

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Bahan Baku Minyak

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini yaitu minyak kelapa dan minyak kedelai. Kedua minyak nabati memiliki beberapa karakteristik seperti densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor yang dapat dilihat tabel 4.1.

Tabel 4.1 Karakteristik Bahan Baku Minyak

Propertis	Minyak Kelapa VCO (<i>Virgin Coconut Oil</i>)	Minyak Kedelai (<i>Soybean Oil</i>)
Densitas (40°C) kg/m ³	891,07	892,05
Viskositas (40°C)cSt	25,4	31,0
<i>Flash Point</i> (°C)	323,67	266,75
Nilai Kalor (cal/g)	8957,16	9385,02

Minyak kelapa dan minyak kedelai memiliki parameter pengujian densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor yang tidak berbeda jauh atau seimbang. (Padil, 2010) minyak kelapa memiliki karakteristik dan juga kadar asam lemak bebas (ALB) memiliki asam lemak bebas (ALB) rendah < 0,05% Sehingga penelitian ini melakukan perlakuan yang sama terhadap kedua bahan baku minyak dan dapat digunakan pembuatan biodiesel. (Kumar dkk, 2010) bahwa pemanfaatan minyak kelapa sebagai bahan baku pembuatan biodiesel adalah mampu mengefisiensikan waktu dan pemakaian bahan kimia sebagai pelarut dalam proses *transesterifikasi*.

Tabel 4.2 Kandungan Asam Lemak Bebas

Propertis	Asam lemak bebas	Satuan	Metode
Minyak Kelapa VCO (<i>Virgin Coconut Oil</i>)	0,37	% b/v	Volumetri
Minyak Kedelai (<i>Soybean Oil</i>)	0,04	% b/v	Volumetri

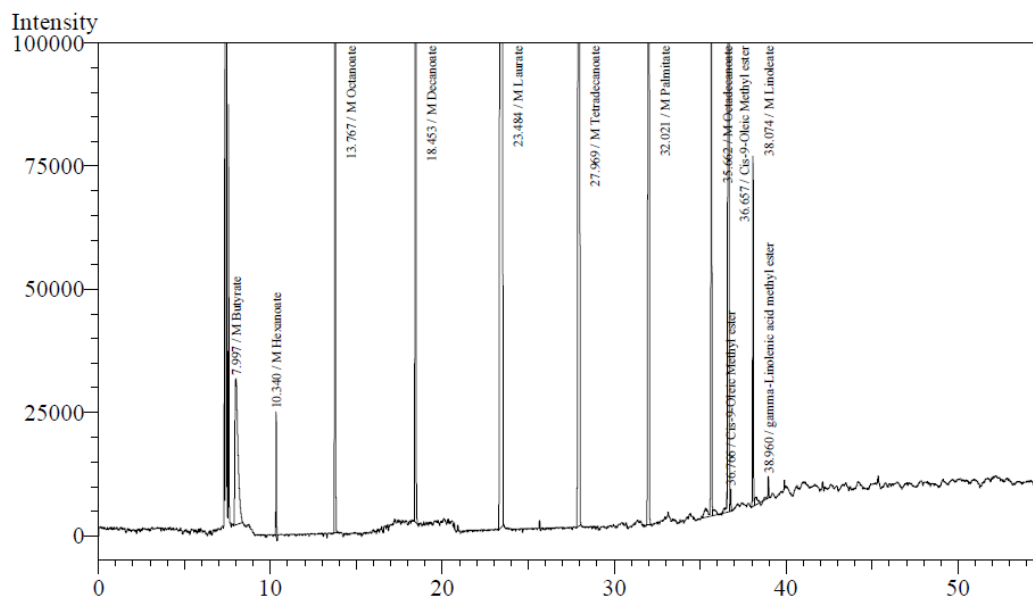
Berdasarkan penelitian yang dilakukan di LPPT-UGM kandungan asam lemak bebas (ALB) minyak kelapa dan minyak kedelai setelah diuji dan dirata-rata dihasilkan angka asam lemak bebas (ALB) 0,37 % b/v dan 0,04 % b/v. Minyak nabati yang akan melalui proses *transesterifikasi* harus memiliki kadar asam lemak bebas (ALB) < 1% (Padil, 2010). Minyak nabati antara lain minyak kelapa dan minyak kedelai mempunyai kadar asam lemak bebas (ALB) masing masing antara lain : 0,70 % b/v dan 0,37 % b/v dari hasil tersebut dapat disimpulkan kedua minyak tersebut memenuhi persyaratan untuk melalui proses *transesterifikasi*, harga jual VCO dipasaran berkisar rata – rata Rp 110.000/liter. (Oktaviany Sylvia, dkk., 2015)

4.2. Asam Lemak Jenuh dan Tidak Jenuh

Asam lemak jenuh yaitu asam lemak yang semua ikatan atom karbon pada rantai karbonnya berupa ikatan tunggal (jenuh). Sedangkan asam lemak tidak jenuh adalah asam lemak yang mengandung ikatan rangkap pada rantai karbonnya. Berdasarkan hasil analisis asam lemak jenuh dan tidak jenuh dari pengujian yang dilakukan di laboratorium pratikum di LPPT – UGM dapat di lihat di tabel 4.3 dan grafik 4.4 dibawah ini :

Tabel 4.3 Asam Lemak Jenuh dan Tidak Jenuh Minyak Kelapa VCO

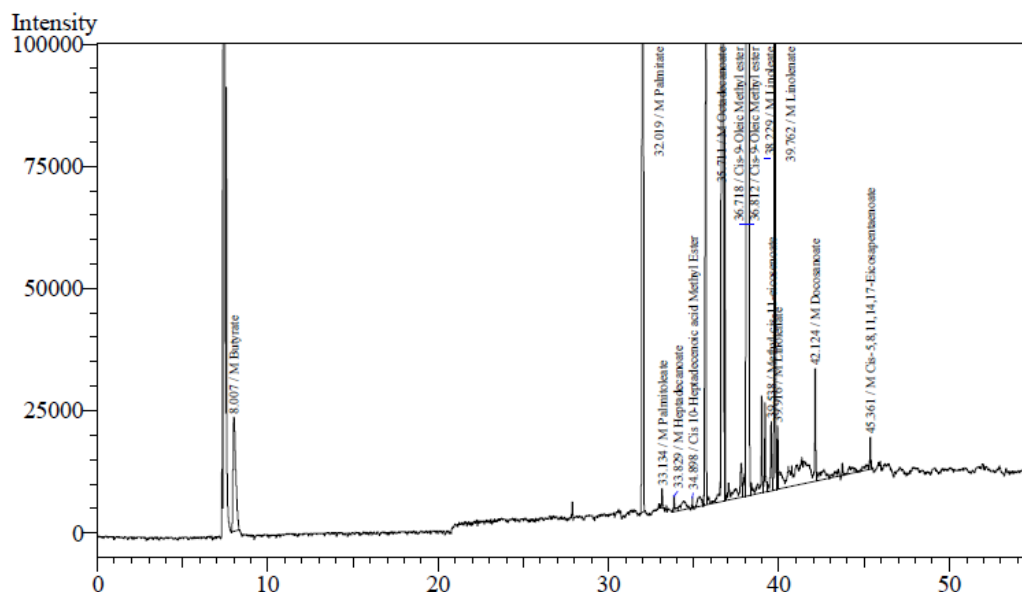
Kode Sampel	Deskripsi	Konsentrasi (% Relatif)	
Minyak Kelapa VCO (<i>Virgin Coconut Oil</i>)	1	M Butyrate	1,94
	2	M Hexanoate	0,35
	3	M Octanoate	6,48
	4	M Decanoate	5,80
	5	M Laurate	47,68
	6	M Tetradecanoate	18,20
	7	M Palmite	8,99
	8	M Octadecanoate	3,14
	9	Cis-9-Oleic Methyl ester	6,10
	10	M Linoate	1,16
	11	gamma-Linolenic acid methyl ester	0,16



Gambar 4.1 Grafik Asam Lemak Jenuh dan Tidak Jenuh Minyak Kelapa VCO

Tabel 4.4 Asam Lemak Jenuh dan Tidak Jenuh Minyak Kedelai

Kode Sampel	Deskripsi	Konsentrasi (% Relatif)	
Minyak Kedelai (<i>Soybean Oil</i>)	1	M Butyrate	1,64
	2	M Palmitate	9,83
	3	M Palmitoleate	0,09
	4	M Heptadecanoate	0,34
	5	Cis 10-Heptadecenoic acid Methyl ester	0,21
	6	M Octadecanoate	3,18
	7	Cis 9-Oleic Methy ester	24,18
	8	M Linoleate	49,75
	9	gamma-Linolenic acid Methyl ester	1,09
	10	Methyl cis-11-eicosenoate	0,45
	11	M Linolenate	5,54
	12	M Docosanoate	2,74
	13	M Cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenoate	0,95



Gambar 4.2 Grafik Asam Lemak Jenuh dan Tidak Jenuh Minyak Kedelai

Dari hasil pengujian yang dilakukan di LPPT-UGM maka dihasilkan deskripsi dari pengujian asam lemak jenuh dan tidak jenuh dari kedua minyak antara minyak kelapa dan minyak kedelai. Didalam minyak kelapa kandungan yang terbesar adalah M Laurate dan untuk minyak kedelai kandungan yang terbesar adalah M Linoleate. Maka hampir semua kandungan yang terdapat di dalam komposisi zat – zat penting yang terkandung dalam kedua minyak adalah M Laurate dan M Linoleate dapat dilihat di tabel 4.3 dan tabel 4.4.

4.3. Data Karakteristik Pencampuran Biodiesel Kelapa dan Biodiesel Kedelai

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dari proses variasi pencampuran biodiesel kelapa dan biodiesel kedelai, didapat data karakteristik dari biodiesel kelapa dan biodiesel kedelai yang ditunjukkan pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Karakteristik Biodiesel Kelapa dan Biodiesel Kedelai

Nama Sampel	Densitas (kg/m ³)	Viskositas Kinematik (cSt)	Flash Point (°C)	Nilai Kalor (cal/g)
Biodiesel Kelapa	853,68	4,7	103,6	8440,54
Biodiesel Kedelai	860,62	6,2	171,8	9481,05

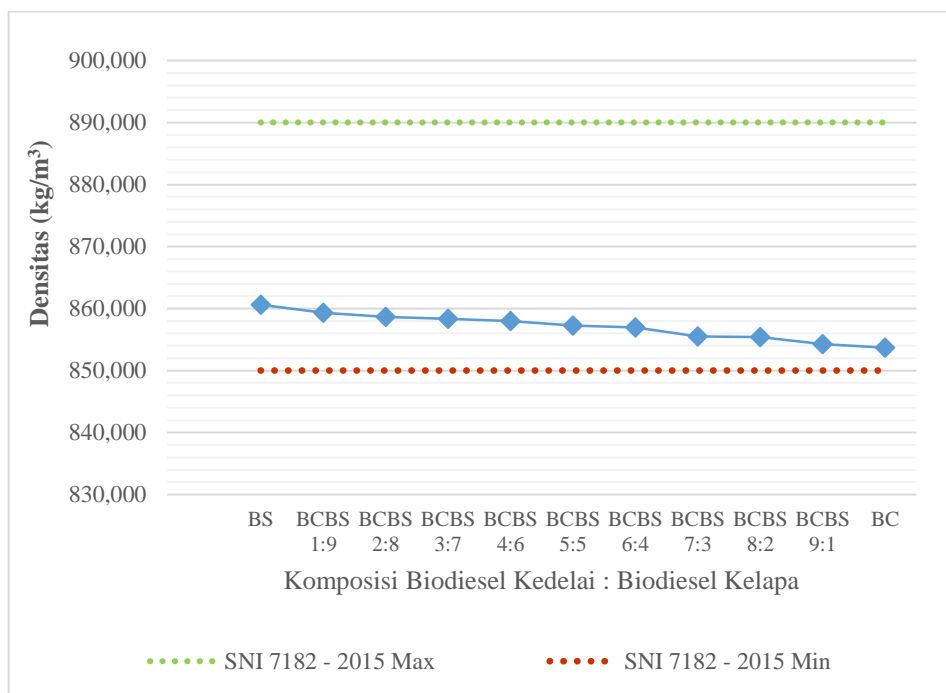
Pada tabel 4.5 dapat dilihat perbandingan karakteristik antara biodiesel kelapa dan biodiesel kedelai antara lain : Densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor. Menurut standar SNI 7182 – 2015 densitas dari biodiesel kelapa dan biodiesel kedelai telah memenuhi (860,615 – 853,684 kg/m³), viskositas dari biodiesel kelapa telah memenuhi standar akan tetapi biodiesel kedelai kurang memenuhi standar karena melebihi standar dari SNI 7182 – 2015 yaitu (6,2 cSt), dan untuk *flash point* telah memenuhi standar dikarenakan melebihi ketentuan yang telah ditetapkan yaitu (>100°C).

4.4. Densitas Campuran Biodiesel

Definisi densitas adalah jumlah suatu zat yang tergantung pada suatu unit volume. Hasil pengujian densitas terhadap variasi komposisi campuran biodiesel dapat dilihat pada tabel 4.6 dan gambar 4.3.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Densitas Terhadap Variasi Komposisi Campuran Biodiesel

No	Nama Sampel	Densitas	SNI 7182 – 2015
1	BS	860,615	850 – 890
2	BCBS 1:9	859,303	
3	BCBS 2:8	858,645	
4	BCBS 3:7	858,348	
5	BCBS 4:6	857,983	
6	BCBS 5:5	857,251	
7	BCBS 6:4	856,953	
8	BCBS 7:3	855,486	
9	BCBS 8:2	855,399	
10	BCBS 9:1	854,293	
11	BC	853,684	



Gambar 4.3 Grafik Pengujian Densitas Terhadap Variasi Komposisi Campuran Biodiesel

Hasil densitas diperoleh dari perhitungan :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ρ = massa jenis (g/ml)

m = massa sampel biodiesel (g)

V = volume sampel biodiesel (ml)

Campuran biodiesel yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki densitas yang beraneka ragam sekitar $853,684 \text{ kg/m}^3 - 860,615 \text{ kg/m}^3$, yang disimpulkan semua variasi biodiesel campuran dari biodiesel kelapa dan biodiesel kedelai memenuhi standar SNI 7182 - 2015 ($850 - 890 \text{ kg/m}^3$). Dari grafik pengujian densitas variasi campuran biodiesel memiliki angka densitas yang tidak berbeda jauh sehingga memenuhi standar dikarenakan massa jenis kedua biodiesel campuran rendah.

Berat jenis menunjukkan perbandingan berat per satuan volume, karakteristik ini berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel per satuan volume bahan bakar. Parameter seperti densitas atau berat jenis minyak atau biodiesel dipengaruhi oleh panjang rantai asam lemak, ketidak

jenuhan, dan temperatur lingkungan (Formo, 1979). Berat jenis bahan bakar diesel diukur dengan menggunakan metode ASTM D 287 atau D 1298 dan memiliki satuan kilogram per meter kubik (kg/m^3) (Mittelbach, Remschmidt., 2006).

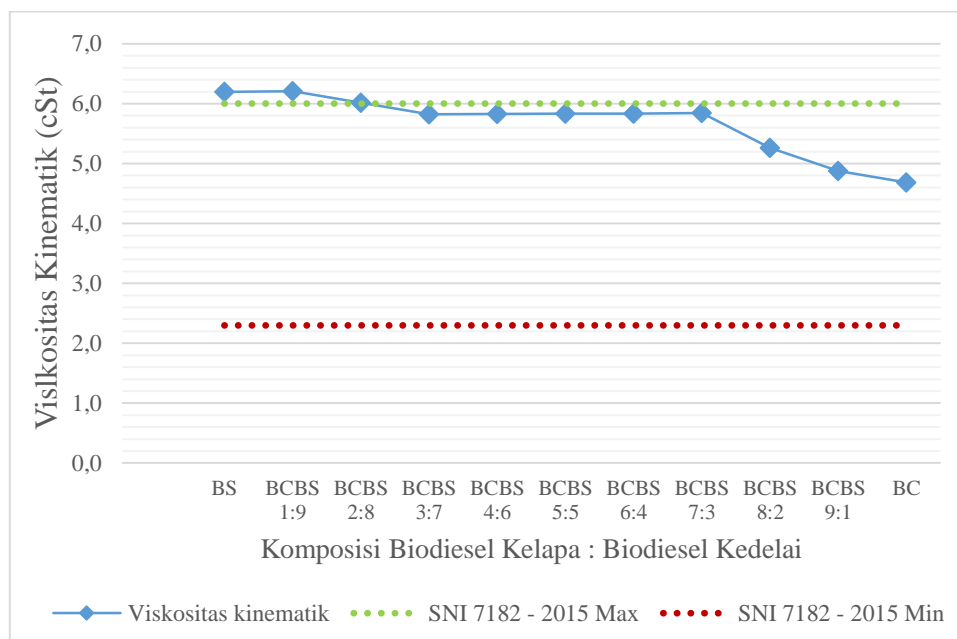
Berat jenis/densitas menunjukkan perbandingan berat per satuan volume, karakteristik ini berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel per satuan volume bahan bakar. (Noureddini dkk., 1992). Grafik pengujian densitas terhadap berbagai variasi komposisi campuran biodiesel menunjukkan semakin tinggi komposisi biodiesel kelapa yang digunakan maka semakin menurun juga densitas yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan biodiesel kelapa memiliki massa jenis yang lebih rendah daripada biodiesel kedelai sehingga mempengaruhi secara signifikan karakteristik berbagai variasi campuran biodiesel.

4.5. Viskositas Campuran Biodiesel

Definisi Viskositas adalah sifat kekentalan suatu fluida yang mempengaruhi daya tahan terhadap suatu gaya geser. Viskositas bisa diukur melalui dua bentuk yakni viskositas dinamik dan viskositas kinematik. Berdasarkan pengujian viskositas yang dilakukan dari proses variasi pencampuran biodiesel minyak kelapa dan minyak kedelai, dapat dilihat pada tabel 4.7 dan gambar 4.4 :

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Viskositas Kinematik Terhadap Variasi Komposisi Campuran Biodiesel

No	Nama sampel	Viskositas dinamik	Viskositas kinematik	SNI 7182 – 2015
		Data (mPa.s)	(cSt)	
1	BS	5,3	6,2	2,3 – 6,0
2	BCBS 1:9	5,3	6,2	
3	BCBS 2:8	5,2	6,0	
4	BCBS 3:7	5,0	5,8	
5	BCBS 4:6	5,0	5,8	
6	BCBS 5:5	5,0	5,8	
7	BCBS 6:4	5,0	5,8	
8	BCBS 7:3	5,0	5,8	
9	BCBS 8:2	4,5	5,3	
10	BCBS 9:1	4,2	4,9	
11	BC	4,0	4,7	



Gambar 4.4 Grafik Pengujian Viskositas Kinematik Terhadap Variasi Komposisi Campuran Biodiesel

Hasil viskositas kinematik diperoleh dari perhitungan :

$$v = \frac{\mu}{\rho}$$

v = viskositas kinematik (cSt)

μ = viskositas dinamik (mPa.s)

ρ = densitas (kg/m^3)

Viskositas sangat berhubungan dengan laju aliran suatu fluida, semakin kental cairan maka semakin besar gaya yang dibutuhkan. Viskositas adalah tahanan yang dimiliki fluida yang dialirkan pada pipa kapiler terhadap gaya gravitasi, biasanya dinyatakan dalam waktu yang diperlukan untuk mengalir pada minyak tertentu. Minyak nabati tidak cocok diaplikasikan atau digunakan langsung sebagai bahan bakar mesin diesel karena viskositasnya yang tinggi.

Viskositas asam lemak lebih tinggi dari pada metil atau etil esternya karena adanya ikatan hidrogen intermolekular dalam asam di luar grup karboksil. Viskositas metil ester tidak jenuh akan menurun dengan adanya ketidakjenuhan, tetapi ikatan rangkap berturut-turut tidak terlalu berpengaruh terhadap fluiditas daripada ikatan rangkap tunggal dalam rantai asam lemak (Formo., 1979).

Karakteristik ini sangat penting karena mempengaruhi kinerja injektor pada mesin diesel. Viskositas dan tegangan permukaan merupakan faktor yang penting dalam mekanisme atomisasi bahan bakar sesaat setelah keluar dari nozzle menuju ruang pembakaran (Soerawidjaja dkk., 2005).

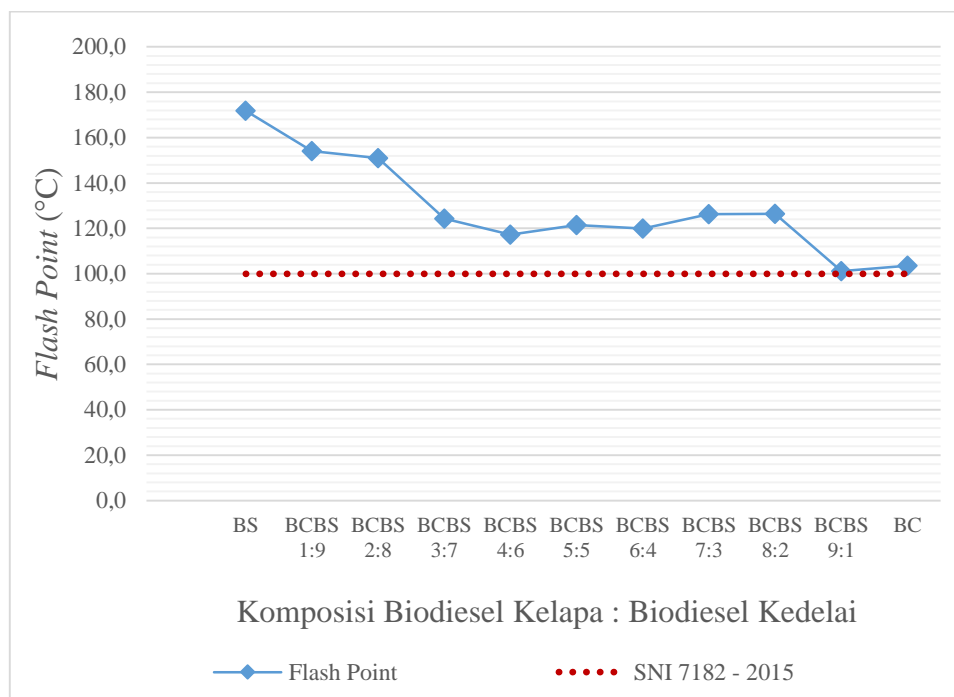
Hasil dari pencampuran biodiesel pada penelitian ini memiliki viskositas kinematik yang beraneka ragam setiap variasi komposisi campuran biodiesel, pada penelitian ini memiliki 11 sampel variasi campuran yang dilakukan pengujian viskositas yang tidak memenuhi standar hanya 2 sampel yaitu BS (biodiesel kedelai 100%) dengan angka 6,2 cSt dan BCBS 1:9 (biodiesel kelapa 10% : biodiesel kedelai 90%) dengan angka 6,2 cSt yang tidak memenuhi standar SNI 7182 – 2015 (2,3 – 6,0 cSt) dapat dilihat pada tabel 4.6.

4.6. *Flash Point* Campuran Biodiesel

Definisi *flash point* adalah titik nyala dari bahan yang mudah menguap adalah suhu terendah saat dia dapat menguap untuk membentuk campuran yang bisa menyulut api di udara. Mengukur titik nyala membutuhkan sumber pengapian. Pada titik nyala, uap dapat berhenti untuk membakar ketika sumber pengapian padam. Hasil pengujian *flash point* pada campuran biodiesel dapat dilihat pada tabel 4.8 dan gambar 4.5.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian *Flash Point* Terhadap Variasi Komposisi Campuran Biodiesel

No	Nama Sampel	<i>Flash Point</i>	SNI 7182 – 2015
1	BS	171,8	>100°C
2	BCBS 1:9	154	
3	BCBS 2:8	150,9	
4	BCBS 3:7	124,3	
5	BCBS 4:6	117,2	
6	BCBS 5:5	121,4	
7	BCBS 6:4	119,9	
8	BCBS 7:3	126,2	
9	BCBS 8:2	126,4	
10	BCBS 9:1	101,2	
11	BC	103,6	



Gambar 4.5 Grafik Pengujian *Flash Point* Terhadap Variasi Komposisi Campuran Biodiesel

Berdasarkan hasil pengujian *flash point* dari biodiesel kelapa dan biodiesel kedelai hasilnya menunjukkan penurunan dengan angka 171,8 - 103,6 °C semua sudah memenuhi standar SNI 7182-2015 (>100°C). Dari data dapat dilihat bahwa biodiesel kelapa memiliki *flash point* yang lebih rendah maka berpengaruh pada variasi campuran secara nyata terlihat dari peningkatan komposisi campuran terhadap setiap sampelnya dan mengubah karakteristik dari biodiesel dengan menurunkan titik nyalanya.

Titik nyala didefinisikan sebagai suhu terendah di mana cairan menghasilkan uap yang mudah terbakar yang dapat dinyalakan di udara oleh api di atas permukaannya (Wahyuni., 2015).

Titik nyala (*flash point*) merupakan pengukuran temperatur dimana bahan bakar harus dipanaskan sehingga uap air dan udara diatas bahan bakar dapat terbakar. Bahan bakar diesel memiliki titik api relatif tinggi (min. 54°C, umumnya 71°C). Titik api yang rendah dapat disebabkan oleh sisa ethanol/methanol pada ester. Titik nyala ethyl ester yang dibuat dari bahan alam dapat sangat berbeda, hal ini disebabkan kemurnian bahan baku dari

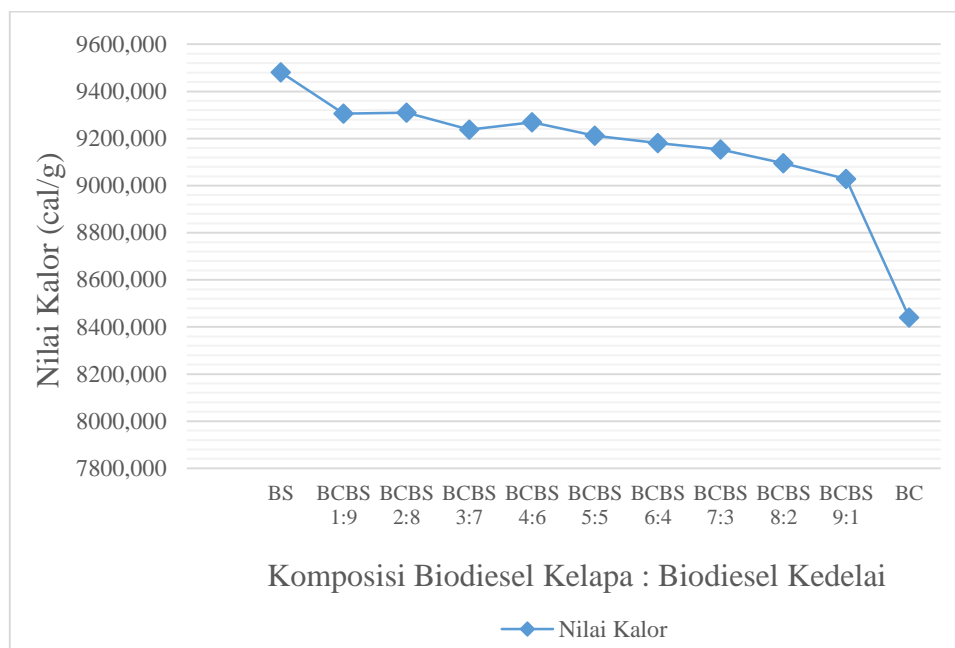
sumber alam yang beragam, sehingga sulit untuk membandingkan nilai titik api dari ester yang dihasilkan. (Pardi, Satriananda., 2008).

4.7. Nilai Kalor Campuran Biodiesel

Definisi nilai kalor adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas / kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara / oksigen. Hasil pengujian nilai kalor dari campuran biodiesel dapat dilihat pada tabel 4.9 dan gambar 4.6.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Nilai Kalor Terhadap Variasi Komposisi Campuran Biodiesel

No	Nama Sampel	Nilai Kalor	Satuan
1	BS	9481,05	(kal/g)
2	BCBS 1:9	9306,18	
3	BCBS 2:8	9310,45	
4	BCBS 3:7	9238,07	
5	BCBS 4:6	9269,38	
6	BCBS 5:5	9211,94	
7	BCBS 6:4	9180,42	
8	BCBS 7:3	9154,07	
9	BCBS 8:2	9094,77	
10	BCBS 9:1	9028,37	
11	BC	8440,54	



Gambar 4.6 Grafik Pengujian Nilai Kalor Terhadap Variasi Komposisi Campuran Biodiesel

Berdasarkan hasil pengujian nilai kalor dari biodiesel kelapa dan biodiesel kedelai hasilnya menunjukkan biodiesel kedelai dengan angka 9481,047 (kal/g) dari data dapat dilihat bahwa biodiesel kedelai memiliki nilai kalor yang lebih tinggi, dengan demikian pengaruh komposisi campuran dengan biodiesel kelapa menurunkan nilai kalor lebih rendah dengan angka 8440,544 (cal/g).

Nilai kalor biodiesel dari minyak sawit sebesar 9657.84 kal/g (Lee., 2004), sedangkan dari minyak jarak pagar sebesar 8932.9 kal/g (Pramanik., 2003). Perbedaan dan rendahnya nilai kalor ini dikarenakan adanya perbedaan molekul pembentuk senyawa minyak nabati seperti asam palmitat, asam stearat dan asam oleat. Semakin banyak kandungan asam lemak yang mempunyai ikatan rangkap pada rantai karbonnya (C=C) pada biodiesel, maka akan mengurangi nilai kalor dari biodiesel (Hanif., 2012).

Nilai kalor suatu bahan bakar menunjukkan jumlah energi panas yang dapat dilepaskan pada setiap satu satuan berat bahan bakar apabila terbakar habis dengan sempurna (dalam satuan cal/g). Sehingga semakin tinggi nilai kalor bahan bakar maka energi yang dilepaskan per satuan berat bahan bakar semakin tinggi. (Irvansyah, 2014).