

PENGARUH WAKTU REAKSI DAN KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP KONVERSI BIODIESEL DARI LEMAK AYAM DENGAN PROSES TRANSESTERIFIKASI

Siti Miskah*, Ria Apriani, Dita Miranda

*Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jalan Palembang-Prabumulih Km.32 Ogan Ilir Sumsel 30662
Email: sitimiskah@gmail.com

Abstrak

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif dari bahan mentah terbarukan selain bahan bakar diesel dari minyak bumi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh waktu reaksi dan kecepatan pengadukan pada pembuatan biodiesel dari lemak ayam terhadap konversi dan karakteristik biodiesel dengan katalis kapur tohor dan proses transesterifikasi. Variabel kontrol yang digunakan adalah bahan baku yang digunakan berupa lemak ayam yang diambil dari limbah pedagang ayam potong dipasar Indralaya, Ogan Ilir, temperatur reaksi 60°C, rasio perbandingan minyak ayam dan metanol adalah 1:6. Variasi waktu reaksi yang digunakan 20 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, dan 150 menit. Dan variasi kecepatan pengadukan 500 rpm, 750 rpm, 1000 rpm, 1250 rpm, dan 1500 rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu reaksi 75 menit dan kecepatan pengadukan 750 rpm menghasilkan konversi tertinggi yaitu 89,47%, dengan densitas 0,868 gr/cm³, viskositas kinematik 5,7057 cSt, titik nyala 205 °C, angka setana 105,8 dan karakteristik bioiesel tersebut memenuhi standar mutu bioiesel berdasarkan SNI No.04-7182-2006.

Kata Kunci: Biodiesel, lemak ayam, kapur tohor, transesterifikasi

Abstract

Biodiesel is an alternative fuel from renewable raw materials other than diesel fuel from petroleum. This research aims to investigate the influence of reaction time and stirring speed in making biodiesel from chicken fat in conversions and characterizing the biodiesel with a quicklime catalyst transesterification process. The control variables are the raw materials which are used in the form of chicken fat is taken from the waste of chicken broilers merchant in Indralaya, Ogan Ilir, reaction temperature is 60°C, the ratio of chicken fat and methanol is 1: 6. Variations of reaction time are 20 minutes, 60 minutes, 90 minutes, 120 minutes and 150 minutes, and variations of stirring speed are 500 rpm, 750 rpm, 1000 rpm, 1250 rpm and 1500 rpm. The results showed that the reaction time at 75 minutes at the stirring speed of 750 rpm produces the highest conversion that is 89.47%, with 0.868 g/cm³ density, kinematic viscosity is 5.7057 cSt, flash point is 205°C, with 105.8 cetane number and characteristics of the biodiesel biodiesel has met quality standards of ISO No.04-7182-2006.

Keywords: Biodiesel, fat chicken oil, calcium oxide, transesterification.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya zaman dan pola kehidupan manusia yang terus mengalami perkembangan mengakibatkan kebutuhan energi semakin meningkat, serta kebutuhan sarana transportasi dan aktivitas industri yang berakibat

pada peningkatan kebutuhan dan konsumsi bahan bakar minyak (BBM). Sehingga ketersediaan energi khususnya bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui semakin menipis, bahkan diperkirakan semakin lama akan habis.

Indonesia terancam mengalami krisis energi dalam beberapa tahun mendatang. Penyebabnya adalah terjadi kesenjangan antara permintaan energi yang tinggi dan pasokan produksi minyak di dalam negeri. Pada 2015 Indonesia kekurangan pasokan minyak dan gas 2,4-2,5 juta *barrel* per hari (Dipnala Tamzil, 2015). Pemerintah mengeluarkan kebijakan energi nasional melalui Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 5 tahun 2006 tentang pengembangan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak. Secara umum, jenis bahan bakar alternatif dari bahan nabati tersebut dinamakan biodiesel (bahan bakar pengganti solar) dan bioetanol (bahan bakar pengganti bensin).

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif dari bahan mentah terbaharukan (*renewable*) selain bahan bakar diesel dari minyak bumi. Produksi biodiesel yang dikembangkan umumnya dibuat dari minyak tumbuhan (minyak kedelai, *canola oil*, *crude palm oil*), lemak hewani (*beef talow*, *lard*, lemak ayam, lemak sapi) dan bahkan dari minyak goreng bekas. Proses yang biasa digunakan dalam pembuatan biodiesel adalah transesterifikasi.

Lemak ayam dipasar Indralaya, Ogan Ilir merupakan salah satu limbah dari penjual ayam potong. Kandungan lemak ayam sekitar 10% berat, dan lemak ayam belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dan sering dibuang sebagai limbah. Oleh karena itu, lemak ayam dapat digunakan sebagai bahan baku biodiesel untuk menanggulangi pencemaran lingkungan serta menunjang ketahanan energi. Katalis berupa kapur tohor adalah hasil kalsinasi batu kapur yang harganya cukup murah. Diantara oksida alkali, kalsium oksida (CaO) banyak digunakan untuk transesterifikasi karena memiliki kekuatan basa yang tinggi, ramah lingkungan, kelarutan rendah dalam metanol dan dapat disintesis dari sumber yang murah seperti batu kapur, kalsium hidroksida, batugamping, dll. (Zabeti dkk, 2009).

Biodiesel

Biodiesel adalah bahan bakar mesin diesel yang terbuat dari sumberdaya hayati yang berupa minyak lemak nabati atau lemak hewani yang telah digunakan sebagai alternatif atau dicampur dengan minyak solar di mobil dan armada industri dengan mesin diesel.

Biodiesel harus mempunyai kemiripan sifat fisik dan kimia dengan solar agar dapat digunakan sebagai pengganti solar. Salah satu sifat fisik yang penting adalah viskositas. Perbandingan sifat fisik dan sifat kimia

biodiesel dengan minyak solar disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan sifat fisik dan kimia biodiesel dan solar

Sifat fisik / kimia	Biodiesel	Solar
Komposisi	Ester alkil	Hidrokarbon
Densitas, g/ml	0,8624	0,8750
Viskositas, cSt	5,55	4,6
Titik kilat, °C	172	98
Angka setana	62,4	53
Energi yang dihasilkan	40,1 MJ/kg	45,3 MJ/kg

(Sumber: *Internasional Biodiesel*, 2001)

Dibandingkan dengan minyak solar, biodiesel mempunyai beberapa keunggulan. Keunggulan utamanya adalah emisi pembakarannya yang ramah lingkungan karena mudah diserap kembali oleh tumbuhan dan tidak mengandung SO_x. Jika dibandingkan dengan solar, biodiesel memiliki kelebihan sebagai berikut:

- Memiliki sifat pelumasan terhadap piston mesin karena termasuk kelompok minyak tidak mengering (*non-drying oil*)
- Mampu mengeliminasi efek rumah kaca
- Salah satu *renewable energy* (energi terbarukan) karena terbuat dari bahan alam yang dapat diperbarui sehingga kontinuitas ketersediaan bahan baku dapat terjamin
- Meningkatkan independensi suplai bahan bakar karena dapat diproduksi secara lokal.
- Keuntungan pada segi lingkungan dari biodiesel dibandingkan dengan solar yaitu:
 - Bahan bakar ramah lingkungan karena menghasilkan emisi gas buang lebih baik yaitu *free sulphur* (bebas sulfur), *smoke number* (bilangan asap) rendah dan angka setana *cetane number* lebih tinggi (>60) sehingga efisiensi pembakarannya lebih baik;
 - Biodiesel mengandung aroma hidrokarbon yang lebih sedikit;
 - Biodiesel mengurangi emisi CO kira-kira 50 % dan CO₂ sebesar 78 % di dalam neto *lifecycle* karena emisi biodiesel yang berupa karbon didaur ulang dari karbon yang sudah ada di atmosfer;
 - Pembakarannya terbakar sempurna (*clean burning*) hingga tidak menghasilkan racun dan dapat terurai.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI), berikut standar mutu biodiesel:

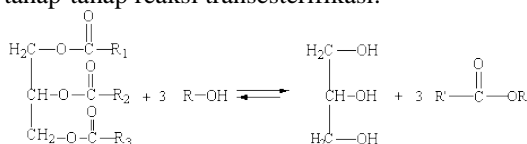
Tabel 2. Standar SNI untuk Biodiesel SNI 7182:2012

No.	Parameter	Satuan	Nilai
1.	Massa jenis pada 40°C	kg/m ³	850-890
2.	Viskositas kinematik pada 40°C	mm ² /s (cSt)	2,3-6,0
3.	Angkat Setana	-	min. 51
4.	Titik nyala	°C	min. 100
5.	Titik kabut	°C	min. 18
6.	Air dan sedimen	%-vol	maks. 0,05
7.	Abu tersulfatkan	%-massa	maks. 0,02
8.	Belerang	mg/kg	maks. 100
9.	Fosfor	mg/kg	maks. 10
10.	Angka asam	mg-KOH/g	maks. 0,6
11.	Gliserol bebas	%-massa	maks. 0,02
12.	Gliserol total	%-massa	maks. 0,24

(SK Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2013)

Proses Transesterifikasi

Reaksi transesterifikasi sering disebut reaksi alkoholisis, yaitu reaksi antara trigliserida dengan alkohol menghasilkan ester dan gliserin. Alkohol yang sering digunakan adalah metanol, etanol, dan isopropanol. Berikut ini adalah tahap-tahap reaksi transesterifikasi:



Trigliserida 3(alkohol) gliserin 3(ester)

Trigliserida bereaksi dengan alkohol membentuk ester dan gliserin. Kedua produk dari reaksi ini membentuk dua fasa yang bertingkat sehingga mudah dipisahkan. Fasa gliserin terletak dibawah dan fasa ester alkil diatas. Ester dapat dimurnikan lebih lanjut untuk memperoleh biodiesel yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, sedangkan gliserin dimurnikan sebagai produk samping pembuatan biodiesel. Gliserin merupakan senyawa penting dalam industri. Gliserin digunakan sebagai pelarut, bahan kosmetik, sabun cair, dan lain-lain.

Lemak Hewani

Salah satu dari pembuatan biodiesel dapat dilakukan dengan menggunakan lemak hewan, seperti lemak sapi yang memiliki harga yang murah dan sering tidak dikonsumsi lagi, sedangkan tingkat konsumsi daging sapi di Indonesia nomor dua setelah daging ayam dilihat dari konsumsi daging menurut jenis daging per kapita. Lemak ayam dapat disimpan untuk waktu reaksi yang lama tanpa perlu pencegahan dan disimpan dalam tempat kedap udara untuk mencegah terjadinya oksidasi (Affandi, dkk., 2013). Asam lemak merupakan asam organik

Berdasarkan penelitian sebelumnya tentang karakteristik lemak hewani (ayam, sapi dan babi) hasil analisa FTIR dan GCMS, maka pada tabel di bawah ini dapat dilihat komposisi asam lemak pada lemak ayam.

Tabel 3. Komposisi asam lemak pada lemak ayam

Asam Lemak	Persentase asam lemak (%)
Asam Kaprilat C8:0	Td
Asam Kaprat C10:0	Td
Asam Laurat C12:0	Td
Asam Misirat C14:0	0,74
Asam Palmitoetat C16:1	7,01
Asam Palmiat C16:0	27,24
Asam Margarta C17:0	Td
Asam Linoleat C18:2	16,36
Asam Oleat C18:1	38,35
Asam Stearat C18:0	5,56
Asam Arakidonat C20:4	0,87
Asam Eikosenat C20:1	0,41
Asam Arakat C20:0	Td

(Sumber: Sandra Hermanto dan Anna Muawanah, 2008)

Metanol

Metanol juga dikenal sebagai metil alkohol, *wood alcohol* atau spiritus, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CH₃OH. Ia merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada keadaan atmosfer ia berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol). Metanol digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar dan sebagai bahan additif bagi etanol industri.

Untuk membuat biodiesel, ester dalam minyak nabati perlu dipisahkan dengan gliserol. Ester tersebut merupakan bahan bakar penyusun biodiesel. Selama proses transesterifikasi, komponen gliserol dari minyak nabati digantikan oleh metanol. Metanol adalah alkohol yang dapat dibuat dari batubara, gas alam, atau kayu. (Said, 2009).

Sifat fisik :

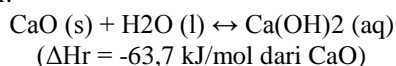
- a) Freezing point/melting point : -98°C
- b) Boiling point (760mmHg) : 64.7°C
- c) Flash point : 11°C
- d) Viscosity (20°C) : 0,55 Cp

Sifat kimia:

- a) Rumus molekul : CH₃OH
- b) Berat molekul : 32.04 g mol⁻¹
- c) Solubility : miscible
- d) Bersifat polar

Katalis Kapur Tohor (CaO)

Salah satu kegunaan kapur mentah atau kapur tohor (CaO) adalah sebagai katalis basa dalam produksi biodiesel. Liu dkk (2008) melaporkan pemanfaatan CaO untuk transesterifikasi minyak kedelai dengan methanol menghasilkan *Yield* biodiesel 95% dalam waktu 3 jam pada suhu 65°C dan 8% katalis CaO. Kapur tohor atau dikenal dengan nama kimia Kalsium Oksida (CaO) adalah hasil pembakaran kapur mentah (Kalsium Karbonat atau CaCO₃) pada suhu kurang lebih 900°C jika disiram dengan air maka kapur tohor akan menghasilkan panas dan berubah menjadi kapur padam (Kalsium Hidroksida atau Ca(OH)₂). Saat kapur tohor disiram dengan air terjadi reaksi:



Nama IUPAC kapur tohor ialah Kalsium oksida, nama lainnya Kapur mentah, kapur bakar, kapur tohor. Adapun sifat-sifatnya adalah:

Sifat fisik dan kimia Kapur Tohor

- a) Rumus Molekul : CaO
- b) Massa Molar : 56,0774 gr/mol
- c) Penampilan : serbuk putih/kuning /coklat pucat
- d) Bau : tidak berbau
- e) Densitas : 3,34 gr/cm³
- f) Titik Lebur : 2613°C, 2886 K, 4375°F
- g) Titik Didih : 2850°C, 3123 K (100 hPa)
- h) Kelarutan dalam air : 1,19 gr/liter (25°C), 0,57 gr/liter (100°C).

- i) Kelarutan dalam asam : larut (juga didalam gliserol, larutan gula)
- j) Kelarutan dalam methanol : tidak larut (juga didalam dietil eter, n-Oktanol)
- k) Keasaman (pKa) : 12,8
- l) Entropi molar standar S_{298}° : 40 J·mol⁻¹·K⁻¹
- m) Entalpi pembentukan standar $\Delta_f H^{\circ} 298$: -635 kJ·mol⁻¹
- n) Titik nyala : Tidak terbakar

Pengaruh Waktu Reaksi dan Kecepatan Pengadukan

Proses transesterifikasi dipengaruhi oleh beberapa faktor penting, antara lain:

1. Waktu Reaksi

Waktu reaksi berbanding lurus dengan produk yang dihasilkan. Semakin lama waktu reaksi semakin banyak produk yang dihasilkan karena keadaan ini akan memberikan kesempatan terhadap molekul-molekul reaktan untuk bertumbukan satu sama lain. Namun setelah kesetimbangan tercapai tambahan waktu reaksi tidak mempengaruhi reaksi, melainkan dapat menyebabkan produk berkurang karena adanya reaksi balik, yaitu metil ester terbentuk menjadi trigliserida (Affandi, dkk., 2013).

2. Kecepatan Pengadukan

Proses pengadukan dapat meningkatkan pergerakan partikel materi. Dengan meningkatnya pergerakan partikel materi, maka peristiwa tumbukan dan kontak antarpartikel materi pun akan makin sering. Dengan begitu, reaksi kimia akan berlangsung makin cepat. Oleh karena itu, agar reaksi kimia berlangsung lebih cepat, maka zat-zat yang bereaksi memerlukan pengadukan.

Parameter Spesifikasi Biodiesel

1. Cetane number

Pada solar atau bahan bakar untuk mesin diesel dikenal nilai setane/*cetane number*. Nilai cetane adalah kemampuan suatu bahan bakar untuk mempersingkat *delay ignition* (penundaan pembakaran). *Delay ignition* adalah jarak waktu antara pemasukan/injeksi bahan bakar oleh injektor dengan dimulainya bahan bakar tersebut terbakar. Angka setane juga dapat diartikan kemampuan bahan bakar untuk menyala dengan cepat setelah diinjeksi. Secara umum, biodiesel memiliki angka cetane yang lebih tinggi dibandingkan dengan solar. Biodiesel pada memiliki angka cetane minimal 51, sedangkan bahan bakar diesel no. 2 memiliki angka cetane 47 – 55 (Bozbas, 2005). Panjangnya

rantai hidrokarbon yang terdapat pada ester (fatty acid alkyl ester, misalnya) menyebabkan tingginya angka cetane biodiesel dibandingkan dengan solar (Knothe, 2005).

2. Titik Nyala (*flash point*)
Titik nyala adalah suhu dimana uap yang ada di atas minyak dapat menyala sementara atau akan meledak seketika kalau ada api. Analisa titik nyala digunakan untuk menunjukkan indikasi jarak didih, dimana dibawah suhu tersebut minyak akan aman tanpa adanya bahaya api. Alat yang digunakan untuk analisa titik nyala diantaranya *open cup & phensky Marten*. Minyak dipanaskan dengan kecepatan 2-10°F per menit. Setiap pemeriksaan, nyala api diberikan ke uap minyak selama interval waktu 30 detik kemudian suhunya dicatat. (Ali Fasya, 1998)
3. Viskositas
Meupakan ukuran ketahanan terhadap aliran. Tujuan analisa viskoitas adalah mengetahui kekentalan minyak pada suhu tertentu sehingga minyak dapat dialirkan pada suhu tersebut. Peralatan yang digunakan untuk pengukuran viskositas diantaranya *saybold universal viscosity* dan *saybold furol viscosity*. Analisa viskositas dilakukan dengan mencatat lama waktu pengaliran sebuah minyak dalam sebuah wadah pada volume tertentu melalui lubang (*office*) tertentu dan pada suhu tertentu. Angka viskositas digunakan untuk menentukan nilai index viskositas. Angka index viskositas menunjukkan perubahan nilai viskositas akibat perubahan suhu. Jika angka index viskositas tinggi maka viskositasnya relative tidak berubah terhadap perubahan suhu. Jika angka index viskositas rendah maka viskositasnya sangat dipengaruhi oleh perubahan suhu. (Ali Fasya, 1998).
4. Densitas
Parameter seperti densitas minyak atau metil ester (biodiesel) dipengaruhi panjang rantai asam lemak, ketidakjenuhan, dan temperatur lingkungan (Formo, 1979). Seperti halnya viskositas, semakin panjang rantai asam lemak, maka densitas akan semakin meningkat. Ketidakjenuhan juga mempengaruhi densitas, dimana semakin banyak jumlah ikatan rangkap yang terdapat dalam produk akan terjadi penurunan densitas. Biodiesel hams stabil pada suhu rendah. Semakin rendah suhu,

maka densitas biodiesel akan semakin tinggi dan begitu juga sebaliknya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Analisa dan Instrumentasi dan Grha Pertamina Universitas Sriwijaya pada 03 Oktober 2016-20 November 2016. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode transesterifikasi.

Variabel Yang Diteliti

1. Variabel tetap adalah rasio lemak ayam : metanol = 1 :6, jumlah katalis 6% berat minyak dari lemak ayam.
2. Variabel berubah terdiri dari waktu reaksi dan kecepatan pengadukan

Alat dan Bahan

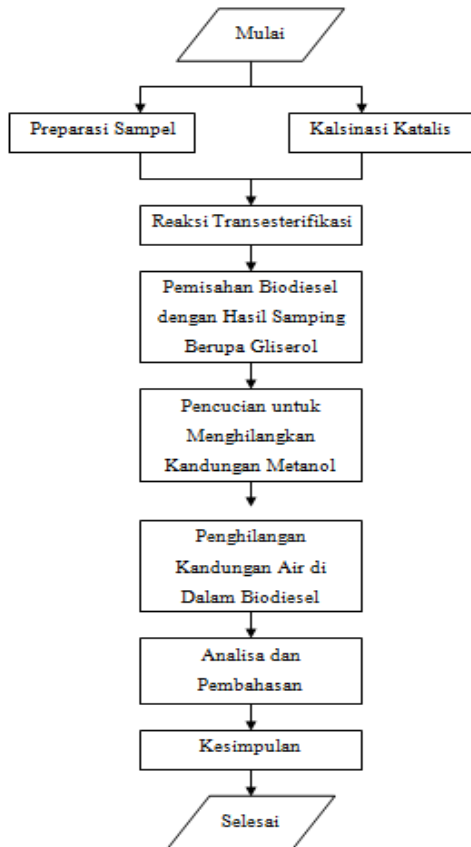
Alat

1. Labu leher tiga
2. *Magnetic stirrer*
3. *Furnace*
4. *Hot Plate*
5. Kondenser
6. Termometer
7. Pompa
8. Statif dan klem
9. Buret
10. Corong pemisah
11. Kertas saring
12. Alat-alat gelas (beaker gelas, gelas ukur, erlenmeyer, batang pengaduk, dll)
13. pH indikator
14. Ayakan/*Screening*
15. Kompor
16. Neraca analitik
17. Alat ukur waktu/jam
18. Mortar
19. Piknometer
20. Cawan porselen
21. Corong buchner

Bahan

1. Lemak ayam
2. Metanol
3. Katalis CaO
4. NaOH
5. Indikator PP
6. *Aquadest*

Prosedur Penelitian



Gambar 1. Diagram prosedur penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Nilai Asam Lemak Bebas

Bahan baku pembuatan biodiesel dari lemak ayam yang dicairkan harus dilakukan uji asam lemak bebas sebelum dilakukan reaksi transesterifikasi. Hal ini dikarenakan jika nilai asam lemak bebas melebihi 5% maka harus dilakukan proses esterifikasi terlebih dahulu sedangkan jika nilai asam lemak bebas kurang dari 5% maka dapat langsung melalui proses transesterifikasi (Evy Setiawati, dkk, 2012). Nilai asam lemak bebas yang tinggi dapat mengganggu jalannya proses transesterifikasi. Proses transesterifikasi dapat dilakukan tanpa melalui reaksi esterifikasi terlebih dahulu karena minyak dari lemak ayam mengandung nilai asam lemak bebas sebesar 2,17%.

Hasil Kalsinasi Katalis CaO dari Kapur Mentah

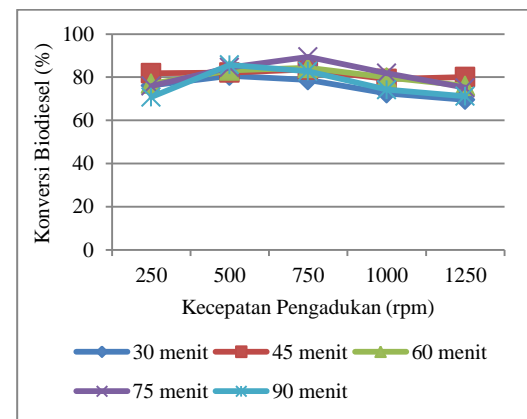
Pembentukan CaO dari kalsinasi kapur mentah dapat dilihat dari perubahan berat sampel sebelum dan sesudah kalsinasi. Dapat diasumsikan perubahan berat sampel terjadi karena pelepasan CO₂ dari molekul CaCO₃. Mula-mula sampel kapur mentah memiliki massa 146,9026 gram. Setelah dilakukan

kalsinasi pada suhu 900°C selama 5 jam, massa sampel menjadi 121,6752 gram.

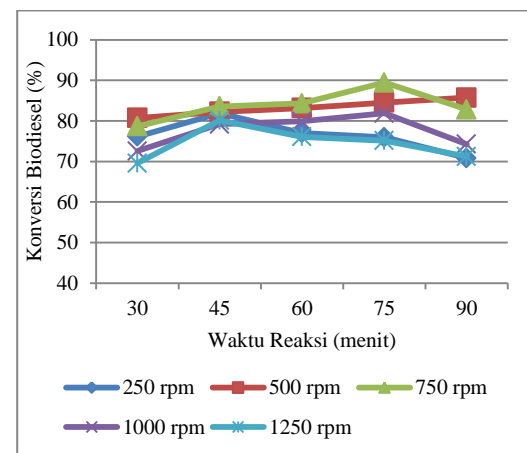
Reaksi Transesterifikasi

Reaksi transesterifikasi dilakukan dengan variasi kecepatan pengadukan 250 rpm, 500 rpm, 750 rpm, 1000 rpm, dan 1250 rpm, dan variasi waktu 30 menit, 45 menit, 60 menit, 75 menit, dan 90 menit. Perbandingan mol metanol : minyak dari lemak ayam adalah 6:1, serta berat katalis 6% dari berat minyak.

Konversi biodiesel dari lemak ayam yang diperoleh dari reaksi transesterifikasi adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik konversi biodiesel yang diperoleh dengan variasi kecepatan pengadukan dan waktu reaksi



Gambar 3. Grafik konversi biodiesel yang diperoleh dengan variasi kecepatan pengadukan dan waktu reaksi

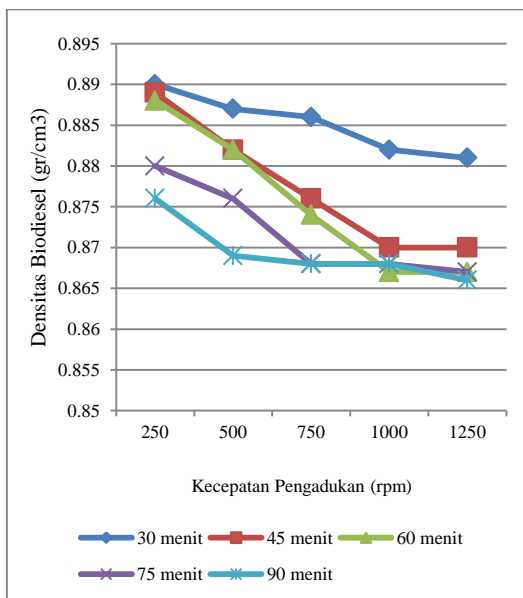
Dari data hasil analisa yang diperoleh seperti yang ditunjukkan pada gambar 2. dan gambar 3., kecepatan pengadukan 750 rpm dengan waktu reaksi 75 menit menghasilkan konversi biodiesel tertinggi yaitu sebesar 89,47% atau dengan volume 94 ml dari bahan

baku minyak dari lemak ayam sebanyak 100 ml. Penambahan kecepatan pengadukan akan meningkatkan volume biodiesel yang tajam, hal tersebut terlihat pada reaksi yang berlangsung pada kecepatan pengadukan 500 rpm hingga 750 rpm dengan waktu reaksi 90 menit dan 75 menit. Sedangkan, pada waktu reaksi 30 menit, 45 menit, dan 60 menit tidak terjadi kenaikan konversi yang menonjol pada variasi kecepatan pengadukan lainnya.

Pengadukan dalam pembuatan biodiesel menyebabkan reaksi transesterifikasi terjadi lebih cepat akibat tumbukan-tumbukan antar reaktan. Setelah konversi mengalami peningkatan dan mencapai kesetimbangan, maka terjadi penurunan konversi pada variasi waktu reaksi dan kecepatan pengadukan. Penambahan waktu reaksi dan kecepatan pengadukan setelah terjadi kesetimbangan tidak menambah konversi biodiesel, reaksi yang masih berlanjut dan kecepatan pengadukan yang terlalu tinggi setelah tercapainya kesetimbangan akan mengakibatkan terjadinya reaksi balik.

1. Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Waktu Reaksi terhadap Densitas Biodiesel dari Lemak Ayam

Standar mutu densitas biodiesel berdasarkan SNI No.04-7182-2006 adalah 0.85-0.89 gr/cm³. Berikut grafik pengaruh kecepatan pengadukan dan waktu reaksi terhadap volume biodiesel yang dihasilkan.



Gambar 4. Pengaruh waktu reaksi dan kecepatan pengadukan terhadap densitas biodiesel dari lemak ayam

Gambar 4. menunjukkan hubungan antara waktu reaksi dan kecepatan pengadukan terhadap densitas biodiesel yang dihasilkan. Nilai densitas biodiesel tertinggi terdapat pada saat waktu reaksi 30 menit dan kecepatan pengadukan 250 rpm yaitu sebesar 0,890 gr/cm³ dan densitas biodiesel terendah terdapat pada saat waktu reaksi 90 menit dan kecepatan pengadukan 1250 rpm yaitu 0,866 gr/cm³.

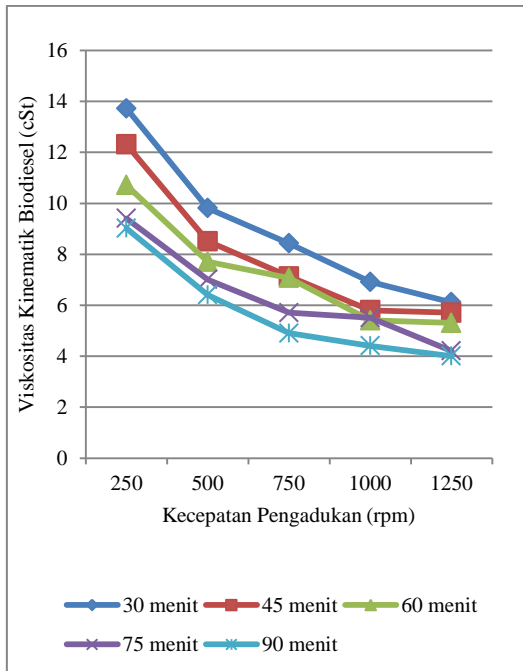
Densitas minyak atau biodiesel dipengaruhi panjang rantai asam lemak, ketidakjenuhan dan temperatur lingkungan (Formo, 1979). Semakin panjang rantai asam lemak, maka densitas akan semakin meningkat. Ketidakjenuhan juga mempengaruhi densitas, dimana semakin banyak jumlah ikatan rangkap yang terdapat dalam produk akan terjadi penurunan densitas. Biodiesel harus stabil pada suhu rendah, semakin rendah suhu, maka densitas biodiesel akan semakin tinggi dan begitu juga sebaliknya.

Waktu reaksi dan kecepatan pengadukan yang rendah menghasilkan biodiesel dengan densitas tinggi dikarenakan metil ester yang dihasilkan merupakan metil ester rantai panjang. Pada proses transesterifikasi, rantai-rantai asam lemak dalam lemak ayam akan terpecah menjadi rantai metil ester yang lebih pendek sehingga densitaspun akan menurun seiring dengan lamanya waktu reaksi dan bertambahnya kecepatan pengadukan. Hal ini sesuai dengan penelitian Irdoni, H.S., dkk (2007), bahwa semakin lama kecepatan pengadukan maka densitas akan semakin menurun.

Pada saat waktu reaksi 30 menit dan kecepatan pengadukan dinaikkan dari 250 rpm hingga menjadi 1250 rpm, densitas yang dihasilkan hanya berkisar 0,89-0,881 gr/cm³ dan nilai densitas tersebut lebih tinggi dibandingkan variasi waktu lainnya. Pada waktu reaksi 90 menit mempunyai nilai densitas terendah dengan kenaikan kecepatan pengadukannya yaitu berkisar 0,876-0,866..

Pada gambar 3 dapat dilihat densitas biodiesel pada setiap variasi waktu reaksi dan kecepatan pengadukan yang dihasilkan memenuhi syarat mutu biodiesel berdasarkan SNI No.04-7182-2006.

2. Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Waktu Reaksi terhadap Kinematik Viskositas Biodiesel dari Lemak Ayam



Gambar 4. Pengaruh waktu reaksi dan kecepatan pengadukan terhadap viskositas kinematik biodiesel dari lemak ayam

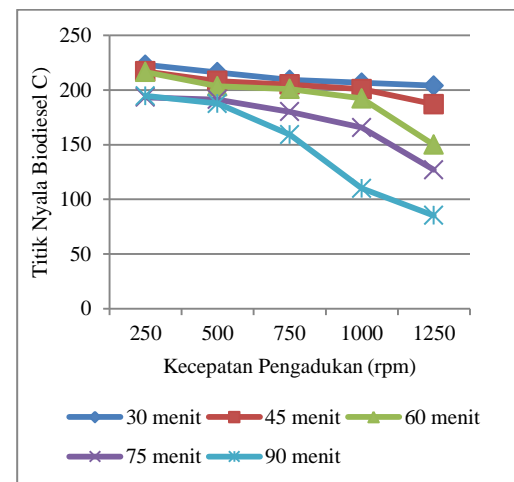
Gambar 4.3. merupakan data dari hubungan waktu reaksi dan kecepatan pengadukan terhadap viskositas kinematik biodiesel. Viskositas kinematik biodiesel pada setiap variasi mengalami penurunan seiring dengan kenaikan waktu reaksi dan kecepatan pengadukan. Semakin lama waktu reaksi dan semakin tinggi kecepatan pengadukan menyebabkan rantai metil ester yang terbentuk akan semakin pendek sehingga viskositas juga semakin menurun. Viskositas biodiesel dipengaruhi oleh panjang rantai metil ester dan komposisi asam lemak, posisi, dan jumlah ikatan rangkap dalam biodiesel serta jenis alkohol yang digunakan untuk proses transesterifikasi. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Iriany, dkk (2013) memperoleh bahwa nilai viskositas biodiesel mengalami penurunan dengan semakin lamanya waktu reaksi dan semakin meningkatnya suhu. Kenaikan waktu reaksi dari 30 menit menjadi 45 menit dilanjutkan hingga 60 menit menghasilkan penurunan viskositas berkisar 4,9-4,7 cSt.

Standar mutu viskositas kinematik biodiesel menurut SNI No.04-7182-2006 adalah sebesar 2,3-6,0 cSt (mm^2/s). Data analisa yang diperoleh menunjukkan beberapa sampel tidak memenuhi standar mutu viskositas kinematik biodiesel. Hal ini disebabkan oleh adanya katalis yang terikut kedalam biodiesel pada saat proses pemisahan atau penyaringan katalis

dikarenakan ukuran katalis yang digunakan terlalu kecil. Viskositas tertinggi pada variasi kecepatan pengadukan 250 rpm dan waktu reaksi 30 menit yaitu 13,7227 cSt dan tidak memenuhi standar mutu viskositas kinematik biodiesel. Sedangkan, nilai viskositas kinematik terendah dan memenuhi standar mutu yakni sebesar 4,006 cSt terdapat pada variasi kecepatan pengadukan dan waktu reaksi tertinggi yaitu 1250 rpm dan 90 menit.

3. Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Waktu Reaksi terhadap Titik Nyala Biodiesel dari Lemak Ayam

Berdasarkan SNI No.04-7182-2006, standar mutu titik nyala (*flash point*) biodiesel adalah minimal 100°C.



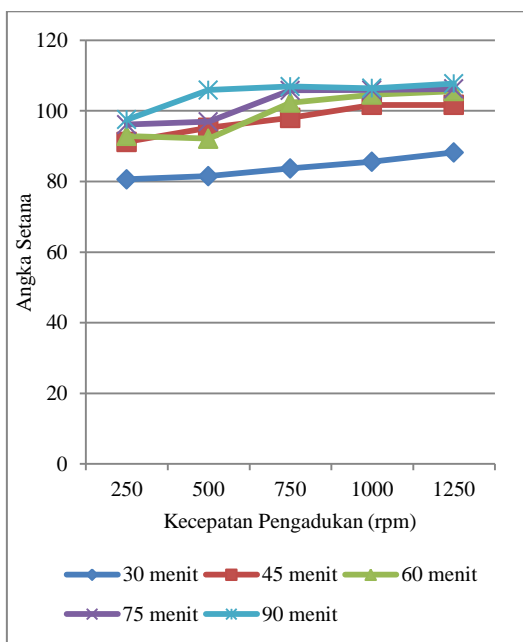
Gambar 5. Pengaruh waktu reaksi dan kecepatan pengadukan terhadap titik nyala biodiesel dari lemak ayam

Dari gambar 5 dapat dilihat bahwa biodiesel yang dihasilkan mempunyai titik nyala yang memenuhi standar baku mutu biodiesel kecuali satu sampel pada saat waktu reaksi 90 menit dan kecepatan pengadukan 1250 rpm. Sampel yang menghasilkan titik nyala tertinggi adalah pada variasi waktu reaksi 30 dan kecepatan pengadukan 250 rpm yaitu sebesar 223°C dan pada titik waktu reaksi dan kecepatan pengadukan tertinggi yakni pada 90 menit dan 1250 rpm menghasilkan titik nyala yang terendah sebesar 85°C.

Sama halnya dengan parameter lainnya, waktu reaksi dan kecepatan pengadukan yang semakin tinggi mengakibatkan rantai-rantai metil ester semakin pendek dan mengakibatkan biodiesel mudah untuk menyala atau terbakar pada temperatur rendah. Penurunan titik nyala yang signifikan terjadi pada waktu reaksi 75 dan 90 menit serta pada kecepatan pengadukan 750, 1000 dan 1250 rpm. Semakin besar titik nyala

maka biodiesel yang dihasilkan semakin berkualitas karena titik nyala yang tinggi akan memudahkan penanganan bahan bakar, karena bahan bakar tidak perlu disimpan pada suhu rendah.

4. Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Waktu Reaksi terhadap Angka Setana Biodiesel dari Lemak Ayam



Gambar 6. Pengaruh waktu reaksi dan kecepatan pengadukan terhadap angka setana biodiesel dari lemak ayam

Standar mutu angka setana biodiesel berdasarkan SNI No.04-7182-2006 adalah minimal 51. Berdasarkan standar tersebut, dilihat dari gambar 6. dapat diketahui bahwa semua sampel memenuhi standar mutu angka setana biodiesel. Semakin tinggi angka setana maka semakin cepat pembakaran. Perlakuan kecepatan pengadukan yang tinggi dan waktu yang semakin lama menghasilkan rantai karbon ester yang semakin pendek yang menyebabkan angka setana semakin tinggi sehingga kemampuan terbakar atau kemampuan biodiesel sebagai bahan bakar untuk menyala juga semakin tinggi. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Irdoni, S. H., dkk (2007) yaitu terjadi kenaikan angka setana seiring dengan kenaikan kecepatan pengadukan.

4. KESIMPULAN

1. Kenaikan waktu reaksi mengakibatkan peningkatan pada konversi biodiesel. Pada kecepatan pengadukan 750 rpm, dengan waktu 30 menit konversi biodiesel adalah

sebesar 78,69% dan konversi mengalami peningkatan hingga waktu 75 menit menjadi 89,47% . Akan tetapi, setelah mencapai kesetimbangan, reaksi mengalami *reversible* yang menyebabkan terjadinya penurunan konversi pada waktu reaksi 90 menit menjadi 82,81%.

2. Konversi biodiesel pada waktu reaksi 90 dan 75 menit dari 70,81 dan 75,95 pada kecepatan pengadukan 250 rpm mengalami peningkatan dengan bertambahnya kecepatan pengadukan hingga 500 rpm dan 750 rpm dengan konversi tertinggi 85,76% dan 89,47%, peningkatan kecepatan setelah kesetimbangan reaksi tercapai mengakibatkan bergeser ke kiri, sehingga konversi akan mengalami penurunan menjadi 71,22 dan 75,11 pada pangadukan 1250 rpm.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, R.D.N., dkk. 2013. *Produksi Biodiesel dari Lemak Sapi dengan Proses Transesterifikasi dengan Katalis Basa NaOH*. Jurnal Teknik Kimia USU. Vol. 2. No. 1.
- Almatsier, S. 2004. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Faizal, M., dkk. 2013. *Pengaruh Kadar Metanol, Jumlah Katalis, dan Waktu Reaksi pada Pembuatan Biodiesel dari Lemak Sapi Melalui Proses Transesterifikasi*. Jurnal Teknik Kimia No.4, Vol. 19.
- Freedman B, Pryde EH, Mounts TL. 1984. *Variables Affecting The Yields of Fatty Esters from Transesterified Vegetable Oils*. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 61 (10): 1638–1643.
- Hermanto, Sandra dan Anna Muawanah. 2008. *Profil dan Karakteristik Lemak Hewani (Ayam, Sapi dan Babi) Hasil Analisa FTIR dan GCMS*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Irdoni, H. S., dkk. 2007. *Pengaruh Kecepatan Pengadukan pada Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jarak Pagar (*Jatropha Curcas L*) dengan Menggunakan Katalis Abu Tandan Sawit*. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia UNRI.
- Marnoto, T., dkk. 2011. *Biodiesel dari Lemak Hewani (Ayam Broiler) dengan Katalis Kapur Tohor*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan, ISSN 1693 – 4393.
- Nur, S. M. 2014. *Perbedaan Biofuel, Bioethanol, Biodieseldan Biogas*.

- <http://bioenerginusantara.com/perbedaan-biofuel-bioethanol-biodiesel-dan-biogas/>. (Diakses tanggal 28 Februari 2016).
- Prawito. 2013. *Biodiesel*. <http://chemical-engineer.digitalzones.com/biodiesel.html>. (Diakses tanggal 28 Februari 2016).
- Setiawati, E., dkk. 2012. *Teknologi Pengolahan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Teknik Mikroiltrasi dan Transesterikasi sebagai Alternatif Bahan Bakar Mesin Diesel*. Jurnal Riset Industri Vol. VI No. 2. Hal. 117-127.
- Simatupang, R. A., 2016. *Optimasi Kecepatan Putar Pengadukan dan Waktu Pengadukan terhadap Kualitas Fisika Biodiesel dari Minyak Kelapa*. Pillar of Physics, Vol. 7, 89-96.
- Yoeswono., dkk. 2008. *Kinetics of Palm Oil Transesterification in Methanol with Potassium Hydroxide as a Catalyst*. Indo. J. Chem., 8 (2): 219 – 225.