

## PEMBUATAN BIODIESEL MINYAK JELANTAH MENGUNAKAN METODE ESTERIFIKASI- TRANSESTERIFIKASI BERDASARKAN JUMLAH PEMAKAIAN MINYAK JELANTAH

### *BIODIESEL PRODUCTION FROM WASTE COOKING OIL BY ESTERIFICATION- TRANSESTERIFICATION METHODS BASED ON AMOUNT OF USED COOKING OIL*

Rian Efendi <sup>1</sup>, Husna Aulia Nur Faiz <sup>2</sup>, Enrie Risky Firdaus <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Pemeliharaan Mesin, Politeknik Negeri Subang, Subang  
E-Mail : [riangalau26@gmail.com](mailto:riangalau26@gmail.com)

<sup>2</sup> Jurusan Pemeliharaan Mesin, Politeknik Negeri Subang, Subang  
E-Mail : [husna.anf@gmail.com](mailto:husna.anf@gmail.com)

<sup>3</sup> Jurusan Pemeliharaan Mesin, Politeknik Negeri Subang, Subang  
E-Mail : [enrie.firdaus@gmail.com](mailto:enrie.firdaus@gmail.com)

#### ABSTRAK

Perkembangan teknologi dan keilmuan yang pesat, menjadikan minyak jelantah tidak hanya dikenal sebagai limbah, tetapi menjadi sesuatu yang lebih berguna, yakni bahan bakar minyak alternatif yang dapat diperbaharui, salah satunya biodiesel. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan bahwa minyak jelantah dengan variasi jumlah pemakaian sebelumnya yang berbeda-beda, dapat diolah kembali menjadi biodiesel menggunakan metode esterifikasi-transesterifikasi dan mengetahui kualitas biodiesel yang dihasilkan dari minyak jelantah. Pembuatan biodiesel ini melalui reaksi esterifikasi dengan katalis  $H_2SO_4$ , dan reaksi transesterifikasi dengan katalis NaOH. Sampel adalah minyak jelantah dengan variasi jumlah pemakaian yang berbeda-beda. Minyak jelantah diperoleh dari pedagang makanan di sekitar Kabupaten Subang. Dari hasil penelitian didapatkan data-data mengenai kualitas kelima sampel biodiesel yang dihasilkan, yakni nilai densitas rata-rata dari kelima sampel sebesar 0.86988  $kg/mm^3$ , viskositas rata-rata sebesar 4.5440 cSt, bilangan asam rata-rata sebesar 0.372 mg-KOH/gram, kadar air rata-rata sebesar 0.0258%, serta nilai rendemen rata-rata sebesar 83.268%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa jumlah pemakaian minyak jelantah berpengaruh pada karakteristik biodiesel yang dihasilkan, dan juga metode esterifikasi-transesterifikasi terbukti mampu menghasilkan biodiesel yang sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk biodiesel, yang dikeluarkan oleh BSN dengan nomor SNI 7182:2015.

#### Kata Kunci

*Biodiesel, Minyak Jelantah, Esterifikasi, Transesterifikasi*

#### ABSTRACT

*The rapid technological and scientific development, making waste cooking oil not only known as waste, but becomes something more useful, that is renewable alternative oil fuel, one of which is biodiesel. The purpose of this research is to prove that the waste cooking oil with variations different amounts of used can be recycled into biodiesel using esterification-transesterification method and to know the quality of biodiesel produced from waste cooking oil. Making this biodiesel by esterification reaction with  $H_2SO_4$  catalyst, and transesterification reaction with NaOH catalyst. The sample is a cooking oil with varying amount of usage. Waste oil is obtained from food vendors around subang district. From the research results obtained data about the quality of the five samples of biodiesel produced, that is the average density value of the five samples is about 0.86988  $kg/mm^3$ , the average viscosity is about 4.5440 cSt, the average acid number is about 0.372 mg-KOH / gram, the average water content is about 0.0258%, and the average rendemen value is about 83.268%. Thus it can be concluded that the amount of use of the cooking oil effect on the characteristics of biodiesel produced, and also proves that esterification-transesterification method is capable of producing biodiesel according to Indonesian National Standard (SNI) for biodiesel, issued by BSN with SNI number 7182: 2015.*

#### Keywords

*Biodiesel, Waste Cooking Oil, Esterification, Transesterification*

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan berbagai kekayaan alam, salah satunya adalah kelapa sawit. Berdasarkan statistik Direktorat Jenderal Perkebunan Indonesia Volume dan Nilai Ekspor Minyak Sawit (CPO) dari tahun 2015-2017 menunjukkan penurunan dari tahun 2015 sebesar 26.467.564 ton menjadi 24.150.232 ton pada tahun 2016. Diperkirakan hal tersebut terjadi karena banyaknya jumlah konsumsi minyak kelapa sawit dalam negeri.

Salah satu dampak penggunaan minyak kelapa sawit yang berlebihan adalah dihasilkannya limbah minyak kelapa sawit, atau yang dikenal sebagai minyak jelantah. Untuk mengatasi permasalahan itu diperlukan usaha untuk mengubah minyak jelantah menjadi sesuatu produk yang bernilai lebih, seperti biodiesel.

Biodiesel adalah bahan bakar yang terbuat dari minyak tumbuhan atau lemak hewan. Biodiesel merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran *mono-alkyl ester* yang berasal dari asam lemak dengan rantai panjang, yang sumbernya dapat diperbaharui dari alam. Biodiesel juga dikenal sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan karena menghasilkan emisi gas buang yang relatif lebih bersih dibandingkan dengan solar. Selain itu, penggunaan biodiesel umumnya mudah, karena tidak perlu memodifikasi mesin diesel.

Pada umumnya biodiesel dibuat dengan menggunakan 2 jenis reaksi yaitu reaksi esterifikasi dan reaksi transesterifikasi. Kedua reaksi tersebut memiliki karakteristik tersendiri. Penggabungan reaksi esterifikasi-transesterifikasi bertujuan untuk meningkatkan rendemen biodiesel yang di hasilkan.

Esterifikasi adalah tahap konversi dari asam lemak bebas menjadi ester. Esterifikasi mereaksikan asam lemak dengan alkohol. Katalis-katalis yang cocok adalah zat berkarakter asam kuat, seperti asam sulfat, asam sulfonat, asam sulfonat organik atau resin penukar kation asam kuat. Asam-asam tersebut biasa dipilih dalam praktek industrial (Soerawidjaja, 2006).

Esterifikasi umumnya dilakukan untuk membuat biodiesel dari minyak berkadar FFA tinggi (berangka asam >5 mg- KOH/g). Pada tahap ini, asam lemak bebas akan dikonversikan menjadi metil ester. Tahap esterifikasi biasanya diikuti dengan tahap transesterifikasi, tetapi sebelum produk esterifikasi diumpankan ke tahap transesterifikasi,

air dan bagian terbesar katalis asam yang dikandungnya harus disingkirkan terlebih dahulu.

Proses esterifikasi adalah reaksi reversibel dimana asam lemak bebas (*free fatty acid/FFA*) dikonversi menjadi alkil ester melalui katalis asam (HCl atau umumnya  $H_2SO_4$ ). Ketika konsentrasi asam lemak bebas dalam minyak tinggi, seperti dalam minyak jelantah, esterifikasi dan reaksi transesterifikasi melalui katalis asam dapat berpotensi untuk mendapatkan konversi biodiesel yang hampir sempurna. Proses esterifikasi mengikuti mekanisme reaksi yang sama seperti transesterifikasi katalis asam (Loterio et al., 2005).

Tidak seperti esterifikasi yang mengkonversi asam lemak bebas menjadi ester, pada transesterifikasi yang terjadi adalah mengubah trigliserida menjadi ester. Perbedaan antara transesterifikasi dan esterifikasi menjadi sangat penting ketika memilih bahan baku dan katalis. Transesterifikasi dikatalisis oleh asam atau basa, sedangkan esterifikasi, bagaimanapun hanya dikatalisis oleh asam (Nourredine, 2010).

Dalam reaksi transesterifikasi, seringkali terjadi reaksi penyabunan yang tidak diinginkan. Hal tersebut disebabkan oleh tingginya kadar asam lemak bebas dan juga kadar air yang tinggi pada minyak jelantah. Loterio et al. (2005) merekomendasikan bahan baku yang mengandung kurang dari 0.5% berat asam lemak saat menggunakan katalis basa untuk menghindari pembentukan sabun.

Alkohol yang paling umum digunakan adalah metanol dan etanol, terutama metanol, karena harganya murah dan reaktifitasnya paling tinggi (sehingga reaksinya disebut metanolisis). Produk yang dihasilkan (jika menggunakan metanol) lebih sering disebut sebagai metil ester asam lemak (*fatty acid methyl ester/FAME*) daripada biodiesel (Knothe et al., 2005), sedangkan jika etanol yang digunakan sebagai reaktan, maka akan diperoleh campuran etil ester asam lemak (*fatty acid ethyl ester/FAEE*) (Lam et al., 2010). Dengan minyak berbasis bio (minyak nabati) maka hubungan stoikiometrinya memerlukan 3 mol alkohol per mol TAG (3:1), tetapi reaksi biasanya membutuhkan alkohol berlebih berkisar 6:1 hingga 20:1, tergantung pada reaksi kimia untuk transesterifikasi katalis basa dan 50:1 untuk transesterifikasi katalis asam (Zhang et al., 2003).

Selain beberapa faktor yang telah diuraikan sebelumnya, terdapat faktor lain yang menentukan keberhasilan pengkonversian minyak jelantah menjadi biodiesel, dan juga karakteristik biodiesel yang dihasilkannya. Salah satu faktor yang dimaksud adalah kualitas minyak jelantah yang dijadikan bahan baku pembuatan biodiesel, berdasarkan variasi jumlah pemakaian minyak jelantah sebelumnya. Pada kenyataannya, limbah minyak jelantah yang dihasilkan oleh masyarakat memiliki karakteristik atau kualitas yang beragam. Keberagaman kualitas minyak jelantah diduga dipengaruhi oleh variasi jumlah pemakaian minyak jelantah sebelumnya.

Dewasa ini banyak dilakukan penelitian mengenai pembuatan biodiesel dari minyak jelantah. Akan tetapi, jika ditelusuri lebih lanjut belum ada yang memfokuskan diri untuk meneliti pembuatan biodiesel dengan memperhatikan karakteristik bahan baku yang dipakai berdasarkan variasi jumlah pemakaian minyak jelantah sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan bahwa minyak jelantah dengan variasi jumlah pemakaian sebelumnya yang berbeda-beda, dapat diolah kembali menjadi biodiesel menggunakan metode esterifikasi-transesterifikasi dan mengetahui kualitas biodiesel yang dihasilkan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk biodiesel, yang dikeluarkan oleh BSN dengan nomor SNI 7182:2015.

## 2.METODOLOGI

### 2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pembuatan biodiesel dilaksanakan di rumah anggota tim peneliti, yang beralamatkan di Kp. Cimahi, Ds. Padaasih, Kecamatan Cibogo, Kabupaten Subang, Jawa Barat. Pada tanggal 28 Mei-10 Juni 2018. Penganalisaan karakteristik biodiesel yang dihasilkan dilaksanakan di Laboratorium Agroindustri, Politeknik Negeri Subang, pada tanggal 12-14 Juni 2018. Pengujian Biodiesel dilakukan pada mesin kompresor milik Bapak Aleksander, yang beralamatkan di Jl. Arief Rahman Hakim No.12, Kecamatan Subang, Kabupaten Subang, Jawa Barat. Pada tanggal 15 Juni 2018.

### 2.2 Alat dan Bahan

#### 2.2.1 Alat Pembuatan Biodiesel

- 1) Kompor
- 2) Timbangan analitik
- 3) Thermometer
- 4) Gelas ukur
- 5) Beaker glass
- 6) Pengaduk
- 7) Panci

- 8) Corong
- 9) Ember
- 10) Selang
- 11) Saringan

#### 2.2.2 Bahan Pembuatan Biodiesel

- 1) Methanol 98%,
- 2) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 98%,
- 3) NaOH
- 4) HCl Teknis
- 5) Silica Gel
- 6) Asam Asetat Glisial
- 7) Air

#### 2.2.3 Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan yaitu minyak jelantah dengan variasi jumlah pemakaian yang berbeda-beda. Bahan baku ini menjadi fokus utama dalam penelitian, dengan membaginya menjadi beberapa sampel berdasarkan jumlah pemakaian atau pemanasan sebelumnya. Minyak jelantah tersebut didapatkan dari pedagang makanan di sekitar Kabupaten Subang.

#### 2.2.4 Alat Analisa Karakteristik Biodiesel

- 1) *Beaker Glass*
- 2) Gelas Ukur
- 3) Pipet tetes
- 4) *Pipet Filler*
- 5) *Viscometer Oswald*
- 6) Termometer
- 7) Kompor
- 8) Erlenmeyer
- 9) Buret
- 10) Klem
- 11) Timbangan Analitik

#### 2.2.5 Bahan Analisa Karakteristik Biodiesel

- 1) Methanol 98%
- 2) Indikator Phenolphthalein
- 3) KOH
- 4) Akuades

### 2.3 Perlakuan dan Rancangan Penelitian

#### 2.3.1 Perlakuan Penelitian

Pada penelitian ini, variabel yang diamati adalah jumlah pemakaian minyak jelantah dengan variasi yang berbeda-beda sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Penggunaan variasi jumlah pemakaian minyak jelantah sebelumnya sebagai variabel yang diamati bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi pemakaian minyak jelantah sebelumnya terhadap karakteristik bahan baku minyak jelantah, dan juga karakteristik biodiesel yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan metode esterifikasi - transesterifikasi, dengan tujuan untuk meningkatkan

rendemen biodiesel yang dihasilkan. Selain itu, penggunaan metode reaksi esterifikasi-transesterifikasi diharapkan mampu menghasilkan biodiesel yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk biodiesel, yang dikeluarkan oleh BSN dengan nomor SNI 7182:2015.

## 2.3.2 Prosedur Penelitian

### 2.3.2.1 Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah

#### 2.3.2.1.1 Persiapan Sampel Minyak Jelantah

Minyak jelantah yang didapatkan dari pedagang makanan di sekitar Kabupaten Subang, dibagi menjadi 5 sampel berdasarkan jumlah pemakaiannya. Sampel pertama merupakan minyak goreng yang mengalami pemakaian hanya sekali. Sampel ke dua merupakan minyak goreng yang telah mengalami 2 kali pemakaian. Sampel ke tiga merupakan minyak goreng yang telah mengalami 3 kali pemakaian. Sampel ke empat merupakan minyak goreng yang telah mengalami 4 kali pemakaian, Sampel ke lima merupakan minyak goreng yang telah mengalami 5 kali pemakaian. Dengan ketentuan setiap sampel memiliki volume 3000 ml. Sebelumnya terlebih dahulu dilakukan analisa terhadap karakteristik awal bahan baku pada setiap sampel.

#### 2.3.2.1.2 Penyaringan Minyak Jelantah

Proses ini dimulai dengan melakukan pemanasan terhadap minyak jelantah pada suhu 40°C, lalu lakukan penyaringan terhadap minyak jelantah. Proses ini bertujuan untuk memisahkan minyak jelantah dari residu makro yang masih melekat pada minyak jelantah.

#### 2.3.2.1.3 Degumming

Proses *degumming* dimaksudkan untuk menghilangkan getah yang ada pada minyak jelantah menggunakan asam mineral seperti HCl dengan volume 0.5% dari volume minyak jelantah. Kemudian ditambahkan NaOH sebanyak 0.5% dari berat minyak jelantah, dan juga air sebanyak 200 ml. Lakukan pemanasan hingga 120°C. Penambahan NaOH dan air dimaksudkan untuk menetralkan pH minyak jelantah dan melarutkan garam yang terdapat pada minyak jelantah.

#### 2.3.2.1.4 Esterifikasi

Pada proses ini, minyak jelantah direaksikan dengan methanol 98% dengan perbandingan stokiometri 6:1 dengan bantuan 0.05% katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dari jumlah volume minyak jelantah, pada suhu 60°C selama 1 jam, kemudian endapkan selama 24 jam. Akan dihasilkan 2 lapisan, yakni Alkil Ester (Biodiesel), dan juga zat sisa, yang berupa air dan sisa-sisa

methanol serta katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Kemudian pisahkan bagian Alkil Ester (Biodiesel) dari zat sisa, agar konversi menjadi lebih maksimal pada proses selanjutnya.

#### 2.3.2.1.5 Transesterifikasi

Proses ini dilakukan dengan membuat larutan Sodium Metoksida terlebih dahulu. Campurkan Methanol 98% dengan 0.1% w/w NaOH sambil dilakukan pengadukan hingga larutan homogen. Kemudian lakukan pencampuran 2/3 larutan Sodium Metoksida yang telah dibuat kepada alkil ester (Biodiesel). Lakukan pengadukan pada suhu 60°C selama 1 jam, kemudian endapkan selama 24 jam. Pada akhir proses ini, dihasilkan 2 lapisan yakni alkil ester (Biodiesel) murni pada bagian atas, dan juga gliserol pada bagian bawah. Pisahkan bagian alkil ester (Biodiesel). Reaksikan kembali sisa larutan sodium metoksida kepada ester untuk mendapatkan biodiesel dengan kemurnian tinggi.

#### 2.3.2.1.6 Pencucian

Campurkan air dengan volume yang sama seperti minyak jelantah dan asam asetat 20% dari volume air, sambil dilakukan pemanasan hingga air mendidih. Kemudian campurkan 20% larutan tersebut pada ester atau biodiesel yang telah dihasilkan dari proses sebelumnya. Lakukan pengadukan hingga larutan berwarna putih susu, endapkan hingga 15 menit sampai terjadi pemisahan. Pisahkan bagian ester. Lakukan pencucian ini sebanyak 5 kali. Pencucian ini berguna untuk menetralkan pH biodiesel dan juga melarutkan sisa-sisa gliserol ataupun sabun yang dihasilkan dari reaksi transesterifikasi sebelumnya.

#### 2.3.2.1.7 Pengerinan

Alkil Ester (Biodiesel) yang telah dipisahkan dari proses pencucian dipanaskan untuk menghilangkan kandungan air. Lakukan pencampuran 15 gram silika gel kedalam ester hasil pencucian, disertai pemanasan hingga suhu 120°C sambil dilakukan pengadukan. Tujuan dari proses ini untuk memisahkan biodiesel dari kandungan air dan sisa-sisa gliserol.



Gambar 1. Biodiesel hasil metode esterifikasi-transesterifikasi

### 2.3.2.2 Analisa Karakteristik Biodiesel yang Dihasilkan

Untuk mengetahui karakteristik biodiesel yang dihasilkan dari reaksi esterifikasi-transesterifikasi dari minyak jelantah, diperlukan pengujian terhadap beberapa sifat penting yang mempengaruhi karakteristik biodiesel. Adapun sifat-sifat penting biodiesel yang perlu diuji, seperti viskositas, densitas, bilangan asam, kadar air dan rendemen. Selain itu perlu dilakukan juga uji bakar dengan kain, dan juga uji jalan pada mesin diesel.

Viskositas merupakan salah satu dari karakteristik biodiesel yang diujikan. Semakin tinggi viskositas biodiesel, maka kecepatan aliran akan lebih lambat, sehingga mempengaruhi proses derajat atomisasi bahan bakar pada ruang bakar menjadi terlambat.

Viskositas kinematik dapat diukur dengan alat viscometer ostwald. Persamaan untuk menentukan viskositas kinematik dimana:

$$\mu = K \times t \quad (2.2) \quad (1)$$

$\mu$  = Viskositas kinematik (cSt)

K = konstanta Viskositas Ostwald

t = waktu alir fluida didalam pipa viscometer (detik)

Densitas atau massa jenis menunjukkan perbandingan massa persatuan volume. Karakteristik ini berkaitan dengan daya yang dihasilkan melalui proses pembakaran biodiesel pada mesin diesel.

Massa jenis fluida didefinisikan melalui persamaan:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2)$$

$\rho$  = massa jenis ( $\text{kg/m}^3$ )

m = massa (kg)

v = volume ( $\text{m}^3$ )

Kadar air dalam biodiesel merupakan salah satu mutu penentu kualitas biodiesel. Semakin kecil kadar air, maka semakin rendah kadar asam bebas yang terdapat pada biodiesel. Untuk menentukan kadar air diperlukan persamaan yaitu:

$$K_a = \frac{b_a - (b_s + b_c)}{b_a} \times 100 \quad (3)$$

$K_a$  = kadar air (%)

$b_a$  = bobot awal sampel beserta cawan sebelum dilakukan pemanasan (gram)

$b_s$  = bobot akhir sampel setelah dilakukan pemanasan hingga  $120^\circ\text{C}$  (gram)

$b_c$  = bobot cawan (gram)

Bilangan asam adalah derajat penetralan berat KOH yang dipakai untuk menetralkan satu gram berat sampel. Bilangan asam yang tinggi dapat menyebabkan korosi pada tangka bahan bakar mesin diesel. Adapun persamaan untuk menentukan bilangan asam, yaitu:

$$\text{Bilangan Asam} = \frac{A \times N \times 56.1}{G} \quad (4)$$

A = volume larutan KOH yang dibutuhkan untuk titrasi (ml)

N = normalitas larutan KOH

G = berat sampel (gram)

56,1 = bobot molekul KOH (g/mol)

Rendemen adalah persentase konversi minyak jelantah menjadi biodiesel. Rendemen dapat ditentukan menggunakan persamaan:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{volume biodiesel}}{\text{volume jelantah}} \times 100 \quad (5)$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

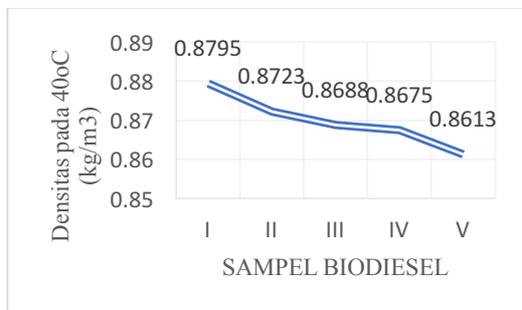
### 3.1 Pengaruh Jumlah Pemakaian Minyak Jelantah Terhadap Karakteristik Awal Minyak Jelantah

Tabel 1. Hasil pengujian karakteristik awal bahan baku.

	Jumlah Pemakaian Minyak Jelantah				
	I	II	III	IV	V
Densitas pada $40^\circ\text{C}$ ( $\text{kg/m}^3$ )	0.9068	0.8987	0.892	0.889	0.8864
Viskositas					
Kinematik pada $40^\circ\text{C}$ (cSt)	7.5	7	6.59	6.04	5.63
Bilangan Asam (mg-KOH/gram)	0.5052	0.5411	0.5538	0.6385	0.6695

Dari tabel di atas, didapatkan data mengenai karakteristik awal minyak jelantah yang dipakai sebagai bahan baku biodiesel. Perbedaan data karakteristik antar sampel disebabkan oleh variasi jumlah pemakaian minyak jelantah awal. Hal tersebut membuktikan bahwa setiap kali dilakukan pemakaian atau pemanasan pada minyak jelantah, maka karakteristik minyak jelantah tersebut akan berubah.

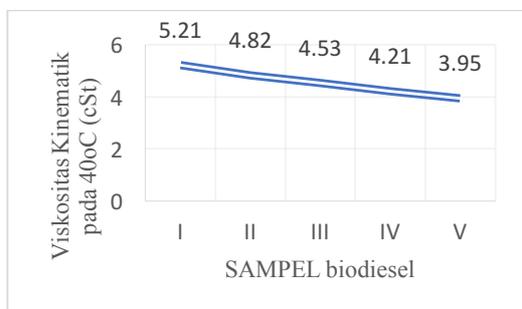
### 3.2 Pengaruh Jumlah Pemakaian Minyak Jelantah Terhadap Densitas Biodiesel yang Dihasilkan



Gambar 2. Pengaruh jumlah pemakaian minyak jelantah terhadap densitas biodiesel yang dihasilkan

Dari grafik di atas menunjukkan penurunan densitas biodiesel berdasarkan jumlah pemakaian minyak jelantah sebelum direaksikan menjadi biodiesel. Densitas terbesar terjadi pada sampel I yang mengalami sekali pemakaian. Densitas terkecil terjadi pada Sampel V yang mengalami 5 kali pemakaian. Hal ini disebabkan oleh reaksi oksidasi yang terjadi pada saat pemanasan minyak jelantah yang berulang-ulang, sehingga ikatan molekul minyak jelantah tersebut merenggang, sehingga berpengaruh pada densitas biodiesel yang dihasilkan. Dapat disimpulkan, semakin banyak jumlah pemakaian minyak jelantah, maka semakin kecil densitas biodiesel yang dihasilkan dari minyak jelantah tersebut. Densitas rata-rata biodiesel yang dihasilkan sebesar  $0.86988 \text{ kg/mm}^3$ , sesuai dengan standar SNI, yakni  $0.85\text{-}0.89 \text{ kg/mm}^3$ .

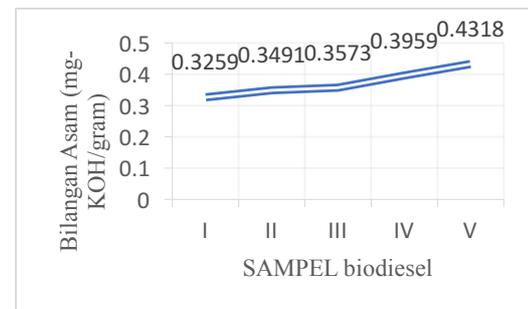
### 3.3 Pengaruh Jumlah Pemakaian Minyak Jelantah Terhadap Viskositas Kinematik Biodiesel yang Dihasilkan



Gambar 3. Pengaruh jumlah pemakaian minyak jelantah terhadap viskositas kinematik biodiesel yang dihasilkan

Dari grafik di atas menunjukkan penurunan viskositas kinematik biodiesel berdasarkan jumlah pemakaian minyak jelantah sebelum direaksikan menjadi biodiesel. viskositas terbesar terjadi pada sampel I yang mengalami sekali pemakaian. viskositas terkecil terjadi pada Sampel V yang mengalami 5 kali pemakaian. Hal ini berhubungan dengan densitas yang juga menurun. Dapat disimpulkan, semakin banyak jumlah pemakaian minyak jelantah, maka semakin kecil viskositas biodiesel yang dihasilkan dari minyak jelantah tersebut. Viskositas kinematik rata-rata biodiesel yang dihasilkan sebesar  $4.5440 \text{ cSt}$ , sesuai dengan standar SNI, yakni  $2.3\text{-}6.0 \text{ CSt}$ .

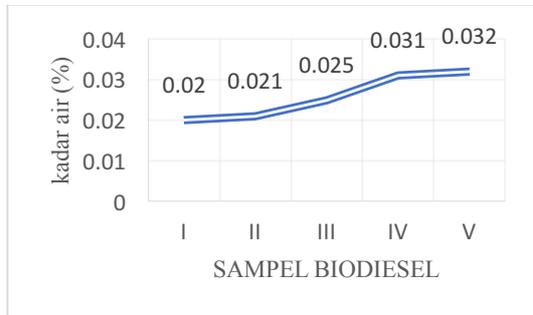
### 3.4 Pengaruh Jumlah Pemakaian Minyak Jelantah Terhadap Bilangan Asam Biodiesel yang Dihasilkan



Gambar 4. Pengaruh jumlah pemakaian minyak jelantah terhadap bilangan asam biodiesel yang dihasilkan

Dari grafik di atas menunjukkan kenaikan bilangan asam biodiesel berdasarkan jumlah pemakaian minyak jelantah sebelum direaksikan menjadi biodiesel. Bilangan asam terbesar terjadi pada sampel V yang mengalami 5 kali pemakaian. Bilangan asam terkecil terjadi pada Sampel I yang mengalami sekali pemakaian. Hal ini disebabkan oleh banyaknya asam lemak bebas yang dihasilkan dari proses oksidasi selama pemanasan berlangsung. Semakin sering minyak jelantah dipanaskan, maka semakin sering juga minyak tersebut teroksidasi, menyebabkan peningkatan kadar asam lemak bebas pada minyak jelantah tersebut. Dapat disimpulkan, semakin banyak jumlah pemakaian minyak jelantah, maka semakin besar bilangan asam biodiesel yang dihasilkan dari minyak jelantah tersebut. Bilangan asam rata-rata biodiesel yang dihasilkan sebesar  $0.372 \text{ mg-KOH/gram}$ , sesuai dengan standar SNI, yakni  $<8.0 \text{ mg-KOH/gram}$ .

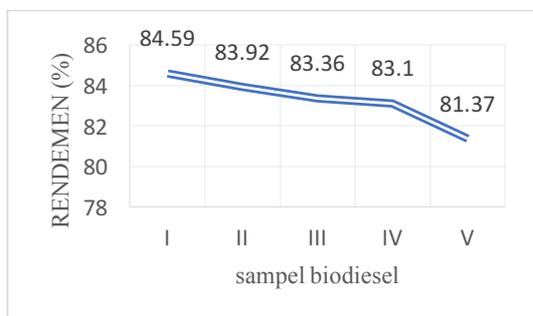
### 3.5 Pengaruh Jumlah Pemakaian Minyak Jelantah Terhadap Kadar Air Biodiesel yang Dihasilkan



Gambar 5. Pengaruh jumlah pemakaian minyak jelantah terhadap kadar air biodiesel yang dihasilkan

Dari grafik di atas menunjukkan kenaikan kadar air biodiesel yang dihasilkan, berdasarkan jumlah pemakaian minyak jelantah sebelum diolah menjadi biodiesel. Kadar air terbesar terjadi pada sampel V yang mengalami 5 pemakaian. Kadar Air terkecil terjadi pada Sampel I yang mengalami sekali pemakaian. Hal ini disebabkan oleh banyaknya kontaminasi air yang tercampur pada saat proses pemanasan minyak jelantah. Kadar air yang tinggi juga berpengaruh pada viskositas, dan juga densitas biodiesel yang dihasilkan. Dapat disimpulkan, semakin banyak jumlah pemakaian minyak jelantah, maka semakin besar kadar air pada biodiesel yang dihasilkan. Kadar air rata-rata biodiesel yang dihasilkan sebesar 0.0258%, sesuai dengan standar SNI, yakni <0.05%.

### 3.6 Pengaruh Jumlah Pemakaian Minyak Jelantah Terhadap Rendemen Biodiesel yang Dihasilkan



Gambar 6. Pengaruh jumlah pemakaian minyak jelantah terhadap rendemen biodiesel yang dihasilkan

Dari grafik di atas menunjukkan penurunan rendemen biodiesel yang dihasilkan, berdasarkan jumlah pemakaian minyak jelantah sebelum diolah

menjadi biodiesel. Rendemen terbesar terjadi pada sampel I yang mengalami sekali pemakaian. Rendemen terkecil terjadi pada Sampel V yang mengalami 5 kali pemakaian. Hal ini disebabkan oleh banyaknya factor yang mempengaruhi, seperti bilangan asam yang tinggi, dan kadar air yang tinggi, yang timbul akibat banyaknya jumlah pemakaian minyak jelantah sebagai bahan baku. Dapat disimpulkan, semakin banyak jumlah pemakaian minyak jelantah, maka semakin kecil rendemen biodiesel yang dihasilkan. Rendemen rata-rata biodiesel yang dihasilkan sebesar 83.268%.

### 3.7 Uji Bakar pada Kain



Gambar 7. Pengujian bakar pada kain

Dari gambar di atas, menunjukkan bahwa kain tersebut terbakar. Hal ini membuktikan bahwa biodiesel yang dihasilkan dari masing-masing sampel, mampu terbakar dengan sempurna.

### 3.8 Uji Jalan pada Mesin Kompresor



Gambar 8. Pengujian pada mesin kompresor

Dari pengujian yang dilakukan terhadap mesin kompresor, masing-masing sampel biodiesel diujikan dengan kadar B20, mampu menjalankan mesin kompresor pada kondisi yang *idle*.

## 4. KESIMPULAN

1. Kelima sampel bahan baku berupa minyak jelantah dengan variasi jumlah pemakaian minyak jelantah yang berbeda, terbukti mampu diolah kembali menjadi biodiesel. Dengan karakteristik yaitu nilai densitas rata-rata sebesar  $0.86988 \text{ kg/mm}^3$ , viskositas rata-rata sebesar  $4.5440 \text{ cSt}$ , bilangan asam rata-rata sebesar  $0.372 \text{ mg-KOH/gram}$ , kadar air rata-rata sebesar  $0.0258\%$ , serta nilai rendemen rata-rata sebesar  $83.268\%$ .
2. Reaksi esterifikasi-transesterifikasi mampu menghasilkan biodiesel dengan karakteristik yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk biodiesel, yang dikeluarkan oleh BSN dengan nomor SNI 7182:2015.
3. Minyak jelantah dengan jumlah pemakaian yang banyak mempengaruhi karakteristik biodiesel yang dihasilkan.

## 5. SARAN DAN REKOMENDASI

1. Disarankan agar melakukan pengukuran karakteristik lainnya sesuai standar SNI, seperti titik nyala, korosi tembaga, dan lain-lain.
2. Perlu dilakukan pengujian jangka panjang penggunaan biodiesel dari minyak jelantah terhadap performansi mesin.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Masri Bin Ardin, S.T., M.Pd sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan banyak

masukan dan bantuan selama menjalankan penelitian. Dan juga kepada pihak Direktorat Jenderal Pembelajaran dan Kemahasiswaan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi melalui Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) Tahun 2018 yang diamanatkan kepada tim peneliti.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prihandana R. Hendroko R. Nuraimin M. 2006. Menghasilkan Biodiesel Murah. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- [2] Satriana, N.E. Husna, Desrina dan Supardan, M.D. 2012. Karakteristik biodiesel hasil transesterifikasi minyak jelantah menggunakan teknik kavitas hidrodinamik. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian*. 4 (2): 15-20.
- [3] Sinaga, S.V., Haryanto, A. dan Triyono, S. 2014. Pengaruh suhu dan waktu reaksi pada proses pembuatan biodiesel dari minyak jelantah. *Jurnal Teknik Pertanian*. 3 (1): 27- 34.
- [4] Statistik Perkebunan Kelapa Sawit Indonesia. 2017. Volume dan Nilai Ekspor Minyak Sawit (CPO) Tahun 1981-2016. Direktorat Jenderal Perkebunan. Hal. 1-69.
- [5] Wahyuni S, Ramli, Mahrizal. 2015. Pengaruh Suhu Proses dan Lama Pengendapan Terhadap Kualitas Biodiesel Dari Minyak Jelantah. *Pillar of Physics*, 6: 33-40.
- [6] Widodo, Agus, dkk. 2004. Pengaruh asam lemak dan konsentrasi katalis asam terhadap karakteristik dan konversi biodiesel pada transesterifikasi minyak mentah dedak padi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS): Surabaya.