

## PENGARUH SUHU PROSES DAN LAMA PENGENDAPAN TERHADAP KUALITAS BODIESEL DARI MINYAK JELANTAH

**Silvira Wahyuni<sup>1)</sup>, Ramli<sup>2)</sup>, Mahrizal<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

<sup>2)</sup>Staf Pengajar Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

email: ramli@fmipa.unp.ac.id, mahrizalmz@gmail.com

[email: silvirawahyuni@gmail.com](mailto:silvirawahyuni@gmail.com)

### ABSTRACT

*Biodiesel is a type of fuel alternative diesel derived from biological materials that are processed vegetable oil transesterification using methanol and catalyst NaOH. One of the vegetable oil is used cooking oil. Used cooking oil is one of the raw materials that have a high chance for the manufacture of biodiesel because it still contains triglycerides in addition to free fatty acids. Biodiesel is made by giving some physical treatment, such as temperature and duration of settling time. To investigate the influence of temperature processes and duration settling time conducted this research with a variety of 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, and 80°C and duration settling time, for 48 hours, 96 hours, 144 hours, 192 hours and 240 hours as independent variables, Controlled variable is the time stirring for 5 minutes, stirring speed of 1050 rpm, the catalyst base (NaOH), a methoxide liquid is 20%. Dependent Variable is biodiesel quality which covers viscosity, density, yield, and Flash Point. It was found if the temperature is greater, the viscosity and density decreases. While the highest yield is 76% produced by variations in temperature of 50°C, the average Flash point >110°C, the results of biodiesel according to the SNI Standards. For a settling time variety is not a significant influence in the making of biodiesel with the average for all variations in viscosity between 5.7-5.8 CSt, density of about 861 kg/m<sup>3</sup>, flash point >110°C and average yield is 75.8%.*

**Keywords :** *Used Cooking Oil, Biodiesel, Process Temperature, Settling Time.*

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam. Salah satunya adalah minyak bumi. Sayangnya, Indonesia bukanlah jenis negara yang mengolah hasil alam tersebut menjadi produk akhir. Indonesia sempat menjadi negara yang kaya akan minyak bumi, buktinya Indonesia masuk ke negara-negara pengekspor minyak bumi atau disebut dengan OPEC<sup>[1]</sup>

Cadangan bahan bakar minyak di Indonesia diisukan akan habis dalam 10 tahun lagi, berdasarkan cadangan yang ada saat ini<sup>[2]</sup>. Tidak hanya di Indonesia duniapun mengalami krisis energi dari minyak bumi yang akhirnya memicu pencarian dan pengembangan sumber bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui. Bahan bakar alternatif yang dinilai layak sebagai pengganti minyak bumi yaitu bahan bakar yang berasal dari minyak nabati dan lemak hewani karena sifatnya sebagai sumber bahan bakar yang dapat diperbaharui, yang dikenal dengan metil ester atau biodiesel<sup>[3]</sup>

Biodiesel merupakan bahan bakar diesel yang terbuat dari bahan hayati terutama lemak nabati dan lemak hewani<sup>[4]</sup>. Minyak goreng bekas merupakan salah satu bahan baku yang memiliki peluang untuk pembuatan biodiesel, karena minyak ini masih mengandung trigliserida, di samping asam lemak bebas<sup>[5]</sup>. Asam lemak dari minyak lemak nabati jika direaksikan dengan alkohol menghasilkan ester yang

merupakan senyawa utama pembuatan biodiesel dan produk sampingan berupa gliserin yang juga bernilai ekonomis cukup tinggi. Gliserin ini dimanfaatkan untuk pembuatan sabun<sup>[6]</sup>.

Proses pembuatan biodiesel dapat dilakukan melalui tahap transesterifikasi dan perlakuan fisis seperti pemberian suhu proses dan lama waktu pengendapan. Oleh karena itu, penelitian untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perlakuan fisis yang diberikan pada saat proses pembuatan biodiesel dari minyak jelantah sangat penting, sehingga dapat meningkatkan nilai guna minyak jelantah. Minyak jelantah yang sebelumnya hanya dibuang begitu saja akan lebih bernilai ekonomis bila diolah menjadi biodiesel untuk bahan bakar alternatif, disamping turut serta dalam mengelola dan memanfaatkan limbah serta dapat mengatasi kelangkaan BBM di masa depan.

Beberapa faktor – faktor yang mempengaruhi proses transesterifikasi pada proses produksi biodiesel.

### **Homogenisasi reaksi (pencampuran)**

Homogenisasi campuran dalam reaksi mempengaruhi efektifitas reaksi karena tumbukan akan terjadi yang pada akhirnya akan mempengaruhi laju reaksi, konstanta reaksi, energi aktivasi dan lama reaksi. Transesterifikasi tidak akan berlangsung baik bila campuran bahan tidak dihomogenisasi terutama selama tahap awal proses. Pengadukan yang kuat

(*vigorous stirring*) merupakan salah satu metode homogenisasi yang cukup berhasil untuk proses yang dilakukan secara *batch* dan kontinyu<sup>[4]</sup>.

#### Rasio molar

Rasio molar antara alkohol dan minyak nabati tergantung dari jenis katalis yang digunakan, untuk menjamin reaksi transesterifikasi berlangsung ke arah kanan maka direkomendasikan menggunakan katalis berlebih, perbandingan rasio molar 6 : 1 dari metanol terhadap katalis basa bisa digunakan untuk mendapat rendemen ester yang maksimum<sup>[7]</sup> atau sekitar 20% metanol menghasilkan Rendemen minyak biodiesel tertinggi pada perlakuan transesterifikasi<sup>[8]</sup>.

#### Pengaruh jenis alkohol

Metanol dapat menghasilkan ester lebih banyak dari pada etanol dan butanol<sup>[7]</sup>. Metanol merupakan jenis alkohol yang banyak digunakan untuk proses transesterifikasi karena lebih reaktif dan dapat menghasilkan biodiesel yang sama dengan penggunaan etanol yang 1,4 kali lebih banyak dibandingkan metanol<sup>[9]</sup>.

#### Katalis

Katalis dalam proses produksi biodiesel merupakan suatu bahan yang berfungsi untuk mempercepat reaksi dengan jalan menurunkan energi aktivasi (*actifation energy, Ea*). Proses produksi akan berlangsung sangat lambat dan membutuhkan suhu dan tekanan yang tinggi tanpa menggunakan katalis<sup>[4]</sup>. Jika minyak mempunyai nilai FFA < 0,5 % maka bisa langsung diproses dengan transesterifikasi dengan katalis basa, bila kandungan FFA > 5 % maka proses harus dilakukan dengan Es-trans (esterifikasi-transesterifikasi)<sup>[7]</sup>. Katalis asam digunakan dalam rangka mensintesis minyak yang mempunyai nilai FFA tinggi<sup>[10]</sup>. Katalis asam dilakukan dalam rangka mensintesis minyak yang mempunyai nilai FFA tinggi. Katalis asam seperti asam sulfat, asam fosfat, asam klorida cocok untuk reaksi yang mempunyai bilangan asam lemak bebas tinggi<sup>[10]</sup>.

Reaksi transesterifikasi menggunakan katalis basa dipengaruhi beberapa faktor yaitu internal dan eksternal. Faktor internal yaitu kualitas bahan baku minyak itu sendiri seperti kadar air serta asam lemak bebas yang sangat mempengaruhi reaksi. Faktor eksternal yaitu rasio mol antara alkohol dan minyak, jenis katalis, waktu reaksi, suhu, dan parameter-parameter lainnya pasca transesterifikasi<sup>[10]</sup>. NaOH adalah katalis basa yang banyak digunakan dibandingkan dengan katalis asam seperti KOH, hal ini disebabkan karena logam Natrium (Na) memiliki kereaktifan yang lebih tinggi dibandingkan Kalium (K)<sup>[11]</sup>. Persentase NaOH sebanyak 0,6% dengan metanol 20% menghasilkan rendemen ester maksimum yaitu sebesar 87,3%<sup>[8]</sup>. Penggunaan NaOH untuk minyak bekas sebanyak 1 liter adalah sekitar 4,5 gram atau lebih, kelebihan penggunaan katalis ini diperlukan untuk menetralkan asam lemak

bebas atau FFA yang banyak pada minyak goreng bekas<sup>[12]</sup>.

#### Metanolisis *crude* dan *refined* minyak nabati

Perolehan metil ester akan lebih tinggi jika menggunakan minyak nabati *refined*. Namun apabila produk metil ester akan digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel, cukup digunakan bahan baku berupa minyak yang telah dihilangkan getahnya dan disaring<sup>[7]</sup>.

#### Pengaruh suhu

Suhu selama reaksi transesterifikasi dapat dilakukan pada rentang suhu 30 - 65°C dan dijaga selama proses, tergantung dari jenis minyak yang digunakan<sup>[7]</sup>. Dalam proses transesterifikasi perubahan suhu reaksi menyebabkan gerakan molekul semakin cepat (tumbukan antara molekul pereaksi meningkat) atau energi yang dimiliki molekul bisa mengatasi energi aktivasi dengan kata lain perubahan suhu akan mempengaruhi probabilitas /peluang molekul dengan energi yang sama atau lebih tinggi dari energi aktivasi<sup>[13]</sup>. Suhu mempengaruhi viskositas dan densitas, karena viskositas dan densitas merupakan dua parameter fisis penting yang mempengaruhi pemanfaatan biodiesel sebagai bahan bakar<sup>[14]</sup>. Semakin tinggi suhu menyebabkan gerakan molekul semakin cepat atau energi kinetik yang dimiliki molekul-molekul pereaksi semakin besar sehingga tumbukan antara molekul pereaksi juga meningkat<sup>[9]</sup>.

#### Lama waktu pengendapan (*settling*)

Lama waktu pengendapan berpengaruh pada proses transesterifikasi 2 tahap yaitu melakukan dua kali proses transesterifikasi<sup>[15]</sup>. Pengendapan bertujuan untuk memisahkan gliserol dan biodiesel. Waktu pengendapan metil ester mempengaruhi bilangan asam. Ketika pengendapan yang lebih lama, diduga tingkat oksidasi pada proses dua tahap lebih tinggi dari pada proses satu tahap. Hal ini mengakibatkan bilangan asam menjadi lebih tinggi<sup>[16]</sup>. Umumnya, biodiesel cenderung mudah mengalami kerusakan oleh proses oksidasi dan hidrolisis pada waktu penyimpanan karena adanya asam lemak tak jenuh yang merupakan penyusun komposisi biodiesel

#### Kandungan air

Keberadaan air yang berlebihan dapat menyebabkan sebagian reaksi dapat berubah menjadi reaksi sabun atau saponifikasi yang akan menghasilkan sabun, sehingga meningkatkan viskositas, terbentuknya gel dan dapat menyulitkan pemisahan antara gliserol dan Biodiesel<sup>[17]</sup>.

#### Putaran pengadukan

Keberhasilan proses pembuatan biodiesel dipengaruhi oleh putaran pengadukan<sup>[19]</sup>. Pengadukan bisa dilakukan menggunakan tangan serta alat seperti mixer<sup>[20]</sup>. Peningkatan kecepatan pengadukan reaksi berpengaruh sangat signifikan

terhadap rendemen biodiesel yang dihasilkan, sedangkan kualitas biodiesel dipengaruhi secara signifikan oleh jenis pereaksi yang digunakan dan suhu reaksi<sup>[21]</sup>.

Menurut Rancangan Nasional Indonesia (SNI-04-7182-2006) kualitas biodiesel dapat diukur dengan beberapa parameter seperti yang diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Karakteristik Biodiesel Berdasarkan SNI 04-7182-2006<sup>[29]</sup>

No	Parameter	Satuan	Nilai
1	Massa jenis pada 40°C	Kg/m <sup>3</sup>	850-890
2	Viskositas kinematik pada 40°C	Mm <sup>2</sup> /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)		Maks.no 3
7	Residu Karbon -dalam contoh asli -dalam 10% ampas distilasi	%-massa	Maks 0,05 (maks.0,3)
8	Air dan sedimen	%-Vol	Maks.0,05*
9	Temperatur Distilasi 90%	°C	Maks.360
10	Abu tersulfaktan	%-massa	Maks. 0.02
11	Balerasang	Ppm-m (mg/kg)	Maks.100
12	Fosfor	Ppm-m(mg/kg)	Maks.10
13	Angka asam	Mg-KOH/g	Maks.0,8
14	Gliserol bebas	%-massa	Maks 0,02
15	Gliserol total	%-massa	Maks.0,24
16	Kadar ester alkil	%-massa	Min 96,5
17	Angka Iodium	%-massa	Maks.115
18	Uji Halphen	(g-12/100 g)	Negatif

Dapat dilihat Pada Tabel 5 bahwa kualitas fisis dari sebuah biodiesel dapat diukur dengan parameter diantaranya meliputi densitas, viskositas dan titik nyala.

### Viskositas

Pada Tabel 5 salah satu parameter adalah viskositas merupakan suatu angka yang menyatakan besarnya perlawanan dari suatu bahan cair untuk mengalir atau ukuran besarnya tahanan geser dari suatu bahan cair. Makin tinggi viskositasnya, makin kental dan semakin sukar mengalir<sup>[22]</sup>. Untuk pengukuran viskositas biodiesel disebut dengan viskositas kinematik. Satuan viskositas kinematik adalah stoke dan centistoke<sup>[23]</sup>. Pengukuran viskositas kinematik dilakukan dengan metode yang dianjurkan dalam SNI yaitu ASTM D-445 yang menggunakan viskometer kapiler dan penangas (SNI 04-7182-2006) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Viskometer Kapiler dan Penangas

Rumus yang digunakan untuk mencari hasil dari viskositas kinematik adalah :

$$v_{simplo} = C_1 \times t_1 \quad (1)$$

$$v_{duplo} = C_2 \times t_2 \quad (2)$$

### Densitas (massa jenis)

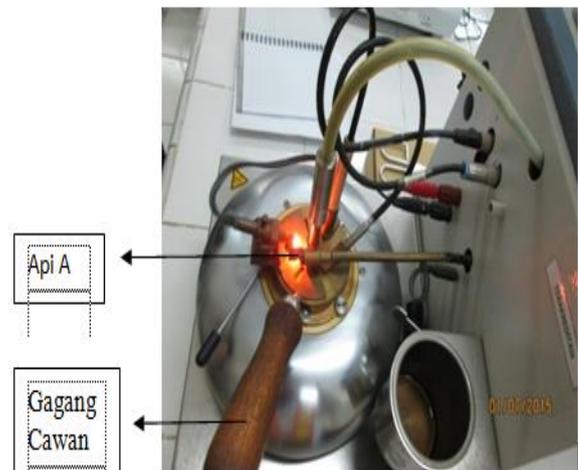
Densitas adalah jumlah zat yang terkandung dalam suatu unit volume<sup>[23]</sup>. Densitas suatu bahan tidak sama pada setiap bagiannya tergantung pada faktor lingkungan seperti suhu dan tekanan. Satuan densitas adalah kg/m<sup>3</sup>. Dalam cgs adalah gram per centimeter kubik g/cm<sup>3</sup>, yang sering juga digunakan. Faktor konversi sangat berguna dimana 1 g/cm<sup>3</sup>= 1000 kg/m<sup>3</sup><sup>[25]</sup>.

Pengukuran densitas sebuah biodiesel dapat dilakukan dengan menggunakan piknometer ukuran 25 ml dan timbangan digital. Nilai densitas dapat dihitung menggunakan rumus 3<sup>[26]</sup>.

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{v} \quad (3)$$

### Titik nyala (flash point)

Titik nyala didefinisikan sebagai suhu terendah di mana cairan menghasilkan uap yang mudah terbakar yang dapat dinyalakan di udara oleh api di atas permukaannya.



Gambar 2. Pengujian Titik Nyala

Titik nyala ditentukan secara eksperimental dengan pemanasan wadah yang berisi cairan yang akan diuji. Bunga Api A yang terlihat pada Gambar 2 disajikan secara berkala ke permukaan cairan setiap kenaikan 1°C. Jika sebuah nyala terjadi pada wadah, itu menunjukkan bahwa suhu cairan diuji telah mencapai (atau melebihi) titik nyala (ASTM D-445).

### Rendemen biodiesel

Rendemen merupakan perbandingan berat biodiesel dengan berat minyak awal. Untuk

menghitung rendemen biodiesel digunakan Persamaan 3<sup>[27]</sup>.

$$\text{Rendemen} = \frac{W_{\text{biodiesel}}}{W_{\text{minyak}}} \times 100\% \quad (4)$$

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilaksanakan di laboratorium Geofisika Fisika universitas negeri padang, Laboratorium Penelitian Kimia universitas negeri padang mulai dari Maret s/d Juli 2015 dan laboratorium QQ Terminal BBM Teluk Kabung. Parameter yang digunakan adalah variasi suhu 40°C, 50°C, 60°C, 70, °C dan 80°C dan lama waktu pengendapan (settling) dilakukan selama 24 jam, 48 jam, 96 jam, 144 jam, 192 jam, dan 240 jam.

### Persiapan bahan baku

Bahan – bahan yang digunakan untuk pembuatan biodiesel yaitu minyak jelantah, metanol, soda api (NaOH), air dan cuka (CH<sub>3</sub>COOH). Berikut Data dasar pembuatan biodiesel.

Bahan Baku	: Minyak Jelantah
Volume Awal	: 2 liter (2000 ml)
Berat NaOH	: 15 gr
Berat Metanol	: 20 % ( 400 ml)
Kecepatan Adukan	: 1 (1050 rpm)
Waktu Pengadukan	: 5 menit

Bahan baku minyak jelantah didapatkan dari penjual gorengan disekitar kampus UNP. Minyak jelantah harus diberi perlakuan atau perlakuan dengan cara mencampur dengan air perbandingan 1:1 kemudian dididihkan kira-kira 100°C lebih hingga air tersisa setengahnya, tujuannya adalah untuk memisahkan minyak dari kotoran yang mengendap, dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Mendidihkan Bahan Baku Minyak

### Penentuan kadar FFA (*Free Fatty Acid* atau asam lemak bebas)

Untuk penentuan kadar asam lemak bebas dilakukan titrasi dengan larutan NaOH dan indikator

PP serta alkohol netral, FFA maksimal untuk biodiesel proses transesterifikasi adalah 5%. Untuk kadar asam lemak bebas atau *Free Fatty Acid* (FFA), dapat dilakukan dengan menimbang 30 gram berat contoh (biodiesel) dalam erlemeyer, menambahkan 50 mL alkohol netral yang panas, lalu, menambahkan 2 mL indikator PP, dan melakukan titrasi dengan larutan 0,1 N NaOH hingga warna biodiesel berubah menjadi merah muda, seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Titrasi FFA

### Pembuatan biodiesel

Minyak jelantah yang sudah terlebih dahulu dihilangkan kotoran-kotorannya dan diperiksa Kadar FFA selanjutnya akan dibuat menjadi biodiesel melalui proses transesterifikasi dengan memberikan larutan metoksida yang merupakan campuran antara metanol dan NaOH pada minyak yang sudah dipanaskan terlebih dahulu dengan memvariasikan suhu proses, sambil melakukan pengadukan menggunakan *mixer* dengan kecepatan adukan 1050 rpm selama 5 menit.

### Proses pengendapan (*settling*)

Minyak jelantah yang sudah dicampur metoksida dan diaduk dengan *mixer* selanjutnya dilakukan proses pengendapan yang divariasikan waktunya, sampai berbentuk 2 lapisan biodiesel dan gliserol.

### Proses pencucian biodiesel

Proses pencucian dilakukan setelah pemisahan antara gliserol dan biodiesel. Pencucian dilakukan dengan air yang ditambahkan cuka sebanyak 0.4% dari jumlah air

### Pemanasan biodiesel

Pemanasan biodiesel dilakukan dengan memanaskan biodiesel hasil cucian di atas pemanas hingga 100°C yang bertujuan untuk menghilangkan sisa-sisa air dari proses pencucian.

### Tahap pengujian kualitas biodiesel

Pengujian kualitas biodiesel dilakukan dengan viskometer kapiler dan piknometer untuk pengujian densitas serta *Flash point tester* untuk titik nyala.

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 1. Hasil Penelitian.

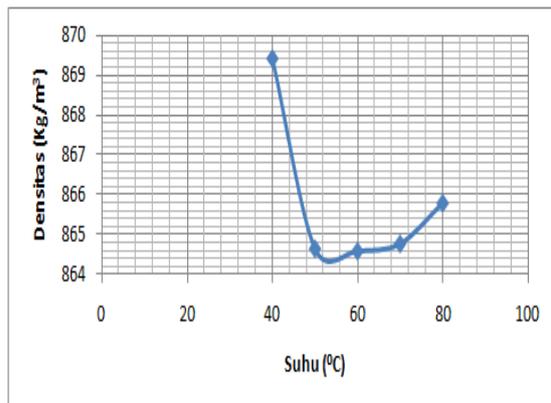
##### a. Pengaruh Suhu Proses Terhadap Kualitas Biodiesel

Untuk pembuatan biodiesel dengan variasi suhu proses ditetapkan lama pengendapan selama 24 jam, data kualitas biodiesel yang meliputi viskositas, densitas, titik nyala serta rendemen biodiesel diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Kualitas Biodiesel untuk Variasi Suhu Proses

Suhu Proses	40°C	50°C	60°C	70°C	80°C	SNI
ρ(densitas) Kg/m <sup>3</sup> (40°C)	869.4 18	864.6 48	864.5 90	864.7 70	865.7 92	850- 890
V(viskositas kinematik (Cst) (40 °c)	5.998	5.923	5.913	5.909	6.130	2.3-6
Titik Nyala (40 °c)	>110	>110	>110	>110	>110	>110
Rendemen (%)	46	76	74	72.5	52.5	

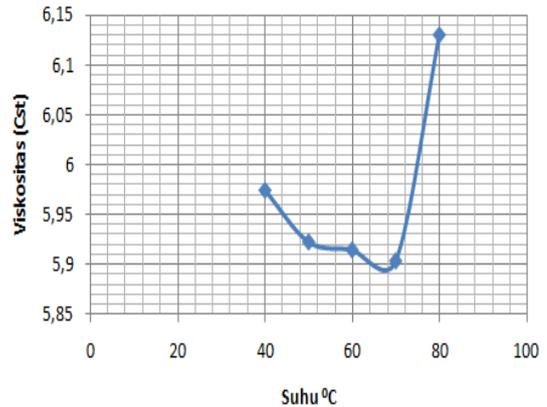
Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa setiap variasi suhu memiliki densitas, viskositas, dan rendemen yang berbeda-beda dan berpengaruh terhadap kualitas biodiesel. Tabel 7 menunjukkan pada saat suhu proses 50°C menghasilkan densitas 864.648 Kg/m<sup>3</sup> dengan viskositas 5,923 Cst menghasilkan rendemen biodiesel paling besar yaitu sekitar 76%. Grafik pengaruh suhu terhadap densitas dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Densitas Terhadap Suhu Proses Pembuatan Biodiesel

Hubungan densitas dengan suhu adalah ketika suhu 40oC densitas paling tinggi yaitu 869 kg/m<sup>3</sup>, kemudian untuk suhu 50oC densitas semakin menurun, begitupun viskositas hingga pada suhu 80oC densitas naik karena untuk sampel biodiesel tersebut terjadi proses yang tidak sempurna antara

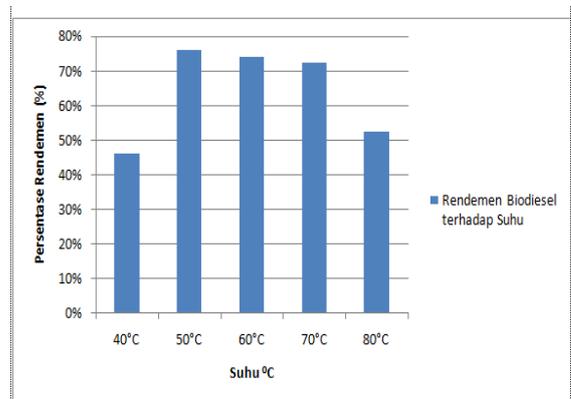
larutan metoksid dan bahan baku. Untuk grafik suhu terhadap viskositas dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Viskositas Terhadap Suhu Proses Pembuatan Biodiesel

Semakin tinggi suhu maka viskositas dari biodiesel menurun namun penurunan nilai viskositas hanya seperseratus. Pada suhu 80°C terjadi peningkatan, ini disebabkan tidak sempurnanya proses pembuatan biodiesel karena titik didih metanol adalah 64,7°C maka metanol akan cepat menguap sebelum terjadinya proses biodiesel yang sempurna. Karena biodiesel memiliki perbandingan rasio mol yang sudah ditetapkan agar hasil biodiesel sesuai dengan standar. Campuran antara biodiesel dan metanol yang tinggi menyebabkan metanol cepat menguap dan sedikitnya reaksi yang terjadi antara larutan metoksid yang tersisa akibat penguapan dengan bahan baku minyak jelantah.

Sempurnanya sebuah reaksi transesterifikasi tergantung pada suhu proses, dimana perbedaan suhu menunjukkan persentase rendemen yang berbeda-beda pula. Untuk persentase rendemen terhadap suhu dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Persentase Rendemen Terhadap Suhu

Masing-masing variasi suhu menghasilkan jumlah rendemen yang berbeda-beda. Berdasarkan Gambar 42 pada suhu 50 °C menghasilkan rendemen biodiesel yang paling besar adalah 76 % . Perbedaan

rendemen tersebut disebabkan oleh beberapa hal yaitu, suhu dan ketelitian dalam menghomogenisasi kan campuran antara bahan baku katalis dan alkohol. Saat suhu proses 50°C bahan baku dari minyak jelantah sudah menerima panas yang maksimal untuk bereaksi dibanding dengan suhu lainnya.

**b. Pengaruh Variasi Waktu Pengendapan (Settling) Terhadap Kualitas Biodiesel**

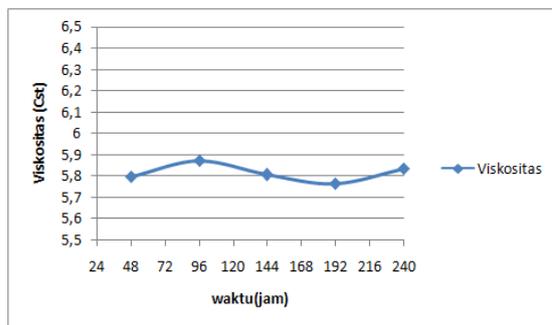
Untuk pembuatan biodiesel dengan variasi lama pengendapan ditetapkan suhu 50°C sesuai dengan hasil penelitian mengenai suhu proses optimum. Data kualitas biodiesel yang meliputi viskositas, densitas, titik nyala serta rendemen (*yield*) biodiesel diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Data Kualitas Biodiesel Untuk Variasi Settling

Lama waktu pengendapan	48 jam	96 jam	144 jam	192 jam	240 jam	SNI
ρ(densitas) Kg/m <sup>3</sup> (40 <sup>0</sup> c)	861.049	862.189	861.997	861.406	861.654	850-890
V(viskositas kinematik (Cst) (40 <sup>0</sup> c)	5.797	5.872	5.804	5.763	5.832	2.3-6
Titik Nyala (40 <sup>0</sup> c)	>110	>110	>110	>110	>110	>110
Rendemen (%)	76	75	76.25	74.75	77	

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa nilai viskositas berkisar antara 5.7-5.8 Cst begitupun densitas berkisar pada angka 861 kg/m<sup>3</sup>, dan titik nyala untuk semua variasi lama waktu pengendapan adalah melebihi 110°C. Serta untuk rendemen biodiesel menghasilkan rata-rata 75.8% Berdasarkan standar nasional Indonesia tentang biodiesel, semua variasi memenuhi SNI 04-7182-2006 (tabel 1).

Hubungan antara viskositas biodiesel dan lamanya waktu pengendapan dapat dilihat pada Gambar 8.



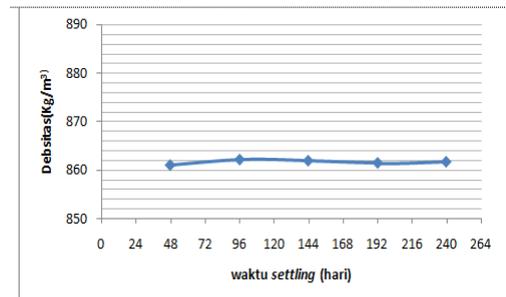
Gambar 8. Grafik Pengaruh Waktu Pengendapan (Settling) Terhadap Viskositas Biodiesel

Gambar 8 menunjukkan semakin lama diendapkan tidak mempengaruhi hasil dari viskositas. Viskositas antara 5.7-5.8 Cst. Hal ini disebabkan karena setelah pengendapan biodiesel akan dicuci dengan cuka dan dipanaskan 100<sup>0</sup>C hingga didapatkan biodiesel murni yang jernih. Perlakuan

ini sama untuk setiap sampel sehingga tidak mempengaruhi hasil dari viskositas. Namun dari hasil penelitian semakin lama waktu pengendapan akan semakin baik pemisahan antara fase gliserol dan biodiesel jadi akan semakin mudah melakukan proses pencucian dan tidak akan banyak penyabunan yang terjadi selama proses pencucian sehingga proses pencucian tidak akan membutuhkan waktu yang lama. Proses pencucian dilakukan 5-6 kali ketika biodiesel terlalu sulit dipisahkan dengan sabun, sedangkan jika saat pencucian hanya sedikit sabun maka proses pencucian hanya berlangsung 3-4 kali.

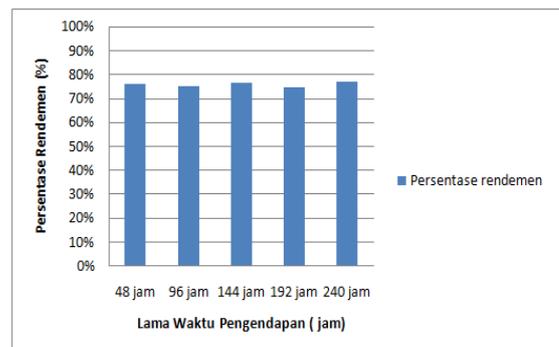
Untuk semua variasi lama pengendapan memenuhi kriteria Standar Nasional Indonesia yaitu 2.3-6 Cst (mm<sup>2</sup>/s) untuk sebuah biodiesel. Artinya untuk lama pengendapan tersebut biodiesel bisa digunakan karena memiliki viskositas sesuai dengan SNI. Suatu biodiesel jika tidak memenuhi standar SNI dan tetap digunakan maka tidak akan efektif untuk sebuah mesin jika menggunakan biodiesel tersebut.

Terlihat pada Gambar 9 nilai densitas tetap pada angka 861 kg/m<sup>3</sup> hingga lama pengendapan mencapai 240 jam. Densitas terendah adalah ketika lama pengendapan selama 48 jam.



Gambar 9. Grafik Pengaruh Waktu Pengendapan (settling) Terhadap Viskositas Biodiesel

Persentase rendemen terhadap Lama pengendapan (settling) yang dihasilkan rata-rata 75.8%, diagramnya dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Pengaruh Waktu Settling Terhadap Densitas Biodiesel

Terlihat pada Gambar 10 persentase rendemen biodiesel untuk setiap variasi waktu settling rata-rata 75.8%. Ini menunjukkan bahwa lama pengendapan tidak terlalu berpengaruh terhadap banyaknya rendemen biodiesel yang dihasilkan.

## 2. Pembahasan

Berdasarkan hasil analisa dan pengolahan data penelitian dapat diketahui bahwa untuk variasi suhu kualitas biodiesel yang terbaik adalah pada saat suhu 50°C dimana menghasilkan rendemen 76%, viskositas 5.923 Cst, densitas 864.418 Kg/m<sup>3</sup>, serta *flash point* >110°C. Dan untuk variasi lama pengendapan (*settling*) tidak mempengaruhi kualitas biodiesel dimana rata-rata untuk semua variasi viskositas antara 5.7-5.8 Cs, densitas sekitar 861 kg/m<sup>3</sup>, *flash point* >110°C dan rendemen rata-rata 75.8%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu maka viskositas dan densitas akan semakin kecil dan menyebabkan cairan akan cepat mengalir. Viskositas sebuah cairan akan menimbulkan sejumlah gesekan antar bagian atau lapisan cairan yang bergerak satu terhadap yang lain. Gesekan atau hambatan yang terjadi disebabkan oleh gaya kohesi di dalam zat cair sehingga kekentalan dari sebuah cairan disebabkan karena adanya gaya kohesi antar partikel atau molekul zat cair. Perubahan suhu reaksi menyebabkan gerakan molekul semakin cepat (tumbukan antara molekul pereaksi meningkat).

Pada suhu 80°C terjadi peningkatan nilai viskositas, ini disebabkan tidak sempurnanya proses pembuatan biodiesel karena titik didih metanol adalah 64,7°C maka metanol akan cepat menguap jika bereaksi melebihi titik didihnya sendiri sebelum terjadinya proses biodiesel yang sempurna karena, biodiesel memiliki perbandingan rasio mol yang sudah ditetapkan agar hasil biodiesel sesuai dengan standar. Campuran antara biodiesel dan metanol yang bersuhu tinggi menyebabkan metanol cepat menguap dan sedikitnya reaksi yang terjadi antara larutan metoksida yang tersisa akibat penguapan dengan bahan baku minyak jelantah sehingga menyebabkan reaksi pembuatan biodiesel tidak berlangsung sempurna dan mendekati viskositas dari bahan baku awal.

Untuk hasil penelitian variasi lama pengendapan tidak menunjukkan pengaruh pada kualitas biodiesel baik viskositas densitas titik nyala dan rendemen biodiesel. Ini disebabkan karena semua biodiesel akan melewati proses yang sama setelah proses pengendapan yaitu proses pencucian dan pemanasan biodiesel. Perbedaan dari hasil pengendapan ini adalah semakin lama waktu pengendapan maka akan semakin sempurna proses pemisahan antara fase gliserol dan biodiesel. Gliserol akan menjadi semakin padat sehingga proses pencucian biodiesel menjadi semakin mudah tidak

akan terlalu banyak penyabunan yang terjadi karena tidak ada lagi gliserol di dalam biodiesel.

Dari seluruh pengujian yang dilakukan masing-masing viskositasnya dan densitasnya masuk dalam kategori yang tinggi, ini disebabkan karena minyak jelantah tidak dilakukan proses pemurnian, walaupun kandungan FFA di dalam minyak tersebut hanya 0.3% yang dapat diproses secara langsung (<0.5%)<sup>[7]</sup> Ketika viskositas tinggi maka densitas juga tinggi, semakin besar densitas akan berpengaruh terhadap peningkatan konsumsi bahan bakar. Hal ini disebabkan karena dibutuhkan lebih banyak bahan bakar untuk diinjeksikan ke dalam ruang pembakaran untuk mendapatkan tenaga mesin yang sama<sup>[28]</sup>. Jadi Viskositas yang lebih kecil lah yang lebih bagus untuk digunakan sebagai bahan bakar sehingga tidak membutuhkan banyak biodiesel dalam melakukan pembakaran dalam mesin sehingga dapat menghemat pemakaian bahan bakar.

Pengujian Biodiesel juga dilakukan menggunakan mesin diesel dan hasilnya mesin diesel dapat bekerja dengan suara mesin yang lebih halus dari biasanya.

## KESIMPULAN

Pembuatan biodiesel dapat dilakukan dalam skala rumah tangga tanpa harus memerlukan peralatan canggih dan sederhana. Suhu optimum dalam pembuatan biodiesel dan menghasilkan hasil biodiesel yang optimal adalah suhu 50°C dengan viskositas 5,923 Cst, densitas 864.648 kg/m<sup>3</sup>, Flash point >110°C, dan rendemen biodiesel paling banyak 76% yang memenuhi Standar SNI. Lama pengendapan atau *settling* biodiesel tidak berpengaruh terhadap kualitas biodiesel, namun semakin lama semakin bagus pemisahan antara biodiesel dan gliserol. Suhu proses pembuatan biodiesel mempengaruhi viskositas dan densitas sebuah biodiesel, semakin tinggi suhu semakin rendah viskositasnya dan densitasnya

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Images, Getty dan Salah Malkawi. 2008. Kom. *Indonesia Resmi keluar dari OPEC*. Tersedia Online di: <http://nasional.kompas.com/read/2008/09/10/11034262/indonesia.resmi.keluar.dari.opec> Diakses pada tanggal 1 Maret 2015
- [2] Daniel, Wahyu. 2012. *Cadangan Minyak RI Habis 10 Tahun Lagi, Saatnya Berhemat*. Tersedia Online di: <http://m.detik.com/finance/read/2012/06/11/155029/1938192/1034/cadangan-minyak-ri-habis-10-tahun-lagi-saatnya-berhemat/> Diakses pada tanggal 1 maret.
- [3] Hambali, Erliza dkk. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Agromedia. Jakarta.

- [4] Darnoko, D, Cheryan M., 2000. Kinetics of Palm Oil Transesterification in Batch Reactor. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 77:1263-1237.
- [5] Darmawan, Ferry Indra dan I wayan Susila.2013. Proses Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Metode Pencucian Dry-Wash Sistem.Jurusan Teknik Mesin UNESA.
- [6] Arita, Susila., Tuti Emilia Agustina, Dina Patrica, &Lena Rahmawati. 2009.Pemanfaatan Gliserin Sebagai Produk Samping dari Biodiesel Menjadi Sabun Transparan. *Jurnal Teknik Kimia*, No. 4, Vol. 16, Desember.
- [7] Freedman, B, Pryde, E.H., Mounts,T.L,1986Variable Affecting the yield of fatty Estersfrom Transesterifikasi Vegetable Oils.*JAOC*S61,1638-1643.
- [8] Hendra, Djeni.2014.PembuatanBiodieselDariMinyak Kemiri Sunan. *Penelitian Hasil Hutan* Vol. 32 No. 1, Maret: 37-45.
- [9] Aziz,Islami.2007. Kinetika Reaksi Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas.Valensi, Vol. 1, No. 1.
- [10] Van Gerpen, Jon. 2004. Biodiesel Production and Quality. Department of Biological and Agricultural Engineering. University of Idaho. Moscow.
- [11] Maulana, Farid.2011.Penggunaan Katalis NaOH dalam Proses TransesterifikasiMinyak Kemirimenjadi Biodiesel.*Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* Vol. 8, No. 2, hal. 73 – 78.
- [12] Fauzi, Oda dan Niamul Huda.2014.Diklat Teknologi Biodiesel Bagi Guru:Pemanfaatan Biodiesel dan Limbah Produksi. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Pusat Pengembangan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Bidang Mesin dan Teknik Industri/ TEDC. Bandung .
- [13] Kartika,Dwi dan Senny Widyaningsih.2012. Konsentrasi Katalis dan Suhu Optimum pada Reaksi Esterifikasi menggunakan Katalis Zeolit Alam Aktif (ZAH) dalam Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah. *Jurnal Natur Indonesia* 14(3), Juni: 219-226.
- [14] Ramírez, Luis Felipe-Verduzco a, Blanca Estela García-Flores, Javier Esteban Rodríguez-Rodríguez, Alicia del Rayo Jaramillo-Jacob.2011.Prediction of the density and viscosity in biodiesel blends at various temperatures.*Fuel* 90 (2011) 1751–1761.
- [15] Rengga, Wara Dyah Pita, &Wenny Istiani.2011.Sintesis Metil Ester dari MinyakGoreng Bekas dengan Pembeda Jumlah Tahapan Transesterifikasi. *Jurnal Kompetensi Teknik* Vol. 2, No. 2, Mei.
- [16] Canakci, M., A. Monyem,& J. Van Gerpen. 1999. Accelerated Oxidation Processes In Biodiesel. VOL. 42(6): 1565-1572.
- [17] Fukuda, H., Kondo, A., & Noda, H. 2001. Biodiesel Fuel Production by Transesterification of Oil.*Jou of Bios and Bioeng* 92 : 405-416.
- [18] Sudradjat, R., I. Jaya, & D. Setiawan. 2005. Optimalisasi Proses Estrans pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jarak Pagar. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 23 (4) : 239-257. Pusat Litbang Hasil Hutan.Bogor.
- [19] Darmanto, S. (2010). “Analisa Karakteristik Biodiesel Kapuk Randu sebagai Bahan Bakar Mesin Diesel”, *Jurnal Teknik Energi*, Vol 6, No. 3.
- [20] Manai, Syamsuddin.2010. Membuat Sendiri Biodiesel Bahan Bakar Pengganti Solar. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- [21] Kartika, I. A., Yani, M. dan Hermawan, D. 2011. Transesterifikasi In Situ Biji Jarak Pagar: Pengaruh Jenis Pereaksi, Kecepatan Pengadukan dan Temperatur Reaksi Terhadap Rendemen dan Kualitas Biodisel. *J. Tek. Ind. Pert.* 21: 24-33.
- [22] Sinarep dan Mirmanto.2011. Karakteristik Biodiesel Minyak Kelapa yang Dihasilkan Dengan Cara Proses Pirolisis Kondensasi. *Jurnal TeknikRekayasa*, Vol. 12 No 1 Juni.
- [23] Moechtar,1989.Farmasi Fisika.Gadjah Mada University Press.Yogyakarta.
- [24] Torryselly, Paian Oppu.2008.Analisa Efek Secendory Flow Pada Pipa Bulat dan Kontak.Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik.UI.
- [25] Young, Hugh D., Freedman, Roger A. 2002. Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid I.Erlangga .Jakarta.
- [26] Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Pangan dan Lemak Pangan*. UI-Press : Jakarta
- [27] Zuhra, Husni Husin, Fikri Hasfita, dan Wahyu Rinaldi.2015. *Preparasi Katalis Abu Kulit Kerang Untuk Transesterifikasi Minyak Nyamplung Menjadi Biodiesel*. *Journal AGRITECH*, Vol. 35, No. 1, Februari. [ (2011) 1751–1761.
- [28] Refaat, A. A.2009.*Correlation between the chemical structure of biodiesel and its physical properties*. *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 6 (4), 677-694, Autumn 2009.
- [29] Standar Nasional Indonesia.2006.
- [30] Aini, Fashihatul,SitiTjahjani.2013.Hubungan Antara Waktu Penyimpanan dan Nilai Viskositas Biodiesel Minyak Biji Kapuk.UNESA *Journal of Chemistry* Vol. 2, No 2, May.