

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Bahan Baku Minyak

Pada penelitian ini bahan baku yang digunakan adalah minyak jarak dan minyak sawit. Karakteristik dari kedua minyak tersebut meliputi densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor. Tabel 4.1 merupakan beberapa karakteristik bahan baku biodiesel dari hasil pengujian.

Tabel 4. 1 Karakteristik bahan baku biodiesel jarak dan biodiesel sawit

<i>Properties</i>	Minyak Sawit (<i>Palm Oil</i>)	Minyak Jarak (<i>Castor Oil</i>)
Densitas (40) kg/m ³	863,656	933,594
Viskositas (40) cSt	138,9	226,4
<i>Flash Point</i> (°C)	171,3	275,7
Nilai Kalor (Cal/g)	9410.4529	8861.487

Dari tabel di atas dapat diperoleh bahwa minyak sawit memiliki viskositas, densitas dan *flash point* yang lebih rendah dari minyak jarak. Tetapi nilai kalor pada minyak sawit lebih tinggi dari minyak jarak. Oleh sebab itu, pemilihan minyak sawit sebagai bahan pencampur diharapkan dapat memberikan perubahan karakteristik pada biodiesel jarak.

Tabel 4. 2 Kandungan asam lemak minyak jarak dan minyak sawit (%)

Asam Lemak	Rumus	Minyak Sawit (<i>Palm Oil</i>) (%)	Minyak Jarak (<i>Castor Oil</i>) (%)
Methyl Palmitate	C17:0	35,27	8,73
Methyl Lenoleate	C19:2	12,51	41,59
Methyl Lenolenate	C19:3	0,26	4,34
Trans-9-Elaidic Acid Methyl Ester	C19:1	-	13,68
Lenolelaidic Acid Methyl Ester	C19:2	-	31,66

Asam Lemak	Rumus	Minyak Sawit (<i>Palm Oil</i>) (%)	Minyak Jarak (<i>Castor Oil</i>) (%)
Methyl Butyrate	C5:0	1,12	-
Methyl Laurate	C13:0	0,26	-
Methyl Tetradecanoate	C15:0	0,76	-
Methyl Palmitoleate	C17:1	0,26	-
Methyl Heptadecanoate	C18:0	0,13	-
Methyl Octadecanoate	C19:0	3,84	-
Cis-9-Oleic Methyl Ester	C19:1	43,82	-
Gamma-Lenolenic Acid Methyl Ester	C18:3	0,33	-
Methyl Cis-11- Eicosenoate	C21:1	0,41	-
Methyl Docosanoate	C23:0	0,54	-
Methyl Cis-5-8-11-14-17- Eicosapentaenoic	C21:5	0,4	-

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa asam lemak yang terdapat dalam minyak sawit didominasi oleh cis-9-oleic methyl ester sebesar 43,82% dan methyl palmitate sebesar 35,27%. Sedangkan asam lemak yang terdapat dalam minyak jarak didominasi oleh methyl lenoleate sebesar 41,59% dan lenolelaidic acid methyl ester sebesar 31,66%.

Tabel 4. 3 Kandungan asam lemak bebas minyak jarak dan minyak sawit

<i>Properties</i>	Asam Lemak Bebas	Satuan	Metode
Minyak jarak (<i>castor oil</i>)	0,70	% b/v	Volumetri
Minyak Sawit (<i>Palm oil</i>)	0,06	% b/v	Volumetri

Pada proses pembuatan biodiesel, minyak nabati harus memiliki asam lemak bebas < 2%. Jika asam lemak bebas pada minyak nabati di atas >2%, maka harus dilakukan proses *esterifikasi* (Indrayati, 2009). Dari tabel di atas dapat dilihat minyak jarak mempunyai kadar asam lemak bebas 0,70 % b/v dan minyak Sawit 0,06 % b/v. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan, bahwa kedua bahan tersebut memenuhi syarat untuk dilangsungkan proses *transesterifikasi*.

4.2 Karakteristik Biodiesel Jarak Dan Biodiesel Sawit

Beberapa karakteristik penelitian yang telah dilakukan dari biodiesel jarak dan biodiesel sawit ditunjukkan pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Karakteristik biodiesel jarak dan biodiesel sawit

Nama sampel	Densitas (kg/m ³)	Viskositas kinematik (cSt)	Flash point (°C)	Nilai kalor (Cal/g)
Biodiesel Sawit	851,834	6,8	191,3	9504,4166
Biodiesel Jarak	906,810	19,8	188,3	8797,6926

Dari tabel 4.4 dapat dilihat perbandingan karakteristik dari biodiesel jarak dan biodiesel sawit. Dari hasil pengujian densitas, viskositas kinematik, *flash point* dan nilai kalor menunjukkan ada beberapa yang tidak memenuhi SNI 7182-2015. Pada pengujian densitas dari biodiesel jarak menunjukkan hasil sebesar (909,810 kg/m³) dan viskositas kinematik (19,8 cSt). Sedangkan pada biodiesel jarak pada pengujian viskositas kinematik menunjukkan (6,8 cSt). Berdasarkan hasil pengujian tersebut, densitas dan viskositas kinematik pada biodiesel jarak tidak memenuhi standar SNI 7182-2015 viskositas kinematik (2,3-6,0) dan densitas (850-890). Tetapi *flash point* pada biodiesel jarak dan biodiesel sawit memenuhi standar SNI 7182-2015 yaitu (>100°C).

4.3 Densitas Campuran Biodiesel

Densitas merupakan perbandingan massa terhadap volume. Jika suatu benda massa jenisnya semakin tinggi, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Tabel 4.5. dan Gambar 4.1. merupakan hasil dari pengujian densitas terhadap variasi komposisi dari campuran biodiesel. Nilai densitas diperoleh dari persamaan sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots(4.1)$$

ρ = massa jenis (kg/m³)

m = massa (kg)

v = volume (m³)

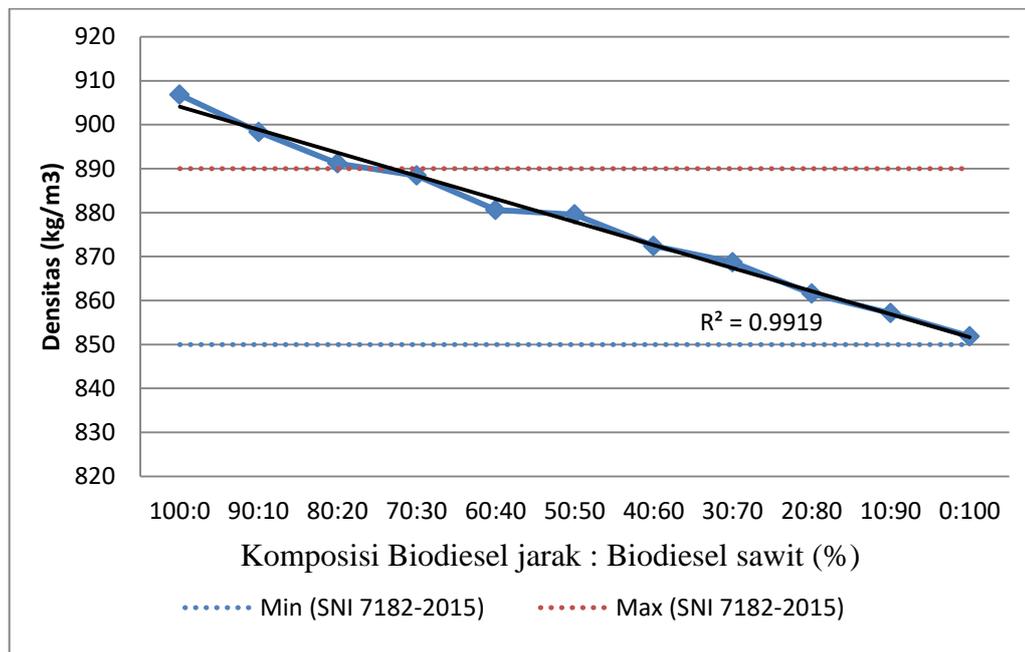
Pada komposisi campuran biodiesel jarak dan biodiesel sawit sebanyak 10:90 (%) memiliki massa sebesar = 44,9181 g dan volume = 50 ml. Maka akan diperoleh perhitungan dan persamaan sebagai berikut;

$$\rho = \frac{44,9181 (g)}{50 (ml)} = 0,898362 \text{ g/ml} = 898,362 \text{ kg/m}^3$$

Jadi densitas yang diperoleh dari campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit pada perbandingan 10:90 (%) adalah 898,362 kg/m³.

Tabel 4. 5 Hasil pengujian densitas terhadap variasi komposisi biodiesel jarak dan biodiesel sawit

No	Nama Sampel	Densitas	SNI 7182-2015
1	BJ	906,810	850-890
2	BJBS91	898,362	
3	BJBS82	891,188	
4	BJBS73	888,446	
5	BJBS64	880,636	
6	BJBS55	879,550	
7	BJBS46	872,414	
8	BJBS37	868,712	
9	BJBS28	861,534	
10	BJBS19	857,116	
11	BS	851,834	



Gambar 4. 1 Grafik pengujian densitas terhadap variasi komposisi campuran biodiesel

Dari gambar 4.1 menunjukkan bahwa biodiesel yang dihasilkan dari campuran biodiesel jarak dan biodiesel sawit memiliki densitas yang berbeda pada setiap sampelnya, namun setelah dicampurkan dengan biodiesel sawit densitasnya semakin menurun pada setiap variasi campurannya. Hal ini disebabkan karena biodiesel sawit memiliki massa jenis yang lebih rendah dibandingkan dengan biodiesel jarak. Seperti yang terlihat pada komposisi 30:70 (%) yaitu 888,446 kg/m³ yang sudah mulai mengalami penurunan dan mulai menunjukkan bahwa sampel tersebut memenuhi dari batas SNI 7185-2015 yang telah ditetapkan (850 – 890 kg/m³). Namun ada beberapa variasi campuran yang tidak memenuhi standar SNI 7182-2015 yaitu pada komposisi 90:10 (%) dan 80:20(%). Perbedaan densitas ini karena dipengaruhi oleh asam lemak dan kemurnian bahan baku. Seiring meningkatnya densitas maka panjang rantai karbon mengalami penurunan dan ikatan rangkap pada asam lemak mengalami peningkatan. Selain itu, semakin tidak jenuh minyak yang digunakan maka densitas akan semakin tinggi (Tazora, 2011). Oleh karena itu, dengan bertambahnya campuran dari biodiesel sawit maka densitas pada biodiesel jarak semakin menurun setiap variasi campurannya.

Massa jenis biodiesel yang melebihi ketentuan sebaiknya tidak digunakan sebagai bahan bakar, karena selain mengakibatkan keausan juga dapat menyebabkan kerusakan pada mesin (Setiawati, 2012).

4.4 Viskositas Campuran Biodiesel

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap campuran biodiesel jarak dan biodiesel sawit dari berbagai variasi komposisi, diperoleh hasil viskositas kinematik yang dapat dilihat pada tabel 4.6 dan gambar 4.2. Di bawah ini merupakan persamaan dari nilai viskositas.

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \dots\dots\dots (4.2)$$

Keterangan:

ν = viskositas kinematik (cSt)

μ = viskositas dinamik (mPa.s)

ρ = massa jenis (kg/m^3)

Pada campuran biodiesel jarak dan biodiesel sawit pada komposisi 90:10 (%) memiliki viskositas dinamik sebesar 16,4 mPa.s dan densitas sebesar 898,362 kg/m^3 . Diperoleh persamaan:

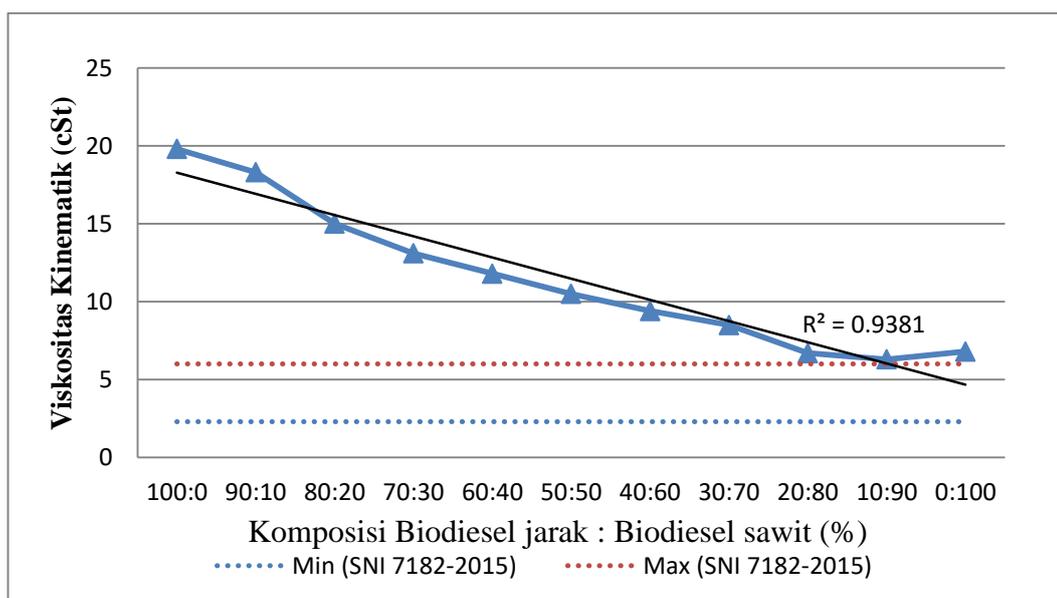
$$1 \text{ mPa.s} = 1 \text{ cP}$$

$$\nu = \frac{16,4 \text{ (mPa.s)}}{898,362 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)} = 0,0182 \times 1000 = 18,2 \text{ cSt}$$

Jadi viskositas kinematik pada campuran biodiesel jarak dan biodiesel sawit pada komposisi 90:10(%) adalah 18,2 cSt.

Tabel 4. 6 Hasil pengujian viskositas kinematik terhadap variasi komposisi campuran biodiesel jarak dan biodiesel sawit

No	Nama sampel	Viskositas dinamik (mPa.s)	Viaskositas Kinematik (cSt)	SNI 7182-2015	ASTM D 6751
1	BJ	18	19,8	2,3 – 6,0	1,9-6,0
2	BJBS91	16,4	18,3		
3	BJBS82	13,4	15		
4	BJBS73	11,6	13,1		
5	BJBS64	10,4	11,8		
6	BJBS55	9,2	10,5		
7	BJBS46	8,2	9,4		
8	BJBS37	7,4	8,5		
9	BJBS28	5,8	6,7		
10	BJBS19	5,4	6,3		
11	BS	5,8	6,8		



Gambar 4. 2 Grafik pengujian viskositas kinematik terhadap variasi komposisi campuran biodiesel

Pada grafik di atas menunjukkan bahwa campuran biodiesel memiliki viskositas kinematik yang semakin menurun pada setiap variasi komposisinya. Dari 11 sampel yang dilakukan pengujian viskositas, keseluruhan sampel tersebut belum memenuhi standar SNI 7182-2015 (2,3 – 6,0 cSt). Namun semakin banyaknya campuran dari biodiesel sawit viskositasnya mengalami penurunan.

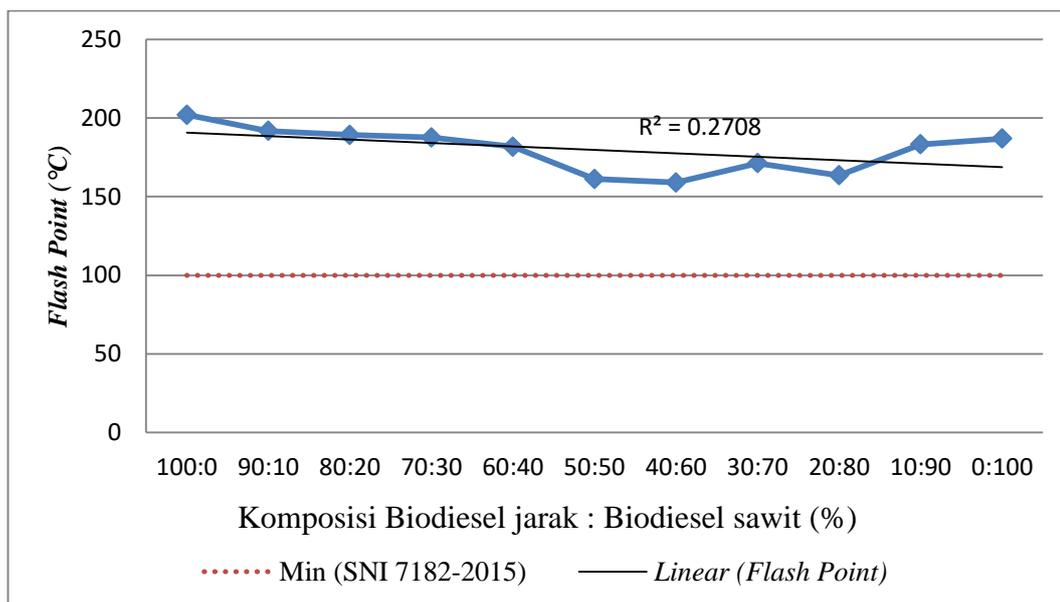
Hal ini disebabkan karena viskositas biodiesel sawit lebih rendah dari biodiesel jarak. Viskositas juga dipengaruhi oleh sifat-sifat dari asam lemak. Jika suatu minyak semakin panjang rantai karbonnya dan semakin besar jumlah ikatan rangkap yang dimiliki maka viskositanya semakin meningkat (Indrayati, 2009). Jadi, dengan bertambahnya campuran dari biodiesel sawit maka viskositas dari biodiesel jarak semakin turun pada setiap variasi komposisinya.

4.5 *Flash Point* Campuran Biodiesel

Flash point merupakan suhu minimum dimana uap dari minyak yang bercampur dengan udara akan menyala apabila terkena percikan api. Pada tabel 4.7 dan gambar 4.3 merupakan hasil pengujian *flash point* pada variasi campuran biodiesel.

Tabel 4. 7 Hasil pengujian *flash point* terhadap variasi komposisi campuran biodiesel jarak dan biodiesel sawit

No	Nama Sampel	<i>Flash Point</i> (°C)	SNI 7182-2015	ASTM 6751
1	BJ	202	>100	>93
2	BJBS91	191,7		
3	BJBS82	189,2		
4	BJBS73	187,6		
5	BJBS64	181,7		
6	BJBS55	161,2		
7	BJBS46	159		
8	BJBS37	171,2		
9	BJBS28	163,5		
10	BJBS19	183,2		
11	BS	186,9		



Gambar 4. 3 Grafik pengujian *flash point* terhadap variasi komposisi campuran biodiesel

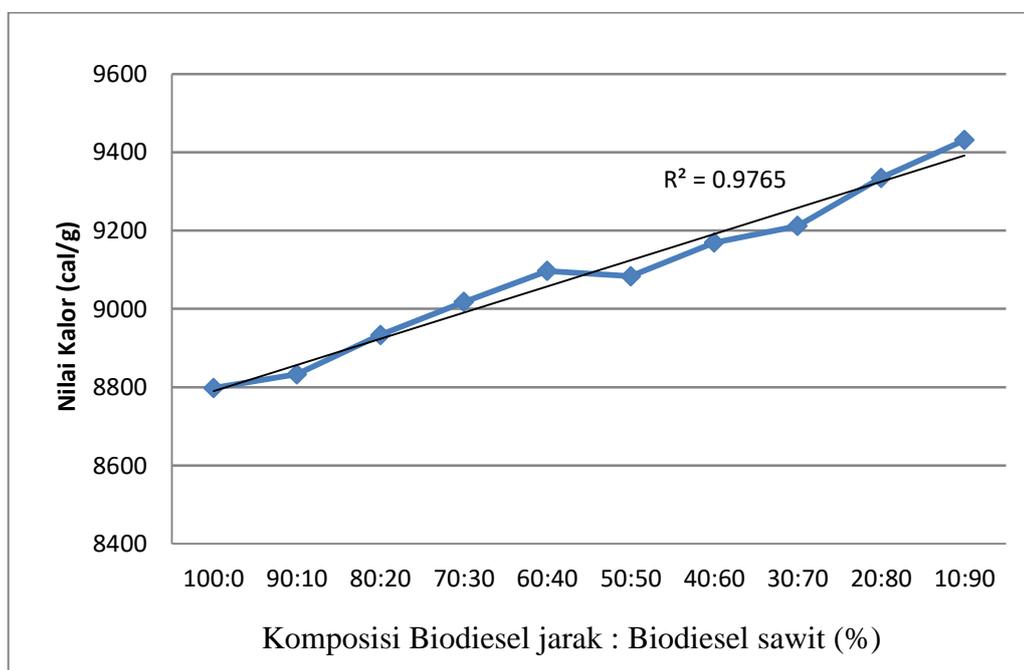
Dari gambar di atas menunjukkan hasil yang berbeda beda pada setiap variasi sampelnya. Namun dari semua sampel tersebut memenuhi standar SNI 7182-2015. Nilai *flash point* pada komposisi 90:10(%) mulai mengalami penurunan seiring dengan ditambahkannya campuran biodiesel sawit. Hal ini karena *flash point* dari biodiesel sawit lebih rendah dari biodiesel jarak. Selain itu *flash point* juga dipengaruhi oleh titik didih dari susunan asam lemak. Pada minyak sawit didominasi oleh asam oleat (218°C) dan palmitate (215°C) dan pada minyak jarak yaitu lenoleat (224°C) (Pubchem, 2017). Oleh karena itu, semakin tinggi titik didih pada asam lemak maka nilai *flash point* akan semakin tinggi. Namun hasil itu masih di atas batas standar SNI yang telah ditetapkan yaitu $>100^{\circ}\text{C}$.

4.6 Nilai Kalor Campuran Biodiesel

Nilai kalor adalah energi yang terkandung dalam suatu bahan bakar dan menentukan tingkat konsumsi bahan bakar tiap satuan waktu. Semakin tinggi nilai kalor, maka semakin ekonomis bahan bakar tersebut. Pada tabel 4.8 dan gambar 4.4 merupakan hasil pengujian nilai kalor dari campuran biodiesel.

Tabel 4. 8 Hasil pengujian nilai kalor terhadap variasi komposisi campuran biodiesel jarak dan biodiesel sawit

No	Nama Sampel	Nilai Kalor (Cal/g)
1	BJ	8797,6926
2	BJBS91	8833,0123
3	BJBS82	8933,0929
4	BJBS73	9017,6062
5	BJBS64	9096,6399
6	BJBS55	9083,4253
7	BJBS46	9169,3161
8	BJBS37	9211,7294
9	BJBS28	9334,2330
10	BJBS19	9430,8347
11	BS	9504,4166



Gambar 4. 4 Grafik pengujian nilai kalor terhadap variasi komposisi campuran biodiesel

Pada pengujian nilai kalor menunjukkan bahwa biodiesel jarak mengalami peningkatan seiring dengan semakin banyaknya campuran biodiesel sawit pada

setiap variasi campuran. Pada biodiesel jarak awalnya memiliki nilai kalor 8797,6926 Cal/g, setelah dicampur dengan biodiesel sawit nilai kalor mengalami peningkatan pada setiap variasi campurannya. Hal ini dikarenakan karakteristik dari biodiesel sawit yang memiliki nilai kalor lebih tinggi dari pada biodiesel jarak. Selain itu, perbedaan ini juga dipengaruhi oleh panjang rantai karbon asam lemak dari minyak sawit. Semakin panjang rantai karbon maka nilai kalor akan semakin meningkat (Hoekman, 2012).