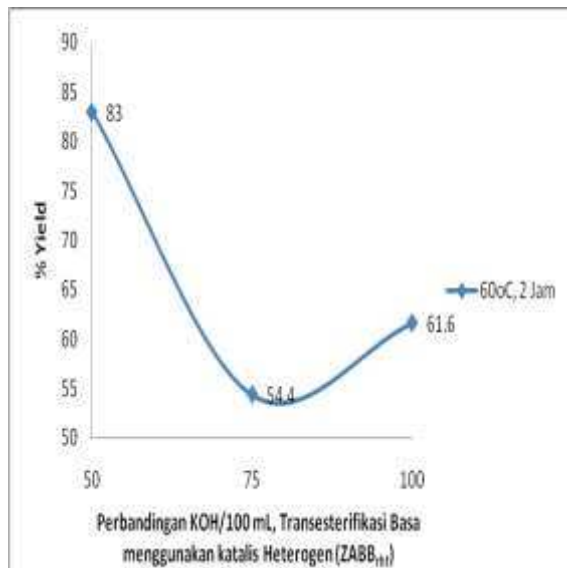
Tahap Proses Transesterifikasi Basa

1. Metanol dicampur dengan Katalis Zeolit 3% dari bahan baku minyak Dedak padi dan dimasukan kedalam labu leher tiga sampai suhu $60^{\circ}C$.
2. Setelah suhu tercapai $60^{\circ}C$ masukan hasil dari transesterifikasi secara asam ke dalam labu leher tiga yang berisi methanol dan katlis zeolit alam bayah banten
3. Suhu di labu akan turun setelah ditambahkan dari hasil transesterifikasi asam dan panaskan kembali sampai suhu $60^{\circ}C$ dengan kecepatan 500 rpm.
4. Hasil transesterifikasi basa dikeluarkan dari gelas kimia dan dimasukkan ke dalam corong pemisah.
5. Setelah didiamkan selama 24 jam hingga terbentuk dua lapisan, lapisan bawah gliserol dan lapisan atas biodiesel.

6. Biodiesel kemudian disimpan pada wadah sample
7. Sample produk dianalisa

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan Persen Yield dengan Perbandingan Gram KOH/100mL, Transesterifikasi Basa Menggunakan Katalis Heterogen (ZABB_{rht})



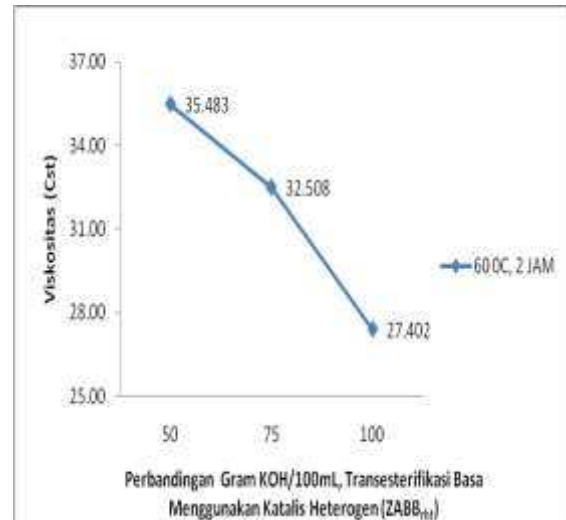
Gambar 3. Pengaruh Perbandingan Gram KOH/100mL Terhadap Perolehan Biodiesel

Percobaan dilakukan untuk mengetahui pengaruh perbandingan gram KOH/100ml zeolit terhadap perolehan persen yield biodiesel dengan menggunakan minyak dedak padi hasil ekstraksi sokletasi menggunakan pelarut hexan, dan menggunakan rasio reaktan dengan Methanol (1:7) kondisi optimum pembuatan biodiesel (Kusuma et al, 2013) untuk bisa terjadinya reaksi bergeser kekanan dan kesempatan zat-zat pereaksi untuk bertumbukan semakin luas.

Pada Gambar 3. menunjukkan bahwa semakin tinggi penggunaan perbandingan gram KOH/100mL pada proses transesterifikasi basa menggunakan katalis heterogen (ZABB_{rht}) menunjukkan persel yiel yang dihasilkan tidak semakin besar pada suhu 60°C dan waktu operasi 2 Jam hanya diperoleh % yield sebesar 61,6%. Penggunaan katalis Zeolit alam Bayah Banten (ZABB_{rht}) 50 gram KOH/100mL diperoleh % yield sebesar 83 %. dan Penggunaan Katalis Zeolit Alam

Bayah Banten (ZABB_{rht}) 75 gram KOH/100mL diperoleh % yield sebesar 54,4 %.

Hubungan Viskositas dengan Perbandinga Gram KOH/100mL, Transesterifikasi Basa Menggunakan Katalis Heterogen (ZABB_{rht})



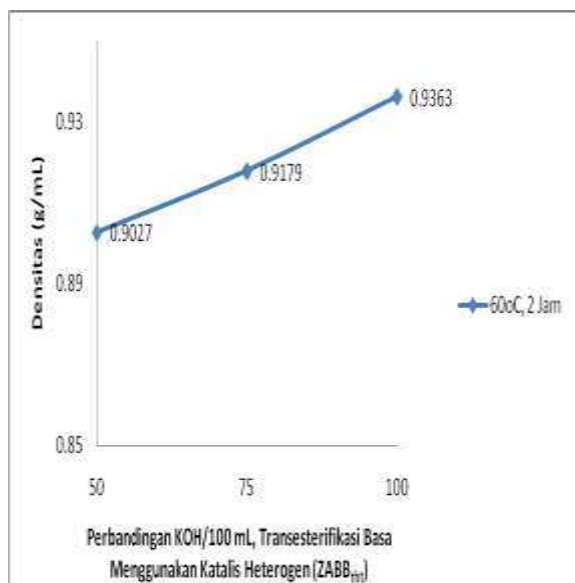
Gambar 4. Pengaruh Perbandingan Gram KOH/100mL Terhadap Viskositas Produk

Percobaan dilakukan untuk mengetahui pengaruh perbandingan gram KOH/100ml zeolit terhadap perolehan viskositas biodiesel dengan menggunakan minyak dedak padi hasil ekstraksi sokletasi menggunakan pelarut hexan, dan menggunakan rasio reaktan dengan Methanol (1:7) kondisi optimum pembuatan biodiesel (Kusuma et al, 2013) untuk bisa terjadinya reaksi bergeser kekanan dan kesempatan zat-zat pereaksi untuk bertumbukan semakin luas.

Pada Gambar 4. menunjukkan bahwa semakin tinggi penggunaan perbandingan gram KOH/100mL pada proses transesterifikasi basa menggunakan katalis heterogen (ZABB_{rht}) menunjukkan semakin rendah viskositas yang dihasilkan, ini menunjukkan banyaknya sodium methksid yang bereaksi dengan minyak dedak padi hasil ekstraksi sehingga rantai rantai gugus lemak semakin besar dan menyebabkan nilai viskositas yang rendah. Viskositas yang rendah akan semakin mudah biodiesel mengalir dan ini dapat meningkatkan kinerja pada system pembakaran. Viskositas terendah pada

penggunaan katalis heterogen zeolit alam bayah Banten (ZABBrht) 100 gram KOH/100mL sebesar 27,4024 mm²/s dan ini belum masuk dalam standar biodiesel yang diizinkan berdasarkan SNI.

Hubungan Densitas dengan Perbandingan Gram KOH/100mL, Transesterifikasi Basa Menggunakan Katalis Heterogen (ZABBrht)



Gambar 5. Pengaruh Perbandingan Gram KOH/100mL Terhadap Densitas Produk

Percobaan dilakukan untuk mengetahui pengaruh perbandingan gram KOH/100ml zeolit terhadap perolehan densitas biodiesel dengan menggunakan minyak dedak padi hasil ekstraksi sokletasi menggunakan pelarut hexan, dan menggunakan rasio reaktan dengan Methanol (1:7) kondisi optimum pembuatan biodiesel (Kusuma et al, 2013) untuk bisa terjadinya reaksi bergeser kekanan dan kesempatan zat-zat pereaksi untuk bertumbukan semakin luas.

Pada Gambar 2. menunjukkan bahwa semakin tinggi penggunaan perbandingan gram KOH/100mL pada proses transesterifikasi basa menggunakan katalis heterogen (ZABBrht) menunjukkan nilai densitas yang dihasilkan semakin besar pada suhu 60°C dan waktu operasi 2 Jam hanya diperoleh densitas sebesar 0,9363 gram/mL pada 100 gram KOH/100mL. Penggunaan katalis Zeolit alam Bayah Banten (ZABBrht) 75 gram KOH/100mL diperoleh densitas sebesar 0,9179 gram/mL dan Penggunaan Katalis

Zeolit Alam Bayah Banten (ZABBrht) 50 gram KOH/100mL diperoleh densitas sebesar 0,9027 gram/mL Densitas biodiesel yang dihasilkan akan berdampak pada kualitas biodiesel yang dihasilkan, semakin besar densitas biodiesel yang dihasilkan semakin kecil nilai kalornya.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa pembuatan biodiesel dengan menggunakan zeolit alam bayah banten (ZABBrht) sebagai katalis heterogen yang sudah di preparasi dan ditreatment dapat dilakukan. Biodiesel yang dihasilkan belum memenuhi standar biodiesel Indonesia, Selain itu Perlu dilakukan perbaikan pada waktu proses Pencampuran baik secara Transesterifikasi asam dan Transesterifikasi basa yang menggunakan katalis heterogen Zeolit alam bayah Banten (ZABBrht).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada HIBAH BERSAING DIKTI tahun 2015 yang sudah mendanai penelitian ini dan LPPM Untirta yang sudah mawadahi sehingga penelitian ini bisa berjalan dengan baik, juga Departemen Teknik Kimia UI untuk bisa penggunaan Oven dan Furnace dalam Pembuatan Katalis Zeolit Alam Bayah Banten (ZABBrht)

DAFTAR PUSTAKA

- Aksoy, HA, Kahraman, I, Karaosmanoglu, F, & Civelekoglu, H. (1988). Evaluation of Turkish sulphur olive oil as an alternative diesel fuel. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 65(6), 936-938
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). *Standar Nasional Indonesia Biodiesel*. BSN.Jakarta
- Dharsono, W. dan Oktari, Y. S. (2010). *Proses Pembuatan Biodiesel dari Dedak dan Methanol dengan Esterifikasi in situ*. Fakultas teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Freedman, BEHP, Pryde, EH, & Mounts, TL. (1984). Variables affecting the yields of fatty esters from transesterified

- vegetable oils. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 61(10), 1638-1643
- Fukuda, Hideki, Kondo, Akihiko, & Noda, Hideo. (2001). Biodiesel fuel production by transesterification of oils. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 92(5), 405-416. Doi [http://dx.doi.org/10.1016/S1389-1723\(01\)80288-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1389-1723(01)80288-7)
- Gerpen, J.V., Knothe, G. (2005). *The biodiesel handbook 2nd edition*. AOCS Publishing, Illinois.
- Hasan Ahmed Probudha et al., 2014 “Prospect of Rice For Biodiesel Production in Bangladesh” *Procedia engineering* 746-752.
- Hartono R, Heri Hermansyah., 2015 “Rekayasa Katalis Penukar ion Untuk Sintesa Biodiesel Menggunakan Katalis Zeolit Alam Bayah Banten (ZABBrht)”.
- Hikmah, M. N. dan Zuliyana. (2010). *Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) dari Minyak Dedak dan Methanol dengan Proses Esterifikasi dan Transesterifikasi*. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.
- Ma, F. and Hanna, M. A., (1999). *Biodiesel Production: A Review*, *Journal Bioresource*. AOCS.
- Putrawan, I.D.G.A. dan Soerawidjaja, T.H., (2006). *Stabilisasi Dedak Padi Sebagai Sumber Minyak Pangan*. Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Rachmaniah, O., Ju, Y. dan Vali, S. R. (2004) *Potensi Minyak Mentah Dedak Padi sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel*. Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Rutz, D. dan Janssen, R. (2007). *Biofuel Technology Handbook*. WIP Renewable Energies. Munchen.
- Rusdi, Irfan Saptajani, Rudi Hartono., 2015 “Potensi Minyak Dedak Padi sebagai Nasional Sains dan Teknologi 2015, ISSN :2407-1848, e-ISSN : 2460-8416. Bahan Baku Pembuatan Biodiesel Dengan Proses Transesterifikasi Asam dan Basa” Prosiding Seminar