

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Data Bahan Baku Minyak

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan minyak nyamplung dan minyak kelapa murni. Dari minyak nyamplung dan minyak kelapa murni terdapat beberapa karakteristik yaitu densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor. Berikut tabel 4.1 merupakan hasil karakteristik dari bahan baku minyak nyamplung dan minyak kelapa murni :

**Tabel 4.1.** Karakteristik bahan baku biodiesel

Propertis	Minyak Nyamplung ( <i>Calophyllum inophyllum</i> )	Minyak Kelapa Murni ( <i>Virgin Coconut Oil</i> )
Densitas (40°C) kg/m <sup>3</sup>	928,532	890,585
Viskositas (40°C) cSt	61,1	22,6
Flash point (°C)	202	259,5
Nilai Kalor (Cal/g)	9054,7663	8957,8623

**Tabel 4.2.** Kandungan asam lemak minyak nyamplung dan minyak kelapa murni (% Relatif )

Minyak Kelapa Murni ( <i>Virgin Coconut Oil</i> )		Minyak Nyamplung ( <i>Calophyllum inophyllum</i> )	
Asam lemak	Konsentrasi (%)	Asam lemak	Konsentrasi (%)
M Butyrate	1,94	M Butyrate	6,24
M Hexanoate	0,35	M Palmitate	11,67
M Octanoate	6,48	M Octadecanoate	14,30
M Decanoate	5,80	Cis-9-Oleic Methyl ester	36,59
M Laurate	47,68	Linolelaidic Acid Methyl Ester	0,52
M Tetradecanoate	18,20	M Linoleate	16,30
M Palmite	8,99	Gamma-Linolenic acid methyl ester	1,99
M Octadecanoate	3,14	M Linolenate	2,27
Cis-9-Oleic Methyl ester	6,10	M Cis-5,8,11,14-Eicosatetraenoic	10,12

**Tabel 4.3.** Kandungan asam lemak bebas minyak nyamplung dan minyak kelapa murni

Propertis	Asam lemak bebas	Satuan	Metode
Minyak Nyamplung ( <i>Calophyllum inophyllum</i> )	3,00	% b/v	Volumetri
Minyak Kelapa Murni ( <i>Virgin Coconut Oil</i> )	0,37	% b/v	Volumetri

Pada penelitian ini, tidak hanya meneliti tentang kandungan asam lemak namun juga meneliti kandungan asam lemak jenuh dan tak jenuh dalam bahan baku minyak nyamplung dan minyak kelapa. Untuk pengujian kandungan asam lemak jenuh dan tak jenuh dilakukan di LPPT UGM. Tabel 4.2 diatas merupakan hasil dalam pengujian kandungan asam lemak jenuh dan tak jenuh bahan baku minyak nyamplung dan minyak kelapa.

Bahan baku minyak nyamplung diketahui kandungan asam lemak bebas bernilai 3,00 (%b/v), sedangkan bahan baku minyak kelapa murni memiliki kandungan asam lemak bebas 0,37 (%b/v). Bahan baku minyak nabati tersebut sangat berpotensi untuk pembuatan biodiesel, dalam pembuatan biodiesel bahan baku lebih baik kandungan asam lemak bebas (ALB) dengan nilai rendah (<1%). Apabila diketahui kandungan asam lemak bebas nilainya tinggi atau lebih dari 1%, perlu dilakukan pretreatment karena dapat berakibat rendahnya efisiensi kerjanya dan akan menimbulkan sabun dalam proses *transesterifikasi* dalam pembuatan biodiesel (Devita, 2015).

Minyak nyamplung dengan nilai kandungan asam lemak bebas yang tinggi yaitu 3,00 (%b/v) dalam proses pembuatan biodiesel harus melalui pembersihan minyak (*degumming*) terlebih dahulu. Setelah melakukan proses *degumming*, lalu melakukan dua tahap lagi dalam pembuatan biodiesel yaitu proses *esterifikasi* kemudian proses *transesterifikasi*. Dalam proses *esterifikasi* ini berguna sebagai menurunkan asam lemak bebas dalam bahan baku minyak nyamplung yang bernilai tinggi Sedangkan minyak kelapa murni yang memiliki nilai rendah dalam kadungan asam lemak bebas yaitu 0,37 (%b/v). Dalam melakukan proses pembuatan biodiesel hanya melakukan satu tahapan, yaitu proses *transesterifikasi* karena kandungan asam lemak bebas dalam bahan baku minyak kelapa murni tersebut bernilai rendah.

#### 4.2. Karakteristik Biodiesel Nyamplung dan Biodiesel Kelapa

Diperoleh hasil penelitian yang sudah dilakukan yaitu karakteristik dalam biodiesel nyamplung dan biodiesel kelapa dan dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini :

**Tabel 4.4.** Karakteristik biodiesel nyamplung dan kelapa

Propertis	Biodiesel nyamplung ( <i>Calophyllum inophyllum</i> )	Biodiesel kelapa ( <i>Coconut Oil</i> )	SNI 7182-2015
Densitas (40°C) kg/m <sup>3</sup>	861,8753	840,7533	850-890
Viskositas (40°C) cSt	8,2	8,0	2,3-6,0
Flash point (°C)	124,0	116,6	Min. 100
Nilai kalor (Cal/g)	9387,48	8888,01	-

Pada tabel 4.4 dapat dilihat perbandingan karakteristik dari biodiesel nyamplung dengan biodiesel kelapa. Dapat dijelaskan dalam hasil penelitian diatas bahwa biodiesel nyamplung dalam pengujian densitas dan viskositas belum memenuhi standard SNI 718-2015, namun dalam hasil pengujian *flash point* (124,0) sudah memenuhi standard SNI 718-2015. Untuk hasil biodiesel kelapa dalam pengujian densitas dan viskositas belum memenuhi standard SNI 718-2015, tetapi dalam hasil pengujian *flash point* (116,6) sudah memenuhi standart SNI 718-2015.

#### 4.3. Densitas Campuran Biodiesel

Densitas menggunakan satuan massa jenis yang didalam satuan internasional (SI) yaitu (kg/m<sup>3</sup>). Densitas merupakan suatu perbandingan dari massa jenis dengan volume, dengan demikian densitas dapat istilah semakin tinggi massa jenis suatu benda semakin tinggi juga massa setiap volumenya. Dari hasil pengujian dan penelitian yang dilakukan, dapat dilihat pada tabel 4.5 dan nilai densitas tersebut di peroleh dari persamaan 3.1.

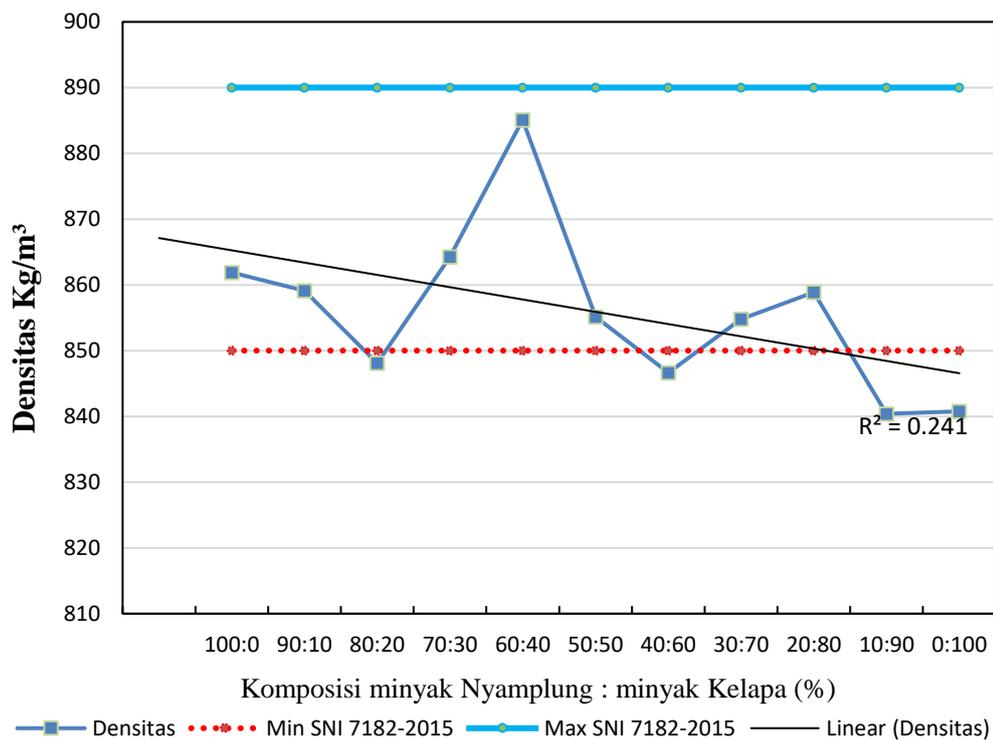
Pada campuran biodiesel minyak nyamplung dengan biodiesel minyak kelapa dengan komposisi BN 90% ; BK 10% diperoleh besar massa jenisnya yaitu 42,95625 g dan volume sebesar 50 mL dapat dihitung sebagai berikut :

$$\rho = \frac{42,95625 (g)}{50 (mL)} = 0,859125 \frac{g}{mL} = 859,125 \frac{kg}{m^3}$$

Jadi, densitas yang didapatkan dari campuran biodiesel nyamplung dan biodiesel kelapa dengan variasi BN 90% ; BK 10% sebesar 859,125 kg/m<sup>3</sup>.

**Tabel 4.5.** Hasil pengujian densitas dalam variasi campuran biodiesel nyamplung dan biodiesel kelapa

No	Sampel (%)	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	SNI 7182-2015
1	BN 100	861,875	850-890
2	BN 90 : BK 10	859,125	
3	BN 80 : BK 20	848,080	
4	BN 70 : BK 30	864,251	
5	BN 60 : BK 40	885,088	
6	BN 50 : BK 50	855,123	
7	BN 40 : BK 60	846,639	
8	BN 30 : BK 70	854,773	
9	BN 20 : BK 80	858,853	
10	BN 10 : BK 90	840,391	
11	BK 100	840,753	



**Gambar 4.1.** Hasil pengujian densitas

Nilai yang didapatkan dari pengujian dan penelitian densitas tersebut didapatkan beragam-ragam dari yang terendah 840,391 kg/m<sup>3</sup> sampai yang tertinggi 885,088 kg/m<sup>3</sup>. Dalam pengujian densitas tersebut, memiliki standar yang sudah ditentukan dari badan standar nasional 2015 atau SNI 7182-2015

(850-890 kg/m<sup>3</sup>) yang memenuhi pada variasi biodiesel nyamplung 100%, campuran BN 90% ; BK 10%, campuran BN 80% ; BK 20%, campuran 70% ; 30%, campuran 60% ; 40%, campuran 50% ; 50%, campuran 30% ; 70%, dan campuran 20% ; 80%. Pencampuran biodiesel nyamplung dengan biodiesel kelapa dapat menurunkan nilai densitas dari biodiesel nyamplung, sehingga semakin sedikit campuran dari minyak kelapa dan semakin menurunlah nilai densitasnya. Dapat disimpulkan penyebabnya karena pada biodiesel minyak kelapa memiliki massa jenis yang lebih rendah dari biodiesel nyamplung, oleh karena itu dapat mempengaruhi sekali secara signifikan karakteristik pada variasi campuran biodiesel tersebut.

Perbedaan nilai yang dihasilkan dalam pengujian densitas tersebut dapat dipengaruhi dari berat molekul minyak dan derajat ketidak jenuhan. Derajat ketidak jenuhan yang besar menyebabkan densitas semakin kecil, sedangkan semakin besar rata-rata molekul asam penyusun trigliserida menyebabkan densitas semakin besar (Rahmani, 2008). Menurut setiawan (2012), apabila hasil dari pengujian densitas dari biodiesel melebihi ketentuan yang sudah ditentukan. Agar untuk tidak digunakan dalam penggunaan bahan bakar mesin, karena dapat menyebabkan kerusakan pada mesin dengan meningkatnya keausan pada mesin.

#### 4.4. Viskositas Campuran Biodiesel

11 sampel biodiesel nyamplung dan biodiesel kelapa yang telah dilakukan pengujian dan penelitian didapatkan viskositas kinematik pada tabel 4.6, grafik pada gambar 4.2 dan diperoleh nilai dengan rumus pada persamaan 3.2.

Pada campuran biodiesel nyamplung dan biodiesel kelapa dengan komposisi BN 90% ; BK 10% yang memiliki viskositas dinamik sebesar 6,9 mPa.s dan nilai densitas sebesar 859,125 kg/m<sup>3</sup>, sehingga dapat dihitung :

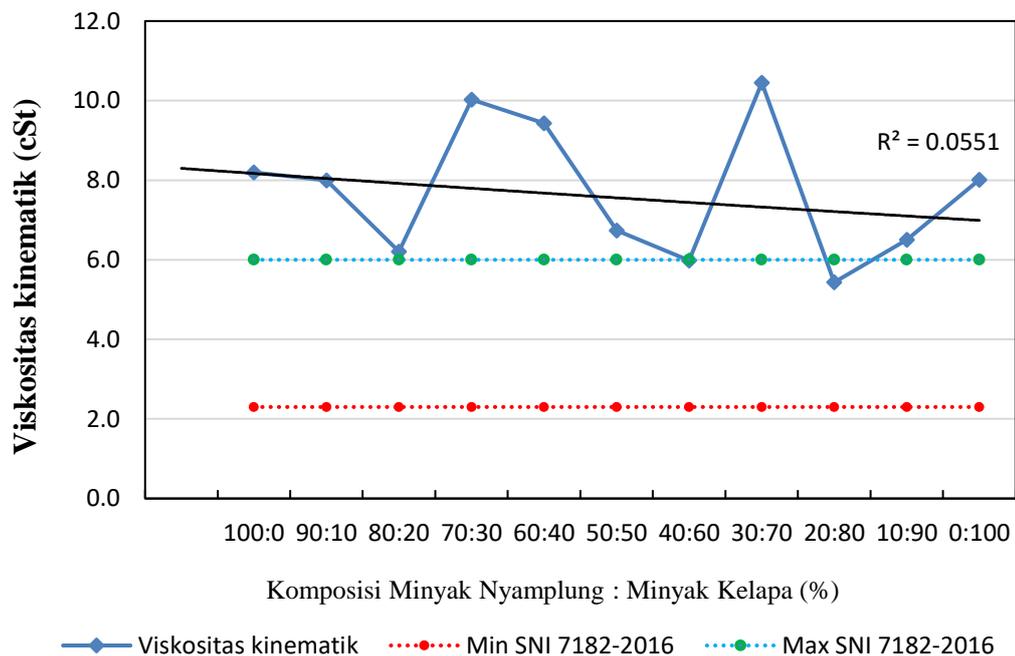
$$1 \text{ mPa.s} = \text{cP}$$

$$v = \frac{6,9 \text{ (mPa.s)}}{859,125 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)} = 0,008031 \times 1000 = 8,031 \text{ cSt}$$

Dengan demikian nilai viskositas kinematic yang didapatkan dari campuran biodiesel nyamplung dan biodiesel kelapa dengan komposisi BN 90% ; 10% sebesar 8,031 cSt.

**Tabel 4.6.** Hasil pengujian viskositas kinematik terhadap variasi campuran biodiesel nyamplung dan biodiesel kelapa

No	Sampel (%)	Viskositas Dinamik (mPa.s)	Viskositas Kinematik (cSt)	SNI 7182 – 2015
1	BN 100	7,1	8,2	2,3 – 6,0
2	BN 90 : BK 10	6,9	8,0	
3	BN 80 : BK 20	5,3	6,2	
4	BN 70 : BK 30	8,7	10,0	
5	BN 60 : BK 40	9,5	9,4	
6	BN 50 : BK 50	5,7	6,7	
7	BN 40 : BK 60	5,1	6,0	
8	BN 30 : BK 70	8,9	10,5	
9	BN 20 : BK 80	4,7	5,4	
10	BN 10 : BK 90	5,5	6,5	
11	BK 100	6,7	8,0	



**Gambar 4.2.** Hasil pengujian viskositas kinematik

Laju aliran dalam suatu fluida sangat erat kaitannya dengan viskositas. Makin besar gaya yang dibutuhkan untuk dapat digunakan dalam mengalir dengan kecepatan tertentu dengan begitu semakin kental juga cairan tersebut. Dalam variasi campuran biodiesel mendapatkan hasil dari penelitian dan

pengujian viskositas kinematik yang cenderung menurun dengan setiap variasi campuran biodiesel tersebut. Pada 11 sampel variasi campuran biodiesel yang dihasilkan, hanya variasi campuran biodiesel BN 40% : BK 60% dan BN 20% : BK 80% yang nilai viskositas kinematik yang memenuhi standard SNI 7182-2015 (2,3-6,0 cSt).

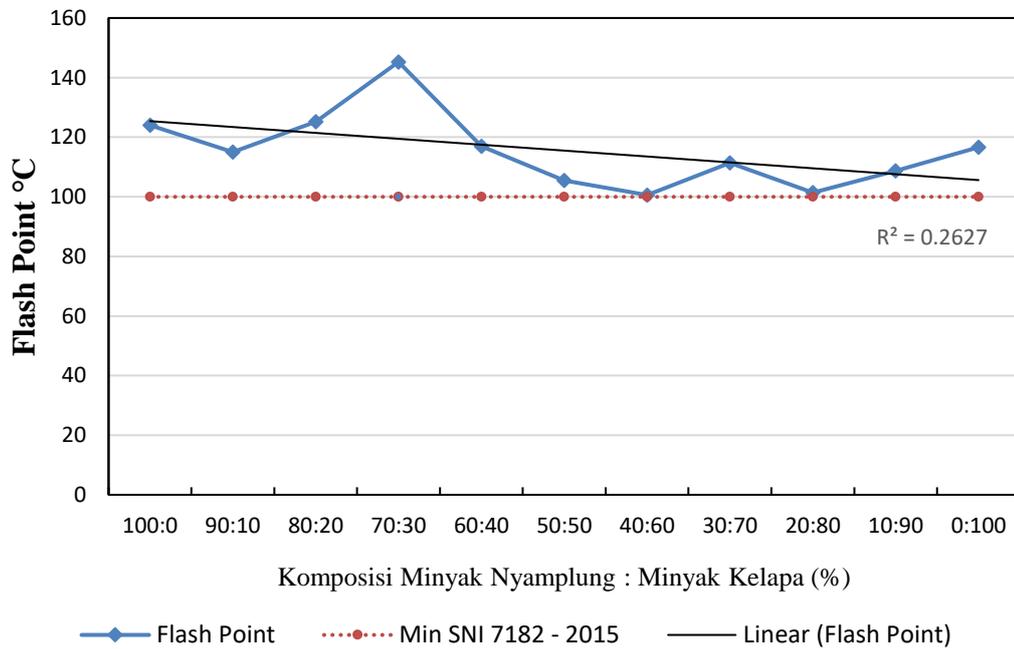
Viskositas kinematik dalam penelitian ini berhubungan dengan komposisi asam lemak dalam bahan baku tersebut, jumlah ikatan rangkap, dan kemurnian pada produk terakhir. Viskositas kinematik ini berbanding terbalik pada jumlah ikatan rangkap dan berbanding lurus dengan panjang rantai karbon. Dengan viskositas yang semakin tinggi dapat menghasilkan minyak semakin jenuh, sebaliknya apabila semakin panjang rantai karbon asam lemak dan alkohol maka viskositas semakin besar (Tazora, 2011). Pada hasil dari bahan baku minyak nyamplung yang menjadi biodiesel nyamplung ini memiliki viskositas yang besar dikarenakan penyebabnya didalam kemurnian biodiesel yang mengandung resin, getah, protein *fosfasida*, dan zat pengotor lainnya yang belum bias di pisahkan dengan maksimal dari minyak tersebut pada saat proses *degumming* atau pemurnian.

#### 4.5. Flash Point Campuran Biodiesel

Dari hasil pengujian dan penelitian *flash point* pada campuran biodiesel nyamplung dengan biodiesel kelapa, mendapatkan data di tabel 4.7 dan grafik pada gambar 4.3.

**Tabel 4.7.** Hasil pengujian *flash point*

No	Sampel (%)	Flash Point (°C)	SNI 7182-2015
1	BN 100	124,0	Min. 100
2	BN 90 : BK 10	115,0	
3	BN 80 : BK 20	125,2	
4	BN 70 : BK 30	145,3	
5	BN 60 : BK 40	117,0	
6	BN 50 : BK 50	105,5	
7	BN 40 : BK 60	100,6	
8	BN 30 : BK 70	111,3	
9	BN 20 : BK 80	101,4	
10	BN 10 : BK 90	108,7	
11	BK 100	116,6	



**Gambar 4.3.** Hasil pengujian *flash point*

*Flash point* atau titik nyala api adalah dimana suhu terendah minyak atau uap minyak dan hasil produknya yang dicampur jadi satu dengan udara kemudian akan menyala api apabila terkena percikan api. Dalam pengujian *flash point* ini didapatkan hasil data dan grafik yang cenderung menurun, semakin banyak variasi campuran biodiesel kelapa pada setiap sampel dengan itu berbanding lurus dengan penurunan titik nyala api. Dari 11 sampel yang dihasilkan dalam variasi biodiesel tersebut semuanya memenuhi standard SNI 7182-2015 (>100°C). *Flash point* dari data yang didapatkan yaitu biodiesel nyamplung terus mengalami penurunan dengan seiring peningkatan pada campuran biodiesel kelapa, hal tersebut disebabkan karena biodiesel kelapa secara nyata merubah karakteristik dari biodiesel dengan menurunkan titik nyalanya.

Nilai *flash point* tersebut tidak memiliki pengaruh sama sekali dengan persyaratan pemakaian bahan bakar minyak untuk mesin diesel atau ketel uap, tetapi *flash point* digunakan sebagai keperluan keamanan dalam penanganan minyak dalam bahaya kebakaran ( Kholidah, 2014 ). Menurut setiawan (2012) juga titik nyala sangat berpengaruh dengan kaitannya dalam

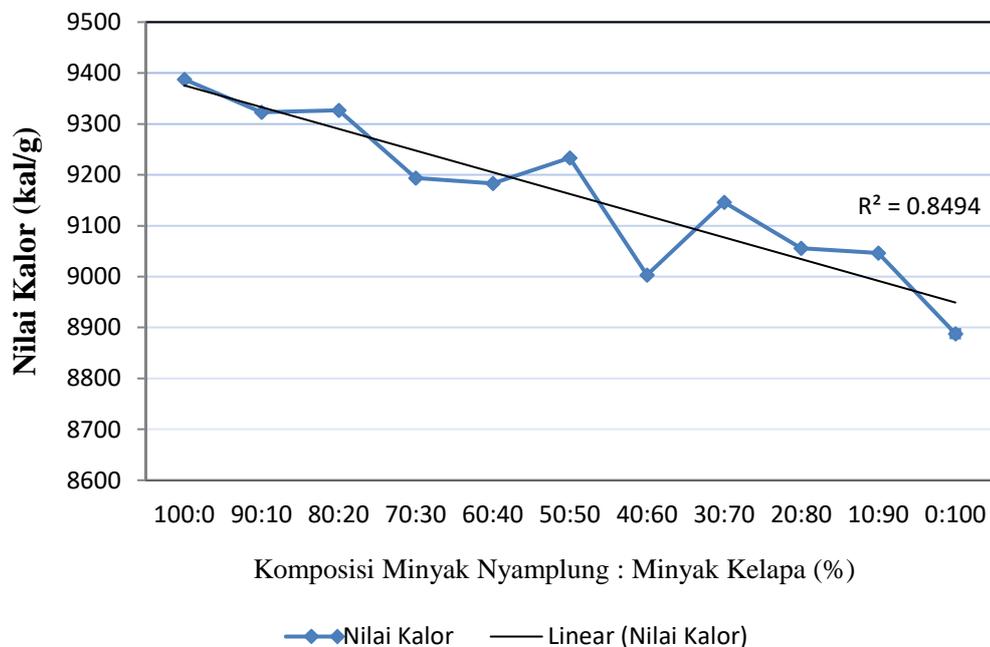
keamanan dan keselamatan terutama dalam penyimpanan dan penggunaan bahan bakar. Titik nyala tersebut dapat juga mengindikasikan tinggi rendahnya volatilitas dan kemampuan untuk terbakar dari suatu bahan bakar.

#### 4.6. Nilai Kalor Campuran Biodiesel

Dari hasil pengujian dan penelitian nilai kalor pada campuran biodiesel nyamplung dan biodiesel kelapa, didapatkan data yang bervariasi dan dapat dilihat di tabel 4.8 beserta grafik di gambar 4.4.

**Tabel 4.8** Data hasil pengujian nilai kalor

No	Sampel (%)	Nilai Kalor (Cal/g)
1	BN 100	9387,48
2	BN 90 : BK 10	9322,68
3	BN 80 : BK 20	9326,44
4	BN 70 : BK 30	9193,97
5	BN 60 : BK 40	9183,21
6	BN 50 : BK 50	9233,04
7	BN 40 : BK 60	9002,92
8	BN 30 : BK 70	9145,99
9	BN 20 : BK 80	9055,71
10	BN 10 : BK 90	9046,36
11	BK 100	8888,01



**Gambar 4.4.** Hasil pengujian nilai kalor

Pada setiap sampel campuran biodiesel nyamplung dengan biodiesel kelapa pada pengujian nilai kalor ini mendapatkan data yang menurun dengan seiring bertambahnya campuran komposisi biodiesel kelapa. Biodiesel nyamplung mendapatkan nilai kalor sebesar 9387,48 (kal/g) setelah dicampurkan dengan biodiesel kelapa nilai kalornya mengalami penurunan pada setiap sampel campuran biodiesel. Nilai kalor tertinggi pada campuran biodiesel ini sebesar 9387,48 (kal/g) dan nilai kalor terendah pada campuran biodiesel ini sebesar 8888,01 (kal/g).