

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Data Bahan Baku Minyak

Dalam penelitian ini bahan baku yang digunakan adalah minyak jarak kepyar dan minyak nyamplung. Ada beberapa karakteristik dari kedua minyak tersebut diantaranya ialah densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor. Dalam tabel 4.1 dapat dilihat hasil pengujian karakteristik bahan baku pembuat biodiesel.

Tabel 4.1. Karakteristik bahan baku biodiesel

Propertis	Minyak jarak kepyar ( <i>Castrol oil</i> )	Minyak Nyamplung
Densitas (40°C) kg/m <sup>3</sup>	938,997	928,532
Viskositas (40°C) cSt	239,227	59,520
<i>Flash point</i> (°C)	271	235
Nilai Kalor (Cal/g)	8661,487	9054,646

Pada tabel 4.1. menunjukkan bahwa bahan baku minyak nyamplung memiliki densitas, viskositas, *flash point* yang lebih rendah dibanding dengan bahan baku minyak jarak kepyar, namun bahan baku minyak nyamplung menunjukkan nilai kalor yang lebih tinggi dari minyak jarak kepyar.

Tabel 4.2. Komposisi Asam lemak Minyak Jarak Kepyar dan Minyak Nyamplung (% Relatif)

Minyak jarak kepyar		Minyak nyamplung	
Asam lemak	Konsentrasi (%)	Asam lemak	Komposisi (%)
<i>Risinoleat</i>	86	<i>M Butyrate</i>	6,24
<i>Oleat</i>	8,5	<i>M Palmitate</i>	11,67
<i>Linoleat</i>	3,5	<i>M Octadecanoate</i>	14,30
<i>Stearat</i>	0,5-2,0	<i>Cis-9-Oleic Methyl Ester</i>	36,59

Minyak jarak kepyar		Minyak nyamplung	
Asam lemak	Konsentrasi (%)	Asam lemak	Komposisi (%)
<i>Dihidroksi stearat</i>	1-2	<i>Linolelaidic Acid Methyl Ester</i>	0,52
		<i>M Linoleate</i>	16,30
		<i>Gamma-Linolenic acid methyl ester</i>	1,99
		<i>M Linolenate</i>	2,27
		<i>M Cis-5,8,11,14-Eicosatetraenoic</i>	10,12

Dari Tabel 4.2. minyak jarak kepyar memiliki susunan utama berupa asam *M linoleate* 41,59% dan *linolelaidic acid methyl ester* 31,66%. Sedangkan pada minyak nyamplung memiliki susunan utama berupa asam *Cis-9-Oleat Methyl Ester* 36,59% dan *M Linoleate* 16,30%.

Tabel 4.3. Kandungan asam lemak bebas minyak Jarak Kepyar dan minyak Nyamplung

Propertis	Asam lemak bebas	Satuan	Metode
Minyak Jarak ( <i>Castrol oil</i> )	0,70	% b/v	Volumetri
Minyak Nyamplung	3,00	% b/v	Volumetri

Minyak nabati yang dijadikan biodiesel dapat diproses dengan *transesterifikasi*. Reaksi *transesterifikasi* sangat sensitif terhadap kadar asam lemak bebas yang terkandung di dalam minyak. Kadar asam lemak bebas maksimal dalam bahan baku yang masih dapat ditoleransi untuk reaksi ini sebesar 1-2,5%. Kandungan asam lemak yang tinggi memicu terjadinya reaksi sampingan antara katalis basa dan asam lemak yang akan membentuk sabun. Sabun dalam reaksi *transesterifikasi* dapat menyulitkan proses pemisahan produk (alkil ester) dengan katalis karena sabun akan mengemulsi campuran saat pencucian, reaksi ini justru mengurangi produk biodiesel yang dihasilkan (Budiman dkk 2016).

Minyak jarak kepyar dapat diproses menjadi biodiesel dengan satu tahap atau proses *transesterifikasi* karena memiliki kadar asam lemak bebas yang rendah. Pada

minyak nyamplung harus melalui dua tahap proses pembuatan biodiesel yakni proses *esterifikasi* dan *transesterifikasi* hal ini dikarenakan kadar asam lemak bebas yang lebih dari batas maksimal asam lemak bebas, proses esterifikasi bertujuan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak nyamplung.

#### 4.2. Karakteristik Biodiesel Jarak Kepyar dan Biodiesel Nyamplung

Didapatkan karakteristik penelitian biodiesel jarak kepyar dan biodiesel minyak nyamplung dapat dilihat dalam tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4. Karakteristik biodiesel Jarak Kepyar dan biodiesel Nyamplung

Propertis	Biodiesel jarak kepyar ( <i>Castrol oil</i> )	Biodiesel Nyamplung	SNI 7182-2015
Densitas (40°C) kg/m <sup>3</sup>	914,405	885,502	850 - 890
Viskositas (40°C) cSt	15,311	22,586	2,3 – 6,0
<i>Flash point</i> (°C)	189,200	174,300	Min. 100
Nilai Kalor (Cal/g)	8717,854	9270,316	

Perbandingan karakteristik dapat dilihat pada tabel 4.4 antara biodiesel jarak kepyar dan biodiesel nyamplung. Dari tabel 4.4 biodiesel minyak jarak kepyar yang memenuhi standar SNI hanyalah nilai *flash point* (189,2), sedangkan nilai densitas dan viskositas belum memenuhi standar SNI 7182-2015. Biodiesel nyamplung mempunyai nilai yang memenuhi standar SNI yakni densitas (885,502) dan *flash point* (174,3), sedangkan nilai viskositas belum memenuhi standar SNI 7182-2015.

#### 4.3. Densitas campuran biodiesel

Hasil pengujian densitas dari campuran biodiesel dapat dilihat pada tabel 4.5. Nilai densitas diperoleh dari persamaan 3.1.

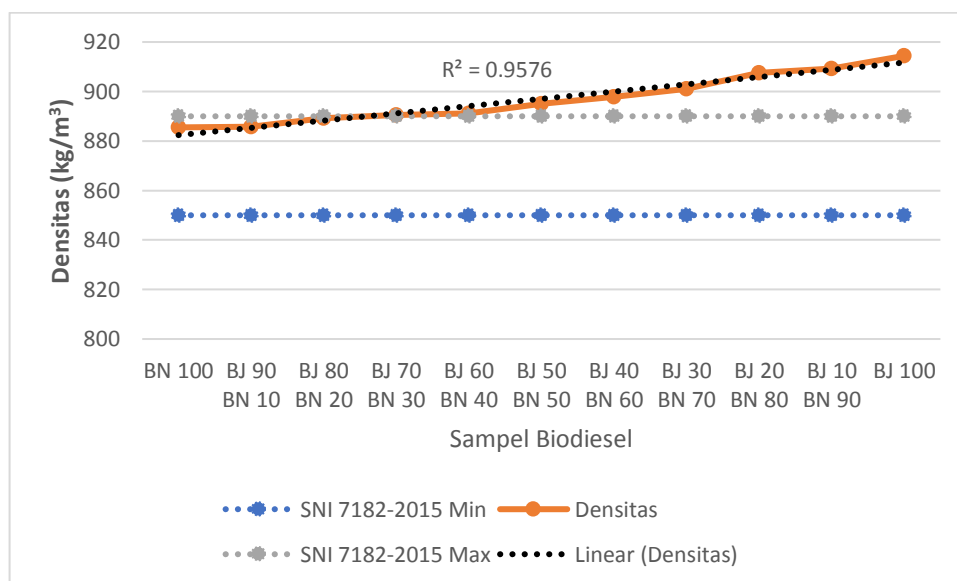
Campuran biodiesel Jarak Kepyar dan biodiesel Nyamplung pada komposisi BJ 90%:BN 10% memiliki massa sebesar 44,287 g dan Volume sebesar 50 mL dan dapat dihitung:

$$\rho = \frac{44,287 \text{ (g)}}{50 \text{ (mL)}} = 0,885740 \text{ g/mL} = 885,740 \text{ kg/m}^3$$

Jadi densitas yang diperoleh dari campuran biodiesel jarak kepyar dan biodiesel nyamplung pada sampel BJ 90%:BN 10% sebesar 885,74 kg/m<sup>3</sup>.

Tabel 4.5. Hasil pengujian densitas terhadap variasi sampel biodiesel

No	Sampel (%)	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	SNI 7182-2015
1	BN 100	885,500	850 - 890
2	BJ 90:BN 10	885,740	
3	BJ 80:BN 20	889,127	
4	BJ 70:BN 30	890,413	
5	BJ 60:BN 40	891,087	
6	BJ 50:BN 50	895,107	
7	BJ 40:BN 60	897,947	
8	BJ 30:BN 70	901,140	
9	BJ 20:BN 80	907,540	
10	BJ 10:BN 90	909,340	
11	BJ 100	914,460	



Gambar 4.1. Grafik densitas dari setiap campuran biodiesel

Densitas campuran biodiesel dari penelitian yang telah dilakukan memiliki nilai yang beragam mulai dari 885,500 kg/m<sup>3</sup>–914,460 kg/m<sup>3</sup>. Ada beberapa biodiesel dan komposisi campuran yang mempunyai nilai densitas memenuhi standar SNI 7182-2015 (850–890 kg/m<sup>3</sup>) yakni pada biodiesel nyamplung 100%, campurann komposisi BJ 90 BN 10 (%) dan BJ 80 BN 20 (%). Pencampuran biodiesel jarak kepyar dengan nyamplung mampu mengurangi densitas dari biodiesel jarak kepyar, semakin sedikit komposisi biodiesel nyamplung semakin turun pula densitas yang dihasilkan.

Perbedaan biodiesel dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya ialah derajat ketidakjenuhan dan berat molekul minyak. Semakin besar rata-rata molekul asam lemak penyusun trigliserida, maka semakin besar densitas minyak tersebut. Sedangkan derajat ketidak jenuhan yang besar menyebabkan densitas semakin kecil (Rahmani, 2008). Densitas berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel per satuan volume bahan bakar (Shereve dalam departemen teknologi pertanian, 2005). Biodiesel yang memiliki densitas yang melebihi ketentuan sebaiknya tidak digunakan karena akan meningkatkan keausan mesin dan menyebabkan kerusakan mesin (Setiawati, 2012).

#### 4.4. Viskositas campuran biodiesel

Dari 11 sampel biodiesel jarak kepyar dan biodiesel nyamplung yang telah dilakukan pengujian didapatkan viskositas kinematik yang terdapat pada tabel 4.6 dan gambar 4.2 nilai viskositas diperoleh dari persamaan 3.2.

Campuran biodiesel jarak kepyar dan biodiesel nyamplung pada komposisi BJ 90%:BN 10% memiliki viskositas dinamik sebesar 19,4 mPa.s dan densitas sebesar 885,740 kg/m<sup>3</sup>, dan dapat dihitung:

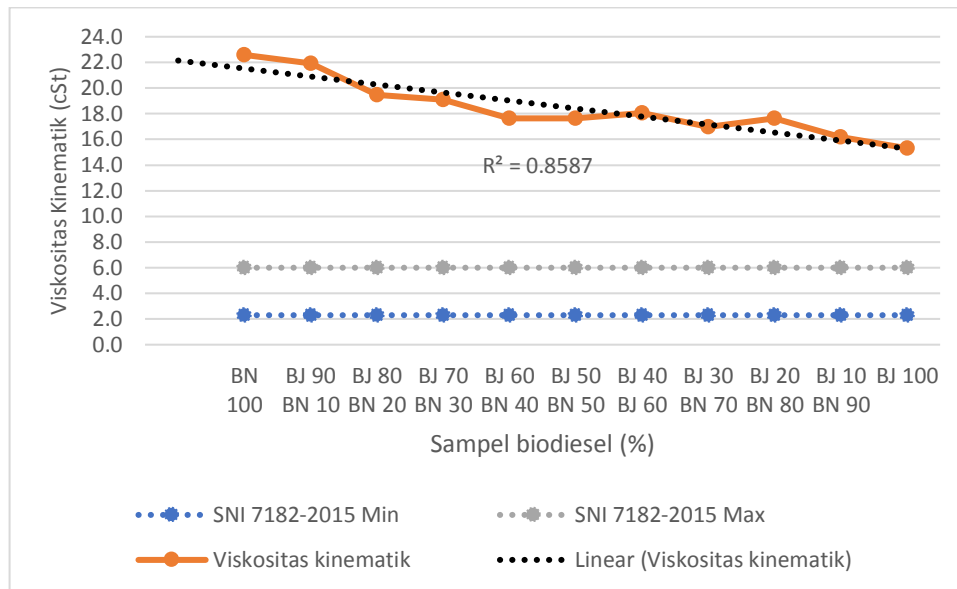
$$1 \text{ mPa.s} = \text{cP}$$

$$v = \frac{19,4 \text{ (mPa.s)}}{885,740 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)} = 0,021902 \times 1000 = 21,902 \text{ cSt}$$

Jadi viskositas kinematik yang diperoleh dari campuran biodiesel Jarak Kepyar dan biodiesel Nyamplung pada sampel BJ 90%:BN 10% sebesar 21,902 cSt.

Tabel 4.6. Hasil pengujian viskositas kinematik terhadap variasi sampel biodiesel

No	Sampel (%)	Viskositas Dinamik	Viskositas Kinematik	SNI 7182-2015
1	BN 100	20,0	22,6	2,3 – 6,0
2	BJ 90 BN 10	19,4	21,9	
3	BJ 80 BN 20	17,3	19,5	
4	BJ 70 BN 30	17,0	19,1	
5	BJ 60 BN 40	15,7	17,6	
6	BJ 50 BN 50	15,8	17,7	
7	BJ 40 BN 60	16,2	18,0	
8	BJ 30 BN 70	15,3	17,0	
9	BJ 20:BN 80	16,0	17,6	
10	BJ 10:BN 90	14,7	16,2	
11	BJ 100	14,0	15,3	



Gambar 4.2. Grafik viskositas dari setiap campuran biodiesel

Nilai viskositas dari setiap campuran biodiesel dari penelitian ini cenderung menurun pada setiap variasi komposisi campuran biodiesel, dari 11 sampel yang telah diuji nilai viskositasnya tidak ada yang memenuhi standar SNI 7182-2015 (2,3-6,0). Dalam tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa biodiesel nyamplung memiliki nilai viskositas kinematik yang tinggi (22,6), namun setelah dilakukannya pencampuran semakin sedikit campuran biodiesel jarak, semakin menurun nilai viskositasnya. Pengaruh kemurnian produk akhir maupun kandungan komposisi asam lemak, dan jumlah ikatan rangkap yang mempengaruhi dari viskositas kinematik. Viskositas kinematik berbanding lurus dengan panjang rantai karbon dan berbanding terbalik dengan jumlah ikatan rangkap. Semakin panjang rantai karbon asam lemak dan alkohol maka viskositas semakin besar dan viskositas semakin tinggi jika minyak semakin jenuh (Tazora, 2011). Hasil viskositas dari biodiesel nyamplung besar hal ini disebabkan kemurnian biodiesel yang mengandung getah, resin, protein *fosfasida* maupun zat pengotor lain yang tidak bisa dipisahkan secara maksimal dari minyak saat proses *deguming* atau pemurnian.

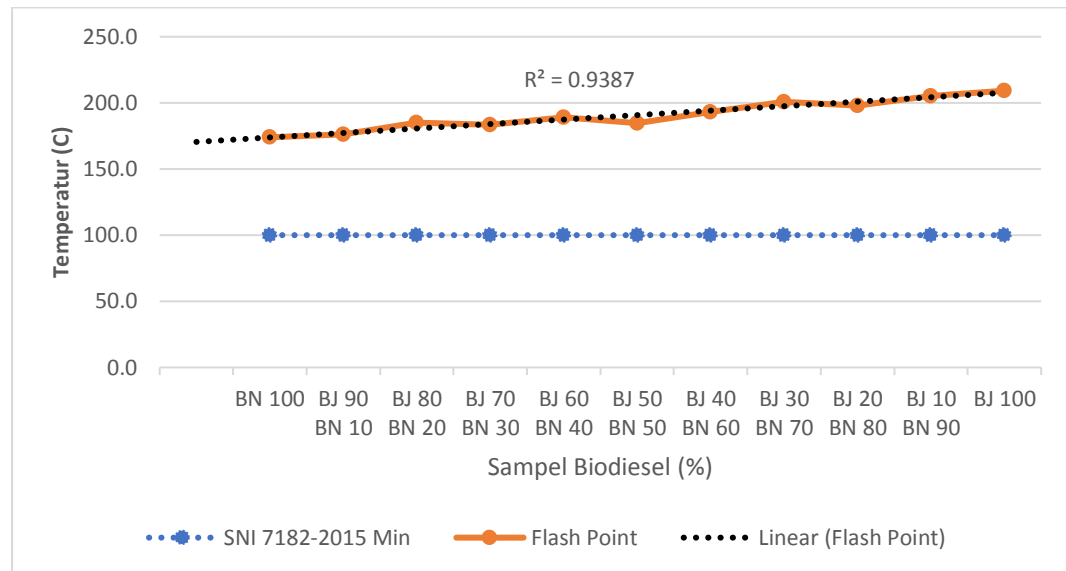
#### 4.5. *Flash Point* Campuran Biodiesel

Hasil pengujian *Flash point* pada campuran biodiesel jarak kepyar dan biodiesel nyamplung dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Gambar 4.3 berikut ini.

Tabel 4.7. Hasil pengujian *flash point* terhadap varisai sampel biodiesel

No	Sampel (%)	<i>Flash Point</i> ( <sup>o</sup> C)	SNI 7182- 2015
1	BN 100	174,0	Min. 100
2	BJ 90:BN 10	176,1	
3	BJ 80:BN 20	184,9	
4	BJ 70:BN 30	183,3	
5	BJ 60:BN 40	189,0	
6	BJ 50:BN 50	184,7	
7	BJ 40:BN 60	193,2	
8	BJ 30:BN 70	200,7	
9	BJ 20:BN 80	198,0	
10	BJ 10:BN 90	205,4	
11	BJ 100	209,2	





Gambar 4.3. Grafik *Flash point* dari setiap campuran biodiesel

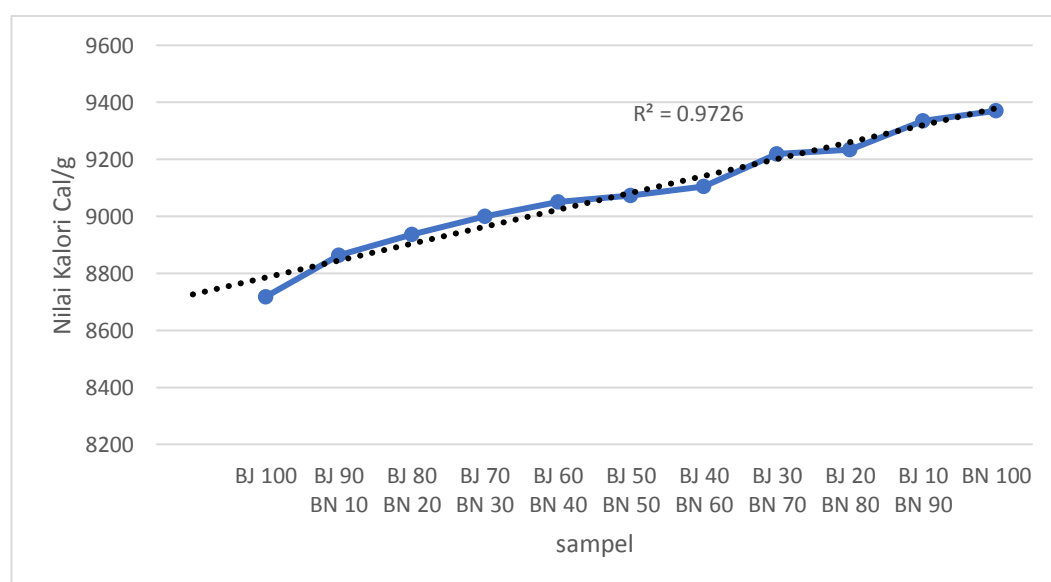
Hasil pengujian *Flash point* menunjukkan grafik yang cenderung meningkat dengan semakin banyak komposisi biodiesel nyamplung pada setiap sampel dan berbanding lurus dengan kenaikan titik nyala sampel. Dari 11 sampel yang telah diuji semuanya memenuhi setandar SNI 7182-2015 ( $>100^{\circ}\text{C}$ ). Biodiesel nyamplung secara nyata mengubah karakteristik dari campuran biodiesel dengan menurunkan titik nyala. hal ini disebabkan dari kemurnian biodiesel yang dihasilkan. Nilai flash point jarak kepyar besar karena minyak Jarak Kepyar memiliki berat molekul yang lebih besar sehingga untuk penguapannya memerlukan suhu yang tinggi. Nilai *flash point* biodiesel Jarak Kepyar dan biodiesel Nyamplung sudah memenuhi standar SNI 7182-2015 yang ditetapkan pada suhu minimal  $100^{\circ}\text{C}$ . Nilai *flash point* tidak mempunyai pengaruh yang besar dalam persyaratan pemakaian bahan bakar minyak untuk mesin diesel atau ketel uap, *flash point* diperlukan untuk keperluan keamanan dalam penanganan minyak terhadap bahaya kebakaran (Kholidah, 2014). Titik nyala sangat erat kaitannya dengan keamanan dan keselamatan terutama dalam penggunaan dan penyimpanan bahan bakar. Titik nyala mengindikasikan tinggi rendahnya volatilitas dan kemampuan untuk terbakar dari suatu bahan bakar (Setiawati, 2012).

#### 4.6. Nilai Kalor Campuran Biodiesel

Hasil pengujian nilai kalor dari sampel biodiesel dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan Gambar 4.4

Tabel 4.8. Hasil pengujian nilai kalor terhadap varisasi sampel biodiesel

No	Nama Sampel (%)	Nilai Kalor (kalor/g)
1	BJ 100	8717,854
2	BJ 90:BN 10	8864,050
3	BJ 80:BN 20	8935,460
4	BJ 70:BN 30	9000,430
5	BJ 60:BN 40	9051,300
6	BJ 50:BN 50	9072,080
7	BJ 40:BN 60	9104,330
8	BJ 30:BN 70	9219,210
9	BJ 20:BN 80	9233,780
10	BJ 10:BN 90	9335,530
11	BN 100	9370,317



Gambar 4.4. Grafik nilai kalor dari setiap sampel campuran biodiesel

Nilai kalor yang dihasilkan mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan komposisi biodiesel nyamplung pada setiap sampel campuran biodiesel. Biodiesel jarak kepyar yang memiliki nilai kalor 8717,8547 Cal/g setelah dicampur dengan biodiesel nyamplung nilai kalornya terus mengalami peningkatan pada setiap sampel campuran biodiesel. Nilai kalor tertinggi pada sampel campuran biodiesel BJ 90%:BN 10% dengan dengan nilai kalor sebesar 8864,050 Cal/g dan nilai kalor terendah pada sampel campuran biodiesel BJ 90%:BN 10% dengna nilai kalor sebesar 8864,050 Cal/g.