

Konsentrasi Katalis CaO dari Cangkang Telur Ayam pada Proses Transesterifikasi Biodiesel Minyak BijiPangi

Concentration of CaO Catalyst from Chicken Eggshell in Transesterification Process of Pangi Seed Oil Biodiesel

Syahril Efendi¹, Farida Hanum Hamzah², and Akhyar Ali²
Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian,
Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Kode Pos 28293, Pekanbaru
Syahrilefendi4@yahoo.com

ABSTRACT

The purpose of this research was to obtain best concentration of CaO catalyst chicken eggshell in transesterification process on quality of biodiesel produced from pangi seed oil. The treatment of CaO catalyst concentrations in this research were S1 (1%), S2 (1.5%), S3 (2%), S4 (2.5%), and S5 (3%). The collected data were statistically analyzed by using Analysis of Variance (ANOVA) continued by Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) test at 5% level. The parameters observed were acid value, density, iodine value, saponification value, and cetane number. The results of analysis showed that concentration of CaO catalyst chicken eggshell gave insignificantly affect on acid value and cetane number but significantly affect on density, iodine value, saponification value of biodiesel. The chosen treatment in this research was S5 (CaO catalyst 3%). The treatment of S5 has yield 97.989% with characteristics acid value 0.682 mg KOH/g, density 885.220 kg/m³, iodine value 81.414 g I₂/100 g, saponification value 179.00 mg KOH/g, and cetane number 58.473.

Keywords: biodiesel, catalyst CaO, pangi seed oil

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk yang sangat banyak di dunia. Banyaknya jumlah penduduk menyebabkan kebutuhan energi semakin meningkat. Kebutuhan energi di Indonesia hingga saat ini masih

bergantung kepada bahan bakar minyak bumi. Ketersediaan bahan bakar minyak bumi semakin hari semakin berkurang, sebab sumber energi minyak bumi tersebut tidak dapat diperbaharui dan berkelanjutan. Pemakaian terhadap

hasil olahan minyak bumi selalu mengalami peningkatan setiap tahun seiring dengan penggunaannya di bidang industri, transportasi, dan pusat pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD) diberbagai daerah.

Berbagai cara untuk menekan pertumbuhan konsumsi bahan bakar minyak (BBM) adalah dengan membuat regulasi tentang penghematan energi dan pengembangan energi alternatif. Salah satu energi alternatif terbarukan yang berpotensi untuk mengatasi permasalahan bahan bakar tersebut adalah biodiesel.

Biodiesel merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran mono alkil ester dari rantai panjang asam lemak. Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif menjanjikan yang dapat diperoleh dari minyak tumbuhan dan lemak binatang atau minyak bekas melalui transesterifikasi dengan alkohol (Szybist, 2004). Namun, saat ini sumber energi alternatif tersebut masih terpaku pada bahan baku dari Crude Palm Oil (CPO) dan ini sangat mengganggu terhadap kebutuhan pangan karena CPO merupakan salah satu sumber minyak nabati yang digunakan dalam bahan pangan, untuk itu dilakukan pencarian sumber energi alternatif yang bahan bakunya bukan merupakan sumber bahan pangan, salah satunya adalah pangi (*Pangium edule Reinw.*).

Tanaman pangi merupakan tanaman yang mudah tumbuh di daerah tropis. Indonesia merupakan daerah tropis yang cocok untuk pertumbuhan tanaman pangi. Riau merupakan salah satu daerah yang banyak ditumbuhi tanaman pangi yang tumbuh liar dan banyak ditemukan tepatnya di Desa Tanjung Belit Selatan, Kecamatan Kampar

Kiri, Kabupaten Kampar. Tanaman pangi tumbuh tersebar secara tidak merata di Desa Tanjung Belit Selatan, sehingga jumlah tanaman dan luas lahan yang ditanami tanaman ini sulit didata secara rinci.

Biji buah pangi merupakan salah satu diantara tanaman yang berpotensi sebagai bahan baku untuk pembuatan biodiesel karena mengandung banyak minyak. Menurut penelitian Muswardi (2008) dan Saputra (2009) rendemen minyak pangi sebesar 51,81% dari berat bahan.

Produksi biodiesel umumnya menggunakan katalis homogen seperti NaOH dan KOH. Konversi yang dicapai menggunakan katalis homogen sangat besar sekitar 98%. Namun kelemahan katalis homogen adalah sulit untuk memisahkan katalis yang larut dengan produk yang diinginkan sehingga menjadikan proses produksi kurang ekonomis, untuk itu perlu dicari katalis heterogen yang bersifat biokatalis seperti penggunaan katalis CaO.

Cangkang telur memiliki kandungan CaCO_3 (kalsium karbonat) sebanyak 94%, MgCO_3 (magnesium karbonat) sebanyak 1%, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (kalsium fosfat) sebanyak 1%, dan bahan-bahan organik sebanyak 4% (Stadelman, 2000). Penggunaan katalis CaO dari cangkang telur ayam terlebih dahulu dilakukan kalsinasi untuk mendapatkan katalis CaO yang baik. Kalsinasi merupakan proses menghilangkan senyawa CO_2 yang terdapat di dalam telur ayam sehingga membentuk CaO. Temperatur kalsinasi yang digunakan harus di atas $800\text{ }^\circ\text{C}$ (Wei *et al.*, 2009). Berdasarkan penelitian Wei *et al.* (2009) nilai *yield* biodiesel yang

dihasilkan menggunakan bahan baku minyak kedelai dengan katalis CaO dari cangkang telur ayam yaitu di atas 95%.

Biodiesel dalam penelitian ini dibuat menggunakan bahan baku minyak biji pangi melalui proses transesterifikasi menggunakan katalis CaO yang berasal dari cangkang telur ayam yang dikalsinasi pada suhu 900 °C. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan konsentrasi katalis CaO dari cangkang telur ayam yang terbaik dalam proses transesterifikasi terhadap mutu biodiesel yang dihasilkan dari minyak biji pangi.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Analisis Hasil Pertanian Fakultas Pertanian dan Laboratorium Kimia Organik dan Bahan Alam Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau. Penelitian berlangsung selama enam bulan dari bulan April sampai Oktober 2017.

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan adalah minyak dari biji pangi yang diperoleh di Desa Tanjung Belit Selatan, Kecamatan Kampar Kiri Kabupaten Kampar, cangkang telur yang diperoleh dari pedagang nasi goreng yang ada di Panam, metanol, Na-tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0,1 N, kertas saring, akuades, indikator phenolphthalein, larutan KI 10%, kloroform, reagen wijs, larutan kanji, larutan KOH 0,5 N, larutan HCl 0,5 N, dan isopropil alkohol.

Alat yang digunakan adalah tanur, erlenmeyer 250 ml, *magnetic stirrer*, oven, ayakan 100 mesh, mortal, kondensor, *hot plate stirrer*, ember, selang,

thermometer, timbangan analitik, pipet tetes, gelas ukur, buret, corong pisah, statip, labu leher tiga, cawan porselen, piknometer, tisu, alat tulis, dan kamera.

Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari lima perlakuan, yaitu S1 (katalis CaO 1% dan minyak biji pangi 99%), S2 (katalis CaO 1,5% dari minyak biji pangi 98,5%), S3 (katalis CaO 2% dari minyak biji pangi 98%), S4 (katalis CaO 2,5% dari minyak biji pangi 97,5%), dan S5 (katalis CaO 3% dari minyak biji pangi 97%)

Pelaksanaan Penelitian

Minyak Biji Pangi

Proses ekstraksi daging biji pangi yaitu buah pangi yang sudah jatuh dari pohonnya (sudah tua) diambil bijinya, lalu dibuang cangkangnya, setelah itu daging bijinya direndam dengan air mengalir selama 24 jam, lalu dikeringkan menggunakan oven pada suhu 70 °C selama 24 jam. Selanjutnya dipres dan minyak pangi yang dihasilkan kemudian disaring dengan kertas saring, lalu dianalisis kadar air dan asam lemak bebasnya.

Pembuatan Katalis CaO dari Cangkang Telur Ayam

Cangkang telur dihancurkan dengan mortal atau blender lalu diayak dengan dengan ayakan 80 mesh supaya ukurannya homogen. Kemudian dicuci dengan air untuk menghilangkan kotoran seperti debu yang menempel. Setelah itu dikeringkan di dalam oven pada suhu 100 °C selama 24 jam. Cangkang telur kemudian dikalsinasi menggunakan *furnance* pada suhu

900 0C selama 2 jam. Setelah proses kalsinasi selesai katalis disimpan supaya kondisinya tetap kering (Wei et al., 2009).

Pembuatan Larutan Metanol-Katalis CaO dari Cangkang Telur Ayam

Proses pembuatan larutan metanol-katalis CaO dari cangkang telur ayam mengacu pada Dalimunthe (2016) dengan memodifikasi perlakuannya. Cangkang telur ayam diaktivasi selama 15 menit menggunakan oven dengan suhu 100 °C. Setelah itu cangkang telur ayam ditimbang sesuai perlakuan kemudian dilarutkan dengan metanol sebanyak 19,795 g di dalam labu leher tiga.

Pembuatan Biodiesel

Proses pembuatan biodiesel mengacu pada Fajar (2010). Minyak biji panggi direaksikan dengan metanol dengan rasio mol metanol terhadap minyak yaitu 6 : 1, dengan menggunakan katalis CaO sebanyak 1% (b/b), 1,5% (b/b), 2% (b/b), 2,5% (b/b), dan 3% (b/b) pada suhu 60 oC dan waktu reaksi selama 90 menit. Kecepatan pengadukan pada proses ini dilakukan pada 200-250 rpm. Selanjutnya biodiesel yang terbentuk dipisahkan dengan produk sampingnya dengan cara settling (gravitasi) yaitu berdasarkan densitas zat terlarut dengan menggunakan corong pisah. Pemisahan katalis dengan biodiesel digunakan kertas saring wathman. Metil ester yang terbentuk kemudian dicuci menggunakan akuades yang telah dipanaskan pada suhu 40 0C. Pencucian dilakukan sebanyak 2 kali. Setelah dicuci, tahapan selanjutnya yaitu pemisahan dan pemurnian biodiesel. Pemisahan dilakukan di

dalam corong pisah untuk memisahkan air dan biodiesel.

Pemurnian Biodiesel

Proses pemurnian diperlukan untuk menghilangkan air yang kemungkinan masih terdapat di dalam biodiesel. Pemurnian biodiesel dilakukan dengan cara dipanaskan pada suhu 105 °C selama 20 menit (Ulfayana dan Helwani, 2014).

Analisis

Analisis yang diuji dalam penelitian ini adalah bilangan asam, densitas, bilangan iodium, bilangan penyabunan, dan angka setana.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari analisis bilangan asam, densitas, bilangan iodium, bilangan penyabunan, dan angka setana dianalisis secara statistik menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). Apabila dari hasil uji didapatkan $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ maka akan dilakukan uji lanjut dengan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi Daging Biji Panggi

Hasil ekstraksi daging biji buah panggi kering yang telah dilakukan diperoleh kadar minyak panggi sebesar 12,725%. Hasil perhitungan rendemen minyak panggi dapat dilihat pada lampiran 6. Rendahnya rendemen minyak yang dihasilkan dalam penelitian ini disebabkan karena alat pres yang digunakan untuk ekstraksi masih menggunakan alat tradisional yaitu berupa alat kempa, sehingga hasil ekstraksinya kurang maksimal.

Analisa Bahan Baku

Kadar Air

Minyak pangi yang dihasilkan diperoleh kadar air sebesar 0,044%. Menurut Rahayu (2009) syarat maksimal kadar air untuk dijadikan bahan baku untuk biodiesel pada minyak adalah 1%. Berdasarkan analisis kadar air yang telah dilakukan, kadar air minyak pangi yang dihasilkan memenuhi syarat bahan baku untuk dijadikan biodiesel.

Asam Lemak Bebas

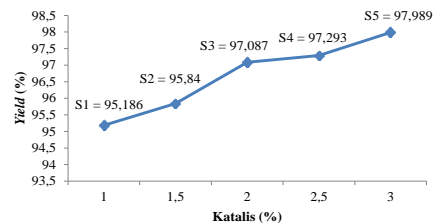
Minyak biji pangi yang dihasilkan memiliki kadar asam lemak bebas yang cukup tinggi yaitu sebesar 1,729%. Helwani *et al.* (2009) menyatakan bahwa keberadaan asam lemak bebas yang terdapat di dalam minyak yang tidak besar dari 5% tidak akan mengganggu proses transesterifikasi jika menggunakan katalis basa heterogen dalam proses transesterifikasi. Berdasarkan analisis asam lemak bebas yang telah dilakukan, asam lemak bebas minyak pangi yang dihasilkan memenuhi syarat bahan baku untuk dijadikan biodiesel.

Mutu biodiesel ditentukan oleh bahan baku yang digunakan. Kandungan asam lemak bebas dan kadar air merupakan faktor penting dalam bahan baku pembuatan biodiesel. Berdasarkan analisis kadar air dan asam lemak bebas minyak pangi yang digunakan dalam penelitian ini sudah memenuhi syarat bahan baku untuk pembuatan biodiesel, sehingga proses transesterifikasi dapat langsung dilakukan tanpa adanya perlakuan pendahuluan.

Hasil Reaksi Transesterifikasi

Variasikatalis CaO yang digunakan di dalam reaksi

transesterifikasi yaitu 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, dan 3% dari berat bahan. Hasil perolehan *yield* biodiesel dalam reaksi transesterifikasi dapat dilihat pada Gambar 1.



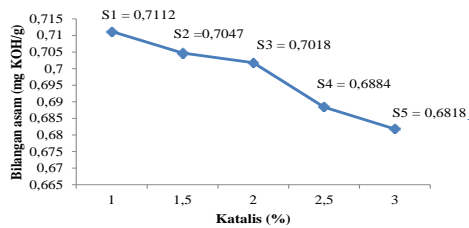
Gambar 1. Pengaruh konsentrasi katalis CaO terhadap *yield* biodiesel yang dihasilkan

Berdasarkan Gambar 1. Semakin tinggi konsentrasi katalis CaO yang digunakan, maka nilai *yield* biodiesel yang dihasilkan semakin tinggi. Kenaikan nilai *yield* yang dihasilkan disebabkan karena dalam reaksi transesterifikasi penggunaan katalis berfungsi sebagai mempercepat laju reaksi sehingga minyak lebih cepat bereaksi dengan metanol menghasilkan metil ester. Hal ini sesuai dengan penelitian Rohman *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa semakin tinggi jumlah katalis basa yang digunakan, semakin tinggi *yield* biodiesel yang dihasilkan.

Karakteristik Biodiesel

Bilangan Asam

Bilangan asam merupakan salah satu indikator yang berperan penting pada biodiesel. Bilangan asam dapat menentukan tingkat kerusakan selama penyimpanan biodiesel. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan katalis CaO pada konsentrasi yang berbeda, berpengaruh tidak nyata terhadap bilangan asam biodiesel yang dihasilkan. Rata-rata nilai bilangan asam biodiesel dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi katalis CaO terhadap bilangan asam biodiesel

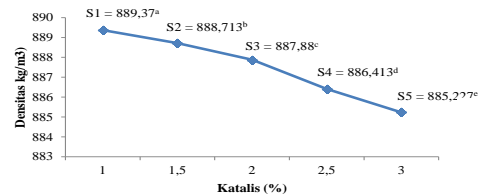
Semakin tinggi konsentrasi katalis yang digunakan maka semakin rendah bilangan asam biodiesel yang dihasilkan. Menurut Asthasari (2008) semakin banyak jumlah katalis yang digunakan dalam reaksi transesterifikasi maka akan semakin menurunkan nilai bilangan asam, karena semakin banyak asam lemak bebas yang bereaksi dengan katalis basa yang digunakan.

Rendahnya bilangan asam biodiesel yang dihasilkan disebabkan karena kandungan asam lemak bebas minyak pangli tidak terlalu tinggi untuk dijadikan bahan baku pembuatan biodiesel dan juga katalis yang digunakan dalam reaksi transesterifikasi biodiesel ini adalah katalis basa, sehingga asam lemak bebas yang ada pada minyak akan bereaksi dengan katalis basa yang digunakan.

Bilangan asam dapat digunakan untuk mengetahui tingkat korosifitas biodiesel yang dihasilkan. Menurut Kartika dan Yuyun (2012) semakin kecil bilangan asam, maka biodiesel memiliki kualitas yang baik karena tingkat korosifitasnya juga akan semakin kecil. Bilangan asam biodiesel menurut SNI adalah maksimal sebesar 0,8 mg KOH/g. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini telah memenuhi standar SNI biodiesel yaitu sebesar 0,6818 - 0,7112 mg KOH/g.

Berat Jenis (Densitas)

Berat jenis (densitas) adalah perbandingan antara berat dari suatu volume sampel minyak atau lemak pada suhu tertentu, dengan berat air pada suhu dan volume yang sama. Berat jenis minyak atau lemak dipengaruhi oleh derajat ketidakjenuhan dan berat molekul rata-rata komponen asam lemak penyusun minyak atau lemak, karena asam-asam lemak merupakan komponen terbesar yang terkandung dalam minyak atau lemak. Rata-rata nilai berat jenis biodiesel dapat dilihat pada Gambar 3.



Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil berbeda menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$).

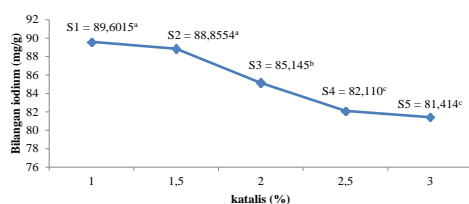
Gambar 3. Pengaruh konsentrasi katalis CaO terhadap densitas biodiesel

Berdasarkan Gambar 3. menunjukkan bahwa rata-rata berat jenis biodiesel yang dihasilkan berkisar 885,227-889,370 kg/m³. Berat jenis dari perlakuan S1, S2, S3, S4, dan S5 berbeda nyata terhadap masing-masing semua perlakuan. Semakin besar konsentrasi katalis CaO yang digunakan pada pembuatan biodiesel, maka berat jenis produk biodiesel yang dihasilkan semakin kecil, hal ini diduga terjadi karena dalam reaksi transesterifikasi minyak bereaksi dengan metanol terjadi secara sempurna sehingga minyak terkonversi menjadi metil ester. Menurut Setiawati dan Edwar (2012) nilai berat jenis merupakan salah satu indikator ada atau tidak adanya zat pengotor seperti sabun dan gliserol yang tidak bereaksi dengan metanol.

Berat jenis berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel. Aziz et al. (2011) menyatakan bahwa berat jenis yang rendah akan menghasilkan nilai kalor yang tinggi sedangkan biodiesel dengan berat jenis yang melebihi standar akan menyebabkan reaksi pembakaran tidak sempurna pada biodiesel. Biodiesel dengan mutu seperti ini tidak digunakan pada mesin diesel karena dapat meningkatkan keausan pada mesin, emisi, dan menyebabkan kerusakan pada mesin (Budiawan dkk, 2013). Berat jenis biodiesel menurut SNI adalah 850-890 kg/m³. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini telah memenuhi standar SNI biodiesel yaitu sebesar 885,227-889,370 kg/m³.

Bilangan Iodium

Bilangan iodium menunjukkan ketidakjenuhan asam lemak yang terkandung di dalam biodiesel. Asam lemak tak jenuh mampu mengikat iod dan membentuk senyawa yang jenuh. Banyaknya iod yang diikat menunjukkan banyaknya ikatan rangkap. Rata-rata nilai bilangan iodium biodiesel dapat dilihat pada Gambar 4.



Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama, menunjukkan berbeda tidak nyata (P<0,05).
Gambar 4. Pengaruh konsentrasi katalis CaO terhadap bilangan iodium biodiesel

Berdasarkan Gambar 4. menunjukkan bahwa rata-rata bilangan iodium biodiesel yang dihasilkan berkisar 81,414-89,601 mg/g. Semakin tinggi konsentrasi katalis yang digunakan maka nilai

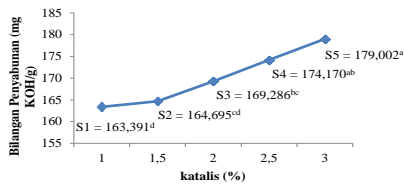
bilangan iodium yang dihasilkan semakin kecil hal ini kemungkinan terjadi akibat terjadinya pemutusan ikatan rangkap pada biodiesel selama reaksi transesterifikasi dan juga pemanasan pada saat mengeringkan biodiesel pada suhu tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian Sulastri (2011) yang menyatakan bahwa penurunan bilangan iodium minyak biji mahoni disebabkan pada saat proses pemurnian ada ikatan rangkap yang teradisi/terputus oleh pemanasan, udara, dan proses kimia.

Bilangan iodium menunjukkan banyaknya ikatan rangkap dua di dalam asam lemak penyusun biodiesel. Senyawa asam lemak tidak jenuh dapat meningkatkan performan biodiesel pada suhu rendah, karena senyawa ini memiliki titik leleh (melting point) yang lebih rendah (Knothe, 2005). Tingginya bilangan iodium pada biodiesel dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan saluran injeksi pada mesin diesel akibat asam lemak tidak jenuh mengalami ketidakstabilan akibat temperatur panas dan membentuk deposit serta mudah bereaksi dengan oksigen di atmosfer dan bisa terpolimerisasi membentuk material serupa plastik (Azam et al., 2005). Hasil yang diperoleh pada penelitian ini telah memenuhi standar SNI biodiesel yaitu sebesar 81,4143-89,6015.

Bilangan Penyabunan

Bilangan penyabunan adalah jumlah alkali yang dibutuhkan untuk menyabunkan sejumlah sampel biodiesel. Besarnya bilangan penyabunan tergantung dari bobot molekulnya, minyak yang mempunyai bobot molekul yang relatif kecil akan mempunyai bilangan penyabunan yang besar

begitu pula sebaliknya (Gunawan et al, 2014). Rata-rata nilai bilangan penyabunan biodiesel dapat dilihat pada Gambar 5.



Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama, menunjukkan berbeda tidak nyata ($P < 0.05$).
Gambar 5. Pengaruh konsentrasi katalis CaO terhadap bilangan penyabunan biodiesel

Berdasarkan Gambar 5. menunjukkan bahwa rata-rata bilangan penyabunan biodiesel yang dihasilkan berkisar 163,391-179,003 mg KOH/g. Semakin tinggi konsentrasi katalis yang digunakan maka semakin besar pula bilangan penyabunan biodiesel yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena dalam reaksi transesterifikasi terjadi reaksi saponifikasi antara katalis CaO dengan minyak yang menyebabkan terjadinya pemutusan rantai karbon pada minyak yang mengakibatkan berkurangnya berat molekul minyak sehingga bilangan penyabunannya meningkat.

Berat minyak berhubungan dengan panjang rantai karbon dalam asam lemak yang terkandung dalam trigliserida dan akan berpengaruh terhadap jumlah KOH yang diperlukan untuk menyabunkan minyak. Menurut Pesona et al. (2014) minyak atau lemak yang disusun oleh asam lemak berantai pendek berarti memiliki berat molekul atau berat jenis rendah maka akan mempunyai bilangan penyabunan yang relatif tinggi. Nilai penyabunan berhubungan erat dengan dengan nilai massa jenis biodiesel yang diperoleh. Menurut Kataren (2008) besarnya nilai massa

jenis biodiesel tergantung dari nilai bilangan penyabunan. minyak yang mempunyai massa jenis rendah akan mempunyai bilangan penyabunan yang lebih tinggi daripada minyak yang mempunyai massa jenis tinggi.

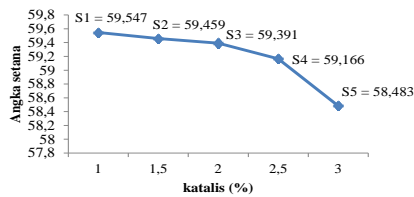
Peterson (2001) menyatakan bahwa penggunaan katalis basa ada kecendrungan terjadinya reaksi penyabunan dengan logam alkali dari katalis yang digunakan. Minyak atau lemak yang direaksikan dengan alkali berlebih dalam alkohol maka alkali tersebut akan bereaksi dengan trigliserida membentuk sabun. Jumlah katalis yang kurang akan menyebabkan reaksi transesterifikasi tidak berjalan maksimal sehingga hasil biodiesel yang diperoleh juga berkurang.

Hasil bilangan penyabunan biodiesel yang diperoleh pada penelitian ini adalah 163,3913-179,0027 mgKOH/g. Jumlah bilangan penyabunan menurut SNI biodiesel tidak ditentukan, tetapi semakin kecil bilangan penyabunan yang diperoleh maka biodiesel yang dihasilkan akan semakin baik dalam proses pembakaran dalam mesin diesel yang digunakan. Penentuan bilangan penyabunan dalam penelitian ini digunakan untuk menghitung angka setana biodiesel.

Angka Setana

Angka setana menunjukkan seberapa cepat bahan bakar mesin diesel yang diinjeksikan ke ruang bakar bisa terbakar secara spontan setelah bercampur dengan udara. Semakin tinggi angka setana bahan bakar maka semakin cepat suatu bahan bakar mesin diesel terbakar setelah diinjeksikan ke dalam ruang bakar (Knothe, 2005). Rata-rata nilai angka setana biodiesel yang

dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengaruh konsentrasi katalis CaO terhadap angka setana biodiesel

Berdasarkan Gambar 6. menunjukkan bahwa rata-rata angka setana biodiesel yang dihasilkan berkisar 58,473-59,544. Semakin banyak katalis yang digunakan maka angka setana yang dihasilkan akan semakin rendah. Hal ini diduga terjadi karena fungsi katalis yang dapat mempercepat reaksi sehingga dalam reaksi transesterifikasi juga mempercepat terjadinya reaksi oksidasi yang menyebabkan terbentuknya ikatan rangkap pada rantai asam lemak minyak pangli. Menurut Tyson (2004) biodiesel yang mengandung asam lemak jenuh yang tinggi mempunyai angka setana yang tinggi, sedangkan yang mengandung asam lemak ikatan rangkap 1 yang tinggi mempunyai bilangan sedang serta yang mengandung asam lemak dengan ikatan rangkap 2 atau lebih mempunyai bilangan setana yang rendah.

Panjangnya rantai hidrokarbon yang terdapat pada asam lemak menyebabkan tingginya angka setana biodiesel dibandingkan dengan solar (Knothe, 2005). Angka setana pada bahan bakar diesel menunjukkan kualitas penyalaan bahan bakar, yang mengindikasikan kesiapan bahan bakar mesin diesel untuk menyala secara spontan pada kondisi suhu dan tekanan tertentu di ruang bakar. Semakin tinggi angka setana suatu bahan bakar maka waktu penundaan antara injeksi dan penyalaan semakin pendek dan kualitas penyalaan semakin baik.

Penelitian pembuatan biodiesel dari minyak biji pangli diperoleh angka setana sebesar 58,473-59,544, sedangkan standar SNI biodiesel untuk angka setana minimal 51. Jadi, biodiesel dari minyak biji pangli memenuhi standar SNI.

Rekapitulasi Hasil Analisis Perlakuan Terbaik

Berdasarkan parameter yang telah diamati (bilangan asam, massa jenis, bilangan penyabunan, bilangan iodium, dan angka setana) telah dipilih biodiesel perlakuan terbaik. Adapun rekapitulasi hasil untuk semua analisis semua perlakuan yang telah terpilih disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil analisis biodiesel perlakuan terbaik

Hasil analisis	SNI	Perlakuan				
		S1	S2	S3	S4	S5
Bilangan asam (mg KOH/g)	< 0,8	0,711	0,705	0,702	0,688	0,682
Massa jenis kg/m ³	850-890	889,37	888,71	887,88	886,41	885,22
Bilangan iodium g I ₂ /100g)	Maks 115	89,601	88,855	85,145	82,111	81,414
Bilangan penyabunan (mg KOH/g)	-	163,39	164,69	169,29	174,17	179,00
Angka setana	Min 51	59,544	59,447	59,383	59,162	58,473

Ket: Angka yang bercetak tebal adalah biodiesel dengan perlakuan terbaik

Penentuan perlakuan terbaik biodiesel yang dihasilkan pada

penelitian ini mengacu pada SNI 7182: 2006 tentang standar mutu

biodiesel. Data pada Tabel 5. menunjukkan bahwa biodiesel dengan bahan baku minyak pangi dengan katalis CaO dari cangkang telur ayam dengan perlakuan terbaik adalah perlakuan S5 (konsentrasi katalis CaO 3%) yang memiliki bilangan asam 0,682 mg KOH/g, massa jenis 885,22 kg/m³, bilangan iodium 81,414 g I₂/100 g, bilangan penyabunan 179,00 mgKOH/g, dan angka setana 58,473.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Perbedaan konsentrasi katalis CaO dan cangkang telur ayam tidak berpengaruh nyata terhadap bilangan asam dan angka setana tetapi berpengaruh nyata terhadap berat jenis, bilangan iodium, dan bilangan penyabunan biodiesel yang dihasilkan.
2. Perlakuan terbaik biodiesel yang dihasilkan diperoleh pada perlakuan S5 (katalis CaO 3%) menghasilkan rendemen sebesar 97,989%, dengan karakteristik biodiesel meliputi bilangan asam 0,682 mgKOH/g, berat jenis 885,22 kg/m³, bilangan penyabunan 179,00 mg KOH/g, bilangan iodium 81,414 gI₂/100g, dan angka setana 58,473.
3. Kualitas biodiesel yang dihasilkan memenuhi SNI biodiesel yang ditetapkan pemerintah dan standar bahan bakar solar.

Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, minyak biji pangi dapat dipakai sebagai alternatif bahan bakar biodiesel, untuk mengurangi pemakaian minyak sawit sebagai bahan bakar biodiesel.

DAFTAR PUSTAKA

- Asthasari, R. U. 2008. **Kajian proses pembuatan biodiesel dari minyak jelantah dengan menggunakan katalis abu tandan kosong sawit.** Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Azam, M. M., Waris, A., dan Nahar N. M. 2005. *Prospect and potential of fatty acid methyl ester of some non-traditional seed oils for use as biodiesel in India.* Journal Biomass dan Bioenergy, volume 29: 293-302.
- Aziz, I., Nurbayati, S., dan Badrul, U. 2011. **Pembuatan produk biodiesel dari minyak goreng bekas dengan cara esterifikasi dan transesterifikasi.** Jurnal Kimia Valensi, volume 2 (3): 443-448.
- Aziz, I., Nurbayati, S., dan Hakim, A. R. 2012. **Uji Karakteristik biodiesel yang dihasilkan dari minyak goreng bekas menggunakan katalis zeolit alam (H-Zeolit) dan KOH.** Jurnal Kimia Valensi, volume 2 (5): 541-547.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. **Standar Nasional Indonesia Biodiesel.** Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Budiawan, R., Zulfansyah, W. Fatra, dan Z. Helwani. 2013. *Off-grade palm oil as a renewable raw material for biodiesel production by two-step processes.* Proceedings International CheSA

- Conference, Chemical Engineering on Science and Application, 7: 40-50. Januari. Banda Aceh.
- Dalimunthe, I. S. 2016. **Sintesis biodiesel dari minyak jelantah menggunakan katalis basa heterogen berbasis dasar cangkang telur ayam.** Skripsi Fakultas Pertanian. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Fajar. 2010. **Pemanfaatan minyak biji kepayang sebagai bahan baku biodiesel.** Jurnal Riset dan Teknologi, volume 10 (2): 89-96.
- Helwani, Z., M. R. Othman, N. Aziz, J. Kim, dan W. J. N. Fernando. 2009. *Solid Heterogeneous Catalyst for Transesterification of Triglycerides with Methanol: Review.* *Applied Catalyst A: General*, volume 363 (1), 1-10.
- Kartika, I. A., dan Yuyun, P. 2012. **Optimasi Produksi Biodiesel dari Biji Jarak Pagar melalui Transesterifikasi *In Situ* Menggunakan Metode Respon Permukaan.** E-Jurnal Agroindustri Indonesia 1(2): 68-74. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ketaren, S. 2008. **Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan.** Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Knothe, G., 2005. *Dependence of biodiesel fuel properties on the structure of fatty acid alkyl esters.* *Journal Fuel Processing Technology*, volume 86 (1): 1059-1070.
- Muswardi. 2008. **Pengaruh perajangan dan lama pengasapan terhadap rendemen dan mutu minyak biji picung (*Pangium edule* Reinw).** Skripsi Fakultas Pertanian. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Pesona, N. M., W. S. Hadi, dan N. Wijayanti. 2014. **Karakteristik kimia fisik minyak kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) pasca netralisasi (kajian konsentersai NaOH dan lama waktu proses).** *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, volume 4 (1): 1-10.
- Peterson. 2001. **Pengaruh suhu dan konsentersasi KOH pada reaksi transesterifikasi berbasis katalis basa dalam pembuatan bahan bakar biodiesel dari minyak jarak (*Castrol oil*).** Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret Surakarta. Surakarta.
- Rahayu, G. S. 2009. **Pengaruh perbandingan berat bahan dan waktu ekstraksi terhadap minyak biji pepaya terambil.** *Jurnal Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi*, volume 4 (5): 147-151.
- Rohman, G. A. N., Fatmawati, F., dan Mahfud. 2015. **Pembuatan biodiesel dari minyak kelapa menggunakan *microwave* : penggunaan katalis KOH dengan konsentersasi rendah.** *Jurnal Teknik*, volume 5 (2): 2337-3539.
- Saputra, A. 2008. **Pengaruh perajangan dan lama pengosengan terhadap**

- rendemen dan mutu minyak biji picung (*Pangium edule* Reinw). Skripsi Fakultas Pertanian. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Setiawati, E. dan Edwar, F. 2012. **Teknologi pengolahan biodiesel dari minyak goreng bekas dengan teknik mikrofiltrasi dan transesterifikasi sebagai alternatif bahan bakar mesin diesel.** Jurnal Riset Industri, volume 6 (2): 1-11.
- Sulastrri. 2011. **Uji sifat fisiko-kimia dan pembuatan biodiesel dari minyak biji mahoni (*Swietenia mahagoni* (L.) Jacq.).**Tesis Program Studi Magister Ilmu Kimia. Universitas Indonesia. Jawa Barat.
- Stadelman, W. J. (2000). *Eggs and egg products.*In Encyclopedia of Food Science and Technology, second ed, Jhon Wiley and Sons. New York. pp. 593-599.
- Szybist, J. P., Taylor, J. D., Boehman, A. L., Mc Cormick, R. L. 2005. *Evaluation of formulation strategies to eliminate the biodiesel NO₃ effect.* Journal Fuel Processing Technology, volume 86: 1109-1126.
- Tyson, K. S., J. Bozell, R. Wallace, E. Petersen, dan L. Moens. 2004. *Biomassa Oil Analysis Research Needs and Recommendations.* National Renewable Energy Laboratory. United State of America.
- Ulfayana, S. dan Helwani, Z. 2014. *Natural zeolite for transesterification step catalyst in biodiesel production from palm off grade.*Regional Conference on Chemical Engineering. Yogyakarta.
- Wei, Z., Xu, C., and Li, B., 2009. *Application of waste eggshell as low-cost solid catalyst for biodiesel production.* Journal of Bioresource Technology, volume 100 (11): 2883-2885.