

CRUDE BIODIESEL SYNTHESIS FROM RUBBER SEED OIL

Doni Rahmat Wicakso^{*)}, Anniy Nurin Najma, Diah Ayu Retnowati
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani Km. 36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, Indonesia

*Email: doni.rahmat.w@ulm.ac.id

Abstract-Biodiesel is a diesel engine fuel made from oil containing triglycerides as well as rubber seed oil. This research aims to study how the extraction process of rubber seed oil, to know the effect of crude biodiesel manufacturing process by transesterification and esterification-transesterification and the addition of different catalysts on the transesterification process of crude biodiesel produced. Esterification process use H_2SO_4 catalyst and transesterification process use KOH and NaOH catalyst. The process of making crude biodiesel done by transesterification and can also by the merging of esterification-transesterification process. Based on this research, yield of crude biodiesel produced by transesterification and esterification-transesterification by using NaOH catalyst is 38% and 75,6%, while yielded by KOH catalyst is 22,5% and 80%. While the acid number obtained from the transesterification process and esterification-transesterification using KOH catalyst is the same that is 1.33 and for the NaOH catalyst is 1,83 and 1,68. Saponification number obtained from both processes using KOH catalysts were 24,68 and 26,37 and for NaOH catalysts were 18,51 and 20,20.

Keywords: Rubber seed oil, crude biodiesel, acid number, saponification number.

SINTESIS CRUDE BIODIESEL DARI MINYAK BIJI KARET

Abstrak-Biodiesel merupakan bahan bakar mesin diesel yang terbuat dari minyak yang mengandung trigliserida seperti minyak biji karet. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses ekstraksi minyak biji karet, mengetahui Pengaruh proses pembuatan *crude* biodiesel secara transesterifikasi dan esterifikasi-transesterifikasi serta penambahan katalis yang berbeda pada proses transesterifikasi terhadap *crude* biodiesel yang dihasilkan. Proses esterifikasi menggunakan katalis H_2SO_4 dan proses transesterifikasi menggunakan katalis KOH dan NaOH. Proses pembuatan *crude* biodiesel dilakukan secara transesterifikasi dan dapat pula dengan penggabungan proses esterifikasi-transesterifikasi. Berdasarkan penelitian dihasilkan *yield crude* biodiesel secara transesterifikasi dan esterifikasi-transesterifikasi dengan menggunakan katalis NaOH adalah 38% dan 75,6%, dan katalis KOH adalah 22,5% dan 80%. Sedangkan angka asam yang diperoleh dari proses transesterifikasi dan esterifikasi-transesterifikasi menggunakan katalis KOH adalah sama yaitu 1,33 dan untuk katalis NaOH adalah 1,83 dan 1,68. Serta angka penyabunan yang diperoleh dari kedua proses menggunakan katalis KOH adalah 24,68 dan 26,37 dan untuk katalis NaOH adalah 18,51 dan 20,20.

Kata kunci: Minyak biji karet, *crude* biodiesel, angka asam, angka penyabunan.

PENDAHULUAN

Bahan bakar nabati bioetanol dan biodiesel merupakan dua kandidat kuat pengganti bensin dan solar yang selama ini digunakan sebagai bahan bakar mesin Otto dan Diesel. Pemerintah Indonesia telah mencanangkan pengembangan dan implementasi dua macam bahan bakar tersebut, bukan hanya untuk menanggulangi krisis energi yang mendera bangsa namun juga sebagai salah satu solusi kebangkitan ekonomi masyarakat. Biodiesel pertama kali dikenalkan di Afrika Selatan sebelum Perang Dunia II sebagai bahan bakar kendaraan berat.

Biodiesel didefinisikan sebagai metil/etil ester yang diproduksi dari minyak tumbuhan atau hewan dan memenuhi kualitas untuk digunakan sebagai bahan bakar di dalam mesin diesel (Indartono, 2008).

Biodiesel adalah senyawa mono alkil ester yang diproduksi melalui reaksi transesterifikasi antara trigliserida (minyak nabati, seperti minyak sawit, minyak jarak dan lain-lain) dengan metanol menjadi metil ester dan gliserol dengan bantuan katalis basa. Biodiesel mempunyai rantai karbon antara 12 sampai 20 serta mengandung oksigen. Adanya oksigen pada

biodiesel membedakannya dengan petroleum diesel (solar) yang komponen utamanya hanya terdiri dari hidrokarbon. Jadi komposisi biodiesel dan petroleum diesel sangat berbeda (Indartono, 2008).

Biodiesel terdiri dari metil ester asam lemak nabati, sedangkan petroleum diesel adalah hidrokarbon. Biodiesel mempunyai sifat kimia dan fisika yang serupa dengan petroleum diesel sehingga dapat digunakan langsung untuk mesin diesel atau dicampur dengan petroleum diesel. Pencampuran 20% biodiesel ke dalam petroleum diesel menghasilkan produk bahan bakar tanpa

mengubah sifat fisik secara nyata. Produk ini di Amerika dikenal sebagai Diesel B-20 yang banyak (Indartono, 2008).

Suatu teknik pembuatan biodiesel hanya akan berguna apabila produk yang dihasilkannya sesuai dengan spesifikasi (syarat mutu) yang telah ditetapkan dan berlaku di daerah pemasaran biodiesel tersebut. Persyaratan mutu biodiesel di Indonesia sudah dibakukan dalam SNI-04-7182-2006, yang telah disahkan dan diterbitkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) (Soerawidjaja, 2006). Tabel 1 menyajikan persyaratan kualitas biodiesel yang diinginkan.

Tabel 1. Persyaratan kualitas biodiesel menurut SNI-04-7182-2006

No	Parameter dan satuannya	Satuan	Batas Nilai
1	Massa jenis pada 40°C	kg/m ³	850-890
2	Viskositas kinematika pada 40°C	mm ² /s	2.3-6.0
3	Angka setana	-	min. 51
4	Titik nyala (mangkuk tertutup)	°C	min. 100
5	Titik kabut	°C	maks. 18
6	Korosi bilah tembaga	-	maks. No.3
7	Air dan sedimen	%-volume	maks. 0,05
8	Temperatur distilasi 90%	°C	maks. 360
9	Abu tersulfatkan	%-b	maks. 0,02
10	Belerang	ppm-b (mg/ kg)	maks. 100
11	Fosfor	ppm-b (mg/ kg)	maks. 10
12	Angka asam	mg KOH/ g	maks. 0,8
13	Gliserol bebas	%-b	maks. 0,02
14	Gliserol total	%-b	maks. 0,24
15	Kadar ester alkil	%-b	min. 96,5
16	Angka iodium	%-b	maks. 115
17	Uji halphen	-	Negative

(Sumber: Soerawidjaja, 2006)

Beberapa negara telah menetapkan standar biodiesel. Penetapan standar biodiesel antara suatu negara dengan negara lainnya

berbeda. Standar ini disesuaikan dengan iklim dan kondisi masing-masing negara. Pada Tabel 2 dapat dilihat perbandingannya.

Tabel 2. Perbandingan Standar Biodiesel Internasional

Parameter Standar	Unit	Negara					
		Jerman DIN 51606	EU prEN 14214	Italia UNI 10635	Perancis Journal Officiel	Czechia CSN 656507	USA ASTM D6751-02
Densitas	kg/ m ³ (15°C)	875-900	860-900	860-900	870-900	870-900	-
Viskositas Kinematik	mm ² / s (40°C)	3,5-5,0	3,5-5,0	3,5-5,0	3,5-5,0	3,5-5,0	1,9-6,0
Distilasi	°C (95%)	-	-	≤ 360	≤ 360	≤ 360	≤ 360
Titik nyala	°C	≥ 110	≥ 120	≥ 100	≥ 100	≥ 110	≥ 130
CFPP	°C (summer)	≤ 0	≤ 5/ ≤ 0	≤ 0	-	≤ -5	-
Total sulfur	% mass	≤ 0,01	≤ 0,001	≤ 0,01	-	≤ 0,02	≤ 0,05
CCR	% mass (100%)	≤ 0,05	-	-	-	≤ 0,05	≤ 0,05
Bilangan Setana	-	≥ 49	≥ 51	-	≥ 49	≥ 48	≥ 47
Bilangan Asam	mg KOH/ g	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,8
Gliserol Bebas	% mass	≤ 0,02	≤ 0,02	≤ 0,05	≤ 0,02	≤ 0,02	≤ 0,02
Sulfated ash	% mass	≤ 0,03	≤ 0,02	-	-	-	≤ 0,02
Titik tuang	°C	-	≤ 0	-	≤ -10	≤ -8	-
Kandungan air	mg/ kg	≤ 300	≤ 500	≤ 700	≤ 200	≤ 500	-
Total kontaminasi	mg/ kg	≤ 0,20	≤ 24	-	-	≤ 24	-
Kandungan methanol	% mass	≤ 0,30	≤ 0,20	≤ 0,20	≤ 0,10	-	-
Kandungan ester	% mass	-	≥ 96,5	≥ 98	≥ 96,5	-	-
Trigliserida	% mass	≤ 0,40	≤ 0,20	≤ 0,10	≤ 0,20	-	-

Digliserida	% mass	≤ 0,40	≤ 0,20	≤ 0,20	≤ 0,20	-	-
Monogliserida	% mass	≤ 0,80	≤ 0,80	≤ 0,80	≤ 0,80	-	-
Total Gliserol	% mass	≤ 0,25	≤ 0,25	-	≤ 0,25	≤ 0,24	≤ 0,24
Bilangan Iod	-	≤ 115	≤ 120	-	≤ 115	-	-
Fosfor	mg/ kg	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 20	≤ 10

(Sumber: Hambali dkk., 2006)

Pohon karet pertama kali hanya tumbuh di Amerika Selatan, namun setelah percobaan berkali-kali oleh Henry Wickham, pohon ini berhasil dikembangkan di Asia Tenggara. Di mana sekarang ini tanaman ini banyak dikembangkan, sekarang Asia merupakan sumber karet alami. Tanaman karet berasal dari bahasa latin yang bernama *Havea brasiliensis* yang berasal dari Negara Brazil. Tanaman ini merupakan sumber utama bahan tanaman karet alam dunia. Padahal jauh sebelum tanaman karet ini dibudidayakan, penduduk asli diberbagai tempat seperti Amerika Serikat, Asia dan Afrika Selatan juga menggunakan pohon lain yang juga menghasilkan getah mirip lateks yang juga dapat diperoleh dari tanaman *Castillaelastica* (famili *moraceae*). Sekarang tanaman tersebut kurang dimanfaatkan lagi getahnya karena tanaman karet telah dikenal secara luas dan banyak dibudidayakan. Sebagai penghasil lateks tanaman karet dapat dikatakan satu-satunya tanaman yang dikebunkan secara besar-besaran (Nazarudin dkk., 2008).

Tanaman karet merupakan pohon yang tumbuh tinggi dan berbatang cukup besar Tinggi pohon dewasa mencapai 15-25 meter. Batang

tanaman biasanya tumbuh lurus dan memiliki percabangan yang tinggi diatas. Batang tanaman ini mengandung getah yang dikenal dengan nama lateks. Daun karet terdiri dari tangkai daun utama dan tangkai anak daun. Panjang tangkai daun utama 3-20 cm, sedangkan panjang tangkai anak daun sekitar 3-10 cm dan pada ujungnya terdapat kelenjar, biasanya ada tiga anak daun yang terdapat pada sehelai daun karet. Anak daun berbentuk eliptis, memanjang dengan ujung meruncing, tepinya rata dan gundul, biji karet terdapat dalam setiap ruang di dalam buah. Jadi jumlah biji biasanya ada tiga atau enam sesuai dengan jumlah ruang dan memiliki ukuran biji yang besar dengan kulit keras yang warnanya coklat kehitaman dengan bercak-bercak berpola yang khas. Akar tanaman karet merupakan akar tunggang sehingga akar ini mampu menopang batang tanaman yang tumbuh tinggi dan besar. Lebih lengkapnya, struktur botani tanaman karet ialah tersusun sebagai berikut: (Nazarudin dkk., 2008). Minyak nabati sebagai sumber utama biodiesel dapat dipenuhi oleh berbagai macam jenis tumbuhan, antara lain sebagaimana terdapat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Beberapa sumber minyak nabati yang potensial sebagai bahan baku biodiesel di Indonesia.

No	Nama Lokal	Nama Latin	Sumber Minyak	Isi % Berat Kering
1	Jarak Pagar	<i>Jathropa curcas</i>	Inti biji	40-60
2	Jarak Kaliki	<i>Ricinus communis</i>	Biji	45-50
3	Kacang Suuk	<i>Arachis hypogeal</i>	Biji	35-55
4	Kapuk/ Randu	<i>Ceiba pantandra</i>	Biji	24-40
5	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	Biji	40-50
6	Kecipir	<i>Psophocarpus tetrag</i>	Biji	15-20
7	Kelapa	<i>Cocos nucifera</i>	Inti biji	60-70
8	Kelor	<i>Moringa oleifera</i>	Biji	30-49
9	Kemiri	<i>Aleurites moluccana</i>	Inti biji	57-69
10	Kusambi	<i>Sleichera trijuga</i>	Sabut	30-49
11	Nimba	<i>Azadiruchta indica</i>	Inti biji	57-69
12	Saga Utan	<i>Adenantha pavonina</i>	Inti biji	55-70
13	Sawit	<i>Elais suincencis</i>	Sabut dan biji	45-70 + 46-54
14	Nyamplung	<i>Callophylum lanceatum</i>	Inti biji	40-73
15	Randu Alas	<i>Bombax malabaricum</i>	Biji	18-26
16	Sirsak	<i>Annona muricata</i>	Inti biji	20-30
17	Srikaya	<i>Annona squosa</i>	Biji	15-20

(Sumber: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, 2008)

METODE PENELITIAN

Alat

Peralatan Pengolahan Minyak Nabati

Alat-alat yang digunakan adalah alat ekstraksi, alat distilasi, *hot plate* dan *stirrer*, gelas beker dan corong pisah.

Peralatan crude Pembuatan Biodiesel Skala Laboratorium

Alat-alat yang digunakan adalah labu leher, kondensor, termometer, pemanas mantel, gelas ukur, gelas beker, corong, botol semprot,

statip, corong pisah, oven, neraca analitik dan piknometer.

Bahan

Pengolahan Minyak Nabati

Bahan-bahan yang digunakan adalah biji karet, *n-hexane* dan akuades.

Pembuatan Biodiesel

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Minyak nabati
Penelitian ini menggunakan minyak biji karet.
- b. Alkohol
Alkohol yang digunakan di dalam penelitian ini adalah metanol (CH_3OH). Kemurnian yang digunakan untuk metanol adalah 95 %.
- c. Katalis
Katalis yang akan digunakan dalam penelitian ini, yaitu katalis basa kalium hidroksida (KOH) dan natrium hidroksida (NaOH) untuk reaksi transesterifikasi. Katalis asam sulfat (H_2SO_4) untuk reaksi esterifikasi.

Prosedur Penelitian

Pengolahan Minyak Nabati

1. Proses pengambilan minyak nabati
Biji karet yang telah dihancurkan ditimbang sebanyak 500 gram. Ekstraksi dilakukan menggunakan pelarut *n-hexane* sebanyak 2000 mL, dengan suhu 65°C dan tekanan atmosfer. Hasil ekstraksi didistilasi untuk memisahkan antara pelarut dan minyak biji karet.
2. Proses Pemisahan asam lemak bebas (netralisasi)
Minyak biji karet dicampur dengan akuades sebanyak 10%-v minyak nabati disertai dengan pemanasan dan pengadukan sampai larutan bercampur kemudian memisahkan larutan menggunakan corong pisah, hal ini dilakukan sebanyak tiga kali.

Pembuatan Crude Biodiesel

1. Penyiapan dan analisa minyak nabati
Minyak biji karet yang dihasilkan diukur densitasnya dan dianalisa kandungan angka asamnya.
2. Proses Pertama (Transesterifikasi trigliserida)
Transesterifikasi dilakukan dengan mencampurkan minyak biji karet dan metanol dengan menggunakan katalis basa (KOH atau NaOH). Perbandingan total metanol dengan minyak biji karet adalah 6 : 1. Jumlah katalis yang digunakan sebanyak 1%-b minyak biji karet. Proses transesterifikasi pada setiap penambahan katalis yang berbeda diberikan suhu 55°C disertai pengadukan dengan laju 400 rpm selama 30 menit. Produk dipisahkan ke

dalam corong pisah dan mendekantasinya sampai terbentuk cairan dua fasa atau mendiampkannya selama 12 jam. Kemudian memisahkan hasil dekantasi dan mencuci metil ester yang dihasilkan menggunakan akuades sebanyak 10%-volume metil ester sebanyak tiga kali kemudian memisahkannya dengan corong pisah. Sisa-sisa air dalam metil ester yang telah dicuci dikeringkan dengan mengovenya selama ± 10 menit dengan suhu 90°C . Apabila masih terdapat sisa air melakukan pengeringan kembali sampai didapat *crude* biodiesel yang bebas air.

3. Pembuatan Crude Biodiesel Proses Kedua (Esterifikasi-Transesterifikasi)

Proses esterifikasi dilakukan dengan mencampurkan minyak biji karet dan metanol dengan menggunakan katalis asam (H_2SO_4). Perbandingan total metanol dengan minyak biji karet adalah 6 : 1. Jumlah katalis yang digunakan sebanyak 0,5%-b minyak biji karet. Kemudian memasukkan campuran dan melakukan proses transesterifikasi pada setiap penambahan katalis yang berbeda diberikan suhu 55°C disertai pengadukan dengan laju 400 rpm selama 30 menit. Produk yang dihasilkan dimasukkan ke dalam corong pisah dan mendekantasinya sampai terbentuk cairan dua fasa atau mendiampkannya selama 12 jam. Kemudian memisahkan dan mencuci metil ester yang dihasilkan menggunakan akuades sebanyak 10%-volume metil ester sebanyak tiga kali kemudian memisahkannya dengan corong pisah. Sisa-sisa air dalam metil ester yang telah dicuci dikeringkan dengan mengovenya selama ± 10 menit dengan suhu 90°C . Apabila masih terdapat sisa air melakukan pengeringan kembali. Proses transesterifikasi dilakukan sama seperti proses transesterifikasi pada proses pertama, tetapi menggunakan minyak yang diperoleh dari proses esterifikasi.

Analisa Hasil

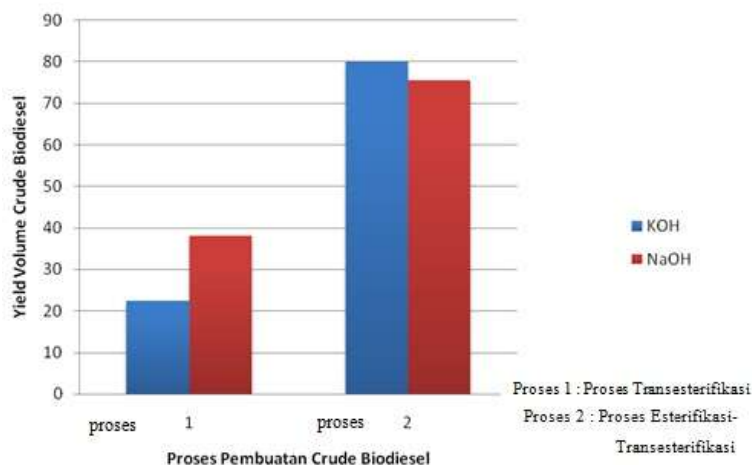
Crude biodiesel yang didapatkan dianalisa menggunakan analisa angka asam dan analisa angka penyabunan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter-parameter yang akan dianalisa dalam penelitian ini adalah persentase *yield* produk, angka asam dan angka penyabunan.

Yield Produk

Perbandingan volume *crude* biodiesel yang dihasilkan dari kedua proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan *Yield Volume Crude Biodiesel* yang Dihasilkan dari Proses Pertama dan Proses Kedua Ditinjau dari Katalis Basa yang Digunakan

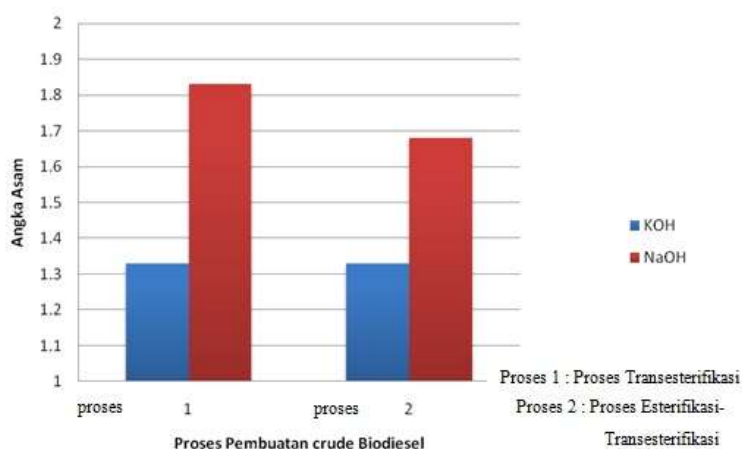
Pada proses pembuatan *crude biodiesel* dengan proses pertama volume produk yang dihasilkan dengan menggunakan katalis KOH adalah 45 mL dengan *yield* produk 22,5%, sedangkan apabila menggunakan katalis NaOH menghasilkan *crude biodiesel* sebesar 76 mL dengan *yield* produk 38%. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa penggunaan katalis NaOH menghasilkan *yield* produk terbaik yaitu 38%. Hal ini disebabkan pada katalis ini tidak terlalu banyak produk yang terkonversi menjadi sabun.

Sedangkan pada minyak yang dibuat menjadi *crude biodiesel* dengan proses kedua menghasilkan *crude biodiesel* sebanyak 90 mL dengan *yield* produk 80% untuk penggunaan katalis KOH dan menghasilkan *crude biodiesel* sebanyak 85 mL dengan *yield* produknya 75,6% untuk penggunaan katalis NaOH. Dari hasil ini dapat diketahui *yield* produk terbaik yaitu 80% bila menggunakan katalis KOH. Hal ini disebabkan banyak minyak yang terkonversi menjadi produk.

Dari kedua proses ini dapat diketahui terdapat perbedaan yang cukup besar antara produk yang dihasilkan dengan proses pertama dan proses kedua. Hal ini dapat terlihat dari perbedaan *yield* yang dihasilkan. Pada saat minyak biji karet diberi perlakuan dengan proses pertama selain menghasilkan produk, juga menghasilkan lebih banyak sabun. Hal ini disebabkan karena besarnya angka asam dari minyak biji karet. Sedangkan pada proses kedua akan menghasilkan produk yang lebih besar karena tidak ada minyak yang terkonversi menjadi sabun karena proses esterifikasi ini mampu mengurangi kandungan asam dari minyak.

Analisa Angka Asam

Perbandingan angka asam *crude biodiesel* yang dihasilkan dari kedua proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



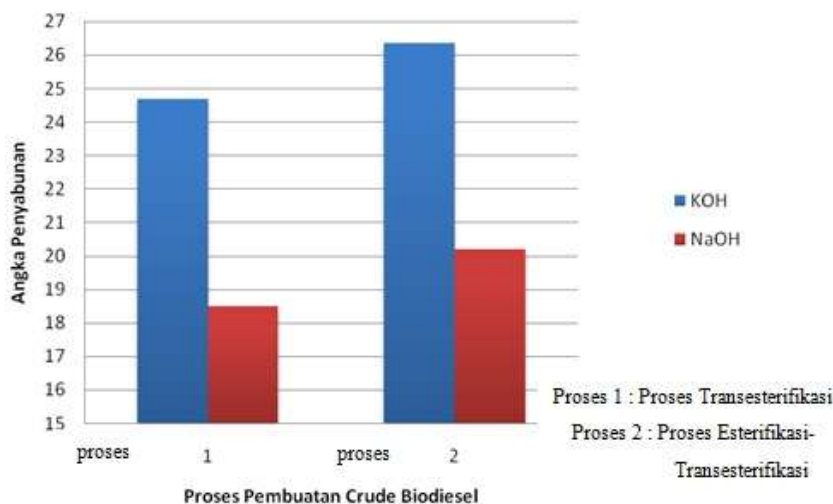
Gambar 2. Perbandingan Kandungan Angka Asam *Crude Biodiesel* yang Dihasilkan Menggunakan Proses Pertama dan Proses Kedua Ditinjau dari Penggunaan Katalis Basa

Dari Gambar 2 terdapat variasi hasil kandungan angka asam yang terkandung dalam *crude* biodiesel antara proses pertama dan proses kedua apabila menggunakan katalis NaOH yaitu menghasilkan angka asam 1,83 untuk proses pertama dan menghasilkan angka asam sebesar 1,68 untuk proses kedua. Sedangkan angka asam yang dihasilkan pada proses pertama dan kedua apabila menggunakan katalis KOH adalah sama, yaitu 1,33. Dari kedua proses didapatkan perbedaan nilai angka asam yang tidak begitu besar, karena dalam kedua proses pembuatan digunakan katalis yang memiliki sifat yang sama. Katalis basa yang digunakan dalam penelitian ini merupakan katalis yang termasuk dalam golongan alkali yang merupakan unsur basa kuat. Akan tetapi kedua katalis ini memiliki perbedaan dalam membantu terkonversinya bahan baku menjadi produk. Pada saat bahan baku hanya mengalami proses transesterifikasi katalis KOH memberikan

kualitas produk yang terbaik dibandingkan dengan katalis NaOH, begitu pula pada saat bahan baku mengalami proses esterifikasi-transesterifikasi katalis KOH memberikan kualitas terbaik dibandingkan dengan katalis NaOH walaupun produk yang dihasilkan menggunakan katalis NaOH mengalami penurunan nilai angka asamnya. Hal ini terjadi karena kedua katalis ini merupakan katalis basa kuat, akan tetapi kedua katalis ini memiliki sifat unsur yang berbeda. Berdasarkan sifat unsurnya unsur Na merupakan unsur basa pada kulit ketiga sedangkan unsur K berada pada kulit keempat, sehingga sifat basanya lebih kuat unsur K dibandingkan unsur Na.

Analisa Angka Penyabunan

Perbandingan angka penyabunan *crude* biodiesel yang dihasilkan dari kedua proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan Kandungan Angka Penyabunan *Crude* Biodiesel yang Dihasilkan Menggunakan Proses Pertama dan Proses Kedua Ditinjau dari Penggunaan Katalis Basa

Dari Gambar 3 diketahui terdapat peningkatan jumlah metil ester yang terbentuk dari kedua proses. Apabila kedua proses tersebut dibandingkan antara katalis KOH dan katalis NaOH pada saat proses transesterifikasi terjadi peningkatan jumlah metil ester yang tersabunkan. Katalis KOH memberikan hasil angka penyabunan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan katalis NaOH. Peningkatan angka penyabunan seiring dengan peningkatan volume dari *crude* biodiesel yang dihasilkan seperti terlihat pada Gambar 1 dan berbanding terbalik dengan kandungan angka asam yang terkandung di dalam *crude* biodiesel seperti pada Gambar 2. Akan tetapi pada katalis NaOH volume produk yang dihasilkan lebih tinggi dan kandungan asam dalam *crude* biodiesel juga tinggi. Hal ini disebabkan katalis NaOH mampu

mengubah minyak biji karet lebih banyak dibandingkan katalis KOH tetapi *crude* biodieselnnya mengandung asam lemak lebih banyak pula.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut: (1) Minyak biji karet diperoleh secara ekstraksi dengan densitas dari minyak tersebut adalah 0,72 g/mL dan kandungan angka asamnya adalah 10,85. (2) Angka asam yang terkandung dalam *crude* biodiesel yang dihasilkan secara esterifikasi menggunakan katalis KOH adalah 1,33 dan katalis NaOH adalah 1,83 ; sedangkan untuk proses esterifikasi-transesterifikasi menggunakan katalis KOH adalah 1,32 dan katalis NaOH adalah

1,68. (3) Angka penyabunan yang terkandung dalam *crude* biodiesel yang dihasilkan secara esterifikasi menggunakan katalis KOH adalah 24,68 dan katalis NaOH adalah 18,51 ; sedangkan untuk proses esterifikasi-transesterifikasi menggunakan katalis KOH adalah 26,37 dan katalis NaOH adalah 20,20. (4) Dari kedua proses pembuatan *crude* biodiesel yang lebih baik adalah secara esterifikasi-transesterifikasi karena tidak begitu banyak menghasilkan sabun dan *yield* produk yang dihasilkan tinggi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang terlibat bingga terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Fessenden, Ralph J., dan Joan S. Fessenden, 1997, *Kimia Organik Jilid 2*, Erlangga, Jakarta.
- Hambali, Erliza, dkk., 2006, *Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Indartono, Yuli Setyo, 2008, *Biodiesel*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Nazarudin, dkk., 2008, *Karet*, Erlangga, Jakarta.
- Soerawidjaja, Tatang H., 2006, *Fondasi-Fondasi Ilmiah dan Keteknikan dari Teknologi Pembuatan Biodiesel*, Handout Seminar Nasional “Biodiesel Sebagai Energi Alternatif Masa Depan”, UGM Yogyakarta.
- Tim Dosen Teknik Kimia, 2007, *Bahan Ajar Proses Industri Kimia II*, Program Studi Teknik Kimia FT-UNLAM, Banjarbaru.