BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data dan Bahan Baku Minyak Kedelai

Bahan baku yang digunakan dalam penilitian ini adalah minyak kedelai, minyak tersebut memiliki beberapa karakteristik diantaranya densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Karakteristik bahan baku minyak kedelai

Properties	Minyak Kedelai
Densitas(40°C) kg/m^{3}	892,05
Viskositas(40°C)cSt	31,0
Flash point (^{o}C)	266,75
Nilai kalor (Cal/g)	9385.02

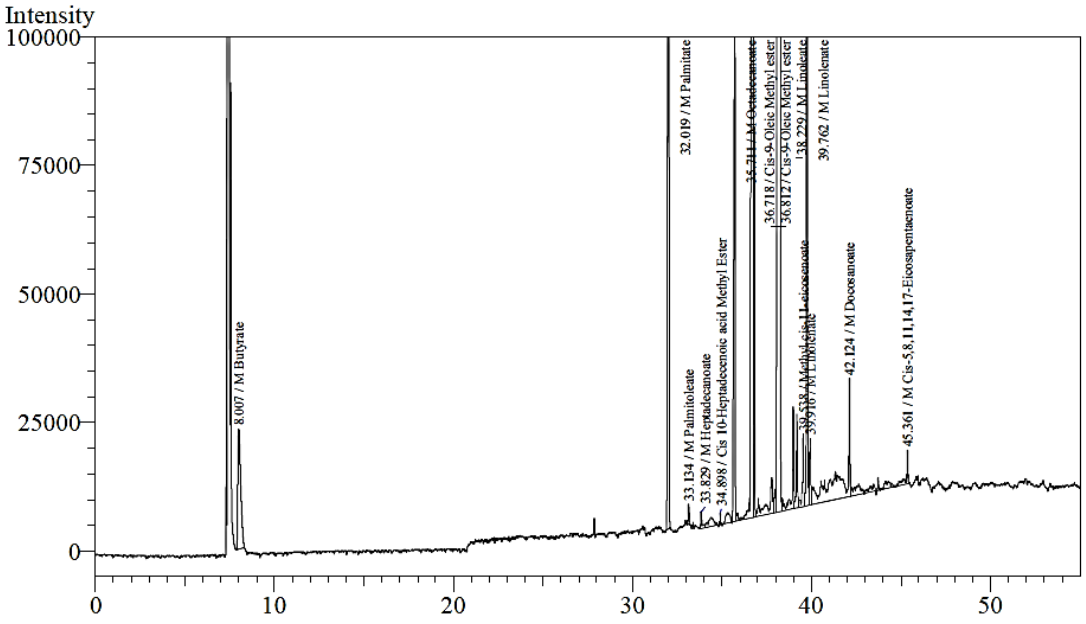
4.1.1 Hasil Analisis Asam Lemak Jenuh dan Tak Jenuh Minyak Kedelai

Asam lemak dibedakan menjadi asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Asam lemak jenuh hanya memiliki ikatan tunggal di antara atom-atom karbon penyusunnya, sementara asam lemak tak jenuh memiliki paling sedikit satu ikatan ganda di antara atom-atom karbon penyusunnya.

Berdasarkan hasil analisis asam lemak jenuh dan tak jenuh minyak kedelai yang pengujiannya dilakukan di Laboratorium Pengujian “LPPT-UGM” dapat dilihat pada tabel 4.2 dan grafik 4.1 dibawah ini:

Tabel 4.2 Hasil Analisis Asam Lemak Jenuh dan Tak Jenuh Minyak Kedelai

No	Deskripsi	Konsentrasi (% Relatif)		Rata-rata konsentrasi (% Relatif)
		Simplo	Duplo	
1	M Butyrate	1,64	-	1,64
2	M Palmitate	9,83	-	9,83
3	M Palmitoleate	0,09	-	0,09
4	M Heptadecanoate	0,34	-	0,34
5	Cis 10-Heptadecenoic acid Methyl Ester	0,21	-	0,21
6	M Octadecanoate	3,18	-	3,18
7	Cis-9-Oleic Methyl ester	24,18	-	24,18
8	M Linoleate	49,75	-	49,75
9	Gamma-Linolenic acid methyl ester	1,09	-	1,09
10	Methyl cis-11-eicosenoate	0,45	-	0,45
11	M Linoleate	5,54	-	5,54
12	M Docosanoate	2,74	-	2,74
13	M Cis-5, 8, 11, 14, 17-Eicosapentaenoate	0,95	-	0,95



Gambar 4.1 Hasil Pengujian Asam Lemak Minyak Kedelai di LPPT UGM

Berdasarkan data yang telah diperoleh, dapat dilihat bahwa dari hasil analisis minyak kedelai tersebut mengandung beberapa komposisi dan dominan pada asam lemak linoleat yaitu 49,75% dan linolenat merupakan asam lemak tidak jenuh berantai banyak dan tergolong asam lemak esensial. Sedangkan asam palmitat dan stearate merupakan asam lemak jenuh yang berpotensi untuk dijadikan bahan bakar biodiesel berkualitas baik. Pada hasil analisis hanya asam palmitat saja yang di peroleh, yaitu sebesar 9,83%.

4.1.2 Hasil Analisis Asam Lemak Bebas Minyak Kedelai

Biodiesel dapat diperoleh dari minyak nabati atau lemak hewani. Minyak nabati mengandung trigliserida dan sejumlah kecil monogliserida dan digliserida. Trigliserida adalah ester dari tiga asam lemak rantai panjang yang terikat pada satu gugus gliserol. Dalam minyak nabati pada umunya terdapat lima jenis asam lemak yaitu: asam stearat, asam palmitat, asam oleat, asam linoleat dan asam linolenat. Asam stearat dan asam palmitat merupakan jenis asam lemak jenuh, asam oleat, asam linoleat, asam linolenat merupakan asam lemak tak jenuh, jika asam lemak terlepas dari trigliseridanya akan menjadi lemak asam bebas (free fatty acids = FFA). Minyak nabati sebagai bahan baku pembuatan biodiesel dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis berdasarkan kandungan FFA(Kinast. 2003) yaitu:

a. Refined Oil : minyak nabati dengan kandungan FFA kurang dari 1,5%;
b. Minyak nabati dengan kandungan FFA rendah kurang dari 4%;
c. Minyak nabati dengan kandungan FFA tinggi lebih dari 20%.

Berdasarkan kandungan FFA dalam minyak nabati maka proses pembuatan biodiesel dapat dibedakan atas dua bagian, yaitu:

a. Transesterfikasi dengan menggunakan katalis basa untuk refined Oil atau minyak nabati dengan kandungan FFA rendah;
b. Esterifikasi dengan katalis asam untuk minyak nabati dengan kandungan FFA yang tinggi dilanjutkan dengan transesterifikasi dengan katalis basa.

Dari hasil uji Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT) UGM dengan nomor pengujian : 17060101146 dapat dilihat pada tabel 4.3 di bawah ini:

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Asam Lemak Bebas Minyak Kedelai

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Asam Lemak Bebas	0,04	% b/v	Volumetri

Berdasarkan hasil pengujian terhadap minyak kedelai yang digunakan sebagai bahan baku untuk menghasilkan biodiesel dihasilkan kandungan asam lemak bebas (FFA) didalam minyak kedelai <1,5% yaitu : 0,04 % b/v. Maka, hasil pengujian tersebut sesuai dengan point a (Refined Oil : minyak nabati dengan kandungan FFA kurang dari 1,5%) sehingga langsung dilakukan proses transesterfikasi dengan menggunakan katalis basa untuk kategori refined Oil atau minyak nabati dengan kandungan FFA rendah tanpa perlu melakukan proses esterifikasi yang hanya dilakukan terhadap minyak nabati dengan kandungan FFA yang tinggi.

4.1.3 Karakteristik Biodiesel Hasil Proses Transesterifikasi

Proses transesterifikasi minyak kedelai dilakukan untuk memperoleh 8 jenis sampel yang berbeda, diantaranya sampel B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6, B_7, dan B_8 dihasilkan dari proses reaksi transesterifikasi yang dilakukan dengan mereaksikan minyak kedelai dengan metanol 20% dan katalis KOH 0,1% dari jumlah minyak kedelai yang digunakan. Proses transesterifikasi dilakukan pada suhu 55° dan 60^oC dengan lama waktu pengadukan 30, 60, 90, 120 menit, telah diperoleh hasil pengujian karakteristik biodiesel diantaranya nilai viskositas, densitas, *flash point* dan nilai kalor yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.4 Hasil Data Pengujian Karakteristik Biodiesel

No	Nama sampel	Viskositas kinematik(cSt)	Densitas (Kg/m^3)	Flash Point (^oC)	Nilai Kalor (Cal/g)
1	B1	11.6	859.55	190	9478.86
2	B2	8.1	859.636	170.7	9453.68
3	B3	7.0	860.416	169.7	9442.60
4	B4	6.4	861.11	166.7	9428.01
5	B5	4.6	863.068	160.5	9446.85
6	B6	4.0	868.744	158.6	9446.20
7	B7	3.5	869.552	147.1	9429.91
8	B8	4.6	869.642	144.5	9404.45

a. Viskositas

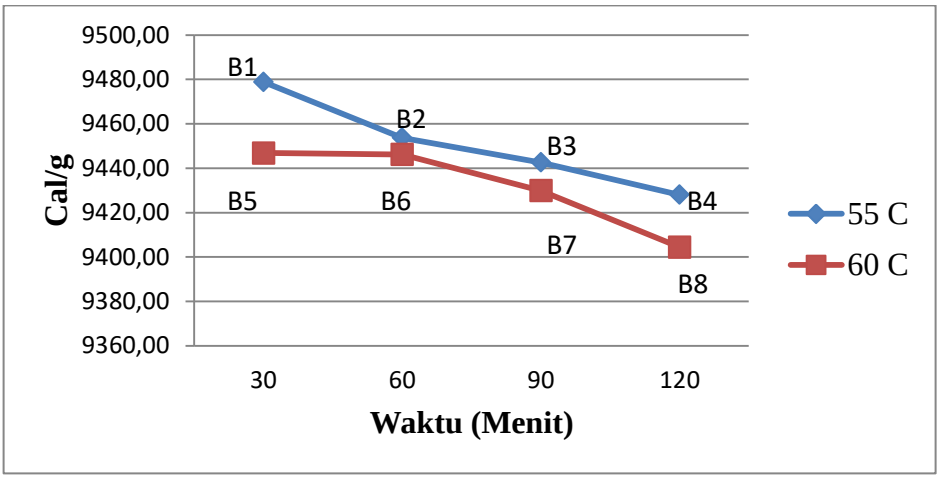
Viskositas merupakan suatu angka yang menyatakan besarnya hambatan dari suatu bahan cair untuk mengalir atau ukuran dari besarnya tahanan gesek dari cairan (Dita Victari, 2011). Semakin tinggi nilai viskositas biodiesel maka kekentalan biodiesel semakin

tinggi sehingga kemampuan alir biodiesel semakin kecil. Pada umumnya bahan bakar harus mempunyai viskositas yang relativ rendah agar dapat mudah mengalir dan teratomisasi, tetapi bahan bakar yang viskositasnya terlalu rendah akan memberikan pelumasan yang buruk dan mengakibatkan kebocoran pada pompa. Sebaliknya viskositas tinggi akan mengakibatkan proses pembakaran yang tidak sempurna karena bahan bakar lambat mengalir dan lebih sulit teratomisasi (Fashiatul Aini dan Siti Tjahyani, 2013).

Data hasil uji viskositas biodiesel pada suhu 55 dan 60°C dengan lama pengadukan waktu reaksi selama 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit disajikan pada Tabel 4.5 dan grafik 4.2 dibawah ini:

Tabel 4.5 Data Hasil Uji Viskositas Biodiesel

Waktu (menit)	(^{o}C)	Kode	Viskositas Kinematik (cSt)	SNI 7182:2015 (cSt)
30	55	B_1	11.6	2,3-6,0
60	55	B_2	8.1	
90	55	B_3	7.0	
120	55	B_4	6.4	
30	60	B_5	4.6	
60	60	B_6	4.0	
90	60	B_7	3.5	
120	60	B_8	4.6	



Gambar 4.2 Data Hasil Uji Viskositas Biodiesel

Hasil pengujian biodiesel B_1, B_2, B_3, dan B_4 pada suhu 55°C dengan variasi waktu yaitu 30, 60, 90 dan 120 memiliki hasil nilai viskositas yang dalam pengujian tersebut semakin lama waktu pengadukan pada saat proses transesterifikasi maka hasil pengujian viskositasnya menurun tetapi hasil pada pengujian sampel B_1, B_2, B_3, B_4 tidak memenuhi syarat SNI 7182:2015. Sedangkan, pengujian biodiesel B_5, B_6, B_7, dan B_8 pada suhu 60°C dengan variasi waktu yaitu 30, 60, 90 dan 120 memiliki hasil nilai viskositas yang juga semakin lama waktu pengadukan pada saat proses transesterifikasi maka hasil viskositasnya menurun. Hasil viskositas pada temperatur 60°C menghasilkan viskositas yang lebih rendah dibandingkan suhu 55°C. Dari hasil uji viskositas pada sampel B_5, B_6, B_7, dan B_8 telah memenuhi syarat SNI 7182:2015 yaitu antara 2,3 – 6,0 cSt. Maka dari itu semakin tinggi suhu dan lama pengadukan pada proses transesterifikasi maka semakin rendah viskositas yang akan di dapat. Adapun penelitian (Hazkil, 2008) yang melakukan penelitian tentang memiliki hasil penelitian uji viskositas diketahui nilai viskositas terendah didapat dengan suhu 70°C dan waktu 30 menit yaitu 3.27

mm2/s (cSt) sedangkan yang tertinggi didapat dengan suhu 50°C dan waktu 30 menit yaitu 4.88 mm2/s (cSt). Kedua penelitian ini menjelaskan bahwa semakin tinggi suhu pada saat proses transesterifikasi maka hasil viskositasnya akan menurun.

b. Densitas (Massa Jenis)

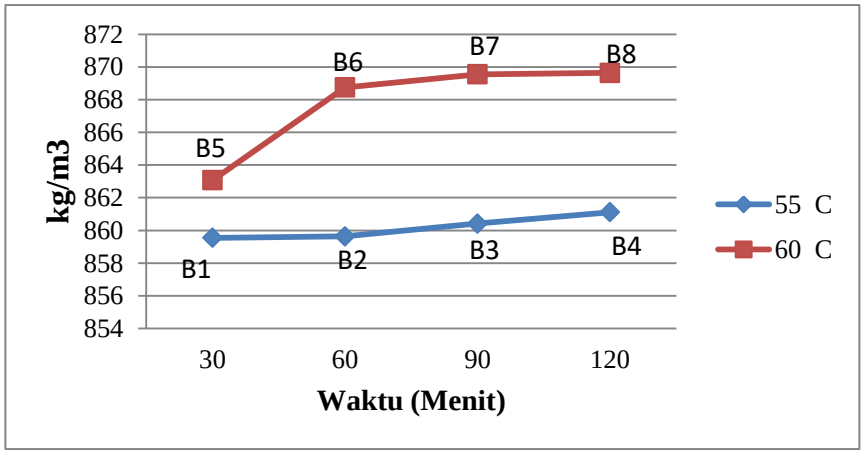
Densitas adalah massa biodiesel persatuan volume pada suhu tertentu. Jika densitasnya rendah kemampuan bahan bakar minyak akan tinggi. Besaran massa jenis dapat membantu menerangkan mengapa benda yang berukuran sama memiliki berat yang berbeda. Densitas (massa jenis) menyatakan ukuran massa atau berat suatu benda terhadap volume dari benda tersebut. Berat jenis (*specific gravity*) minyak adalah perbandingan antara rapat minyak pada suhu tertentu rapat air pada suhu tertentu (A.Hardjono, 2001:40).

Massa jenis ini adalah suatu angka yang menyatakan perbandingan massa bahan bakar minyak pada temperatur tertentu terhadap air pada volume dan temperatur yang sama. Bahan bakar minyak umumnya mempunyai massa jenis antara 850-890 kg/m3, dengan kata lain massa jenis bahan bakar minyak lebih rendah daripada air (Adly Havendri, 2008: 39).

Data hasil uji densitas biodiesel pada suhu 55 dan 60°C dengan pengaruh penggunaan waktu reaksi selama 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit disajikan pada Tabel 4.6 dan grafik 4.3 dibawah ini:

Tabel 4.6 Data Hasil Uji Densitas Biodiesel

Nama sampel	Pengujian Densitas			Konversi (Kg/m^3)	SNI 7182:2015 (Kg/m3)
	Massa (g)	Volume (ml)	Densitas (g/ml)		
B_1	50	42.9775	0.85955	859.55	850-890
B_2	50	42.9818	0.859636	859.636	
B_3	50	43.0208	0.860416	860.416	
B_4	50	43.0555	0.86111	861.11	
B_5	50	43.1534	0.863068	863.068	
B_6	50	43.4372	0.868744	868.744	
B_7	50	43.4776	0.869552	869.552	
B_8	50	43.4821	0.869642	869.642	



Gambar 4.3 Data Hasil Uji Densitas Biodiesel

Hasil pengujian biodiesel B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6, B_7 dan B_8 pada suhu 55 dan 60°C dengan variasi waktu yaitu 30, 60, 90 dan 120 menit memiliki hasil nilai densitas yang dalam pengujian tersebut semakin lama waktu dan tinggi suhu pengadukan pada saat proses transesterifikasi maka hasil pengujian densitasnya mengalami kenaikan yang signifikan. Dari perhitungan tersebut diperoleh hasil

densitas biodiesel pada suhu 55 dan 60°C dengan variasi waktu 30, 60, 90 dan 120 menit telah memenuhi standar SNI 7182:2015 yaitu massa jenis antara 850-890 kg/m3. Adapun penelitian (Tohari, 201) memiliki hasil penelitian uji densitas Karakter biodiesel BA (50 menit), BB (75 menit), BC (100 menit) dan BD (125 menit) dengan suhu 50°C meliputi: massa jenis berturut-turut sebesar 867,23; 867,83; 868,73 dan 869,43kg/m3. Kedua penelitian ini menunjukkan semakin lama waktu pengadukan yang dilakukan pada saat proses transesterifikasi akan memberikan nilai massa jenis biodiesel yang semakin besar.

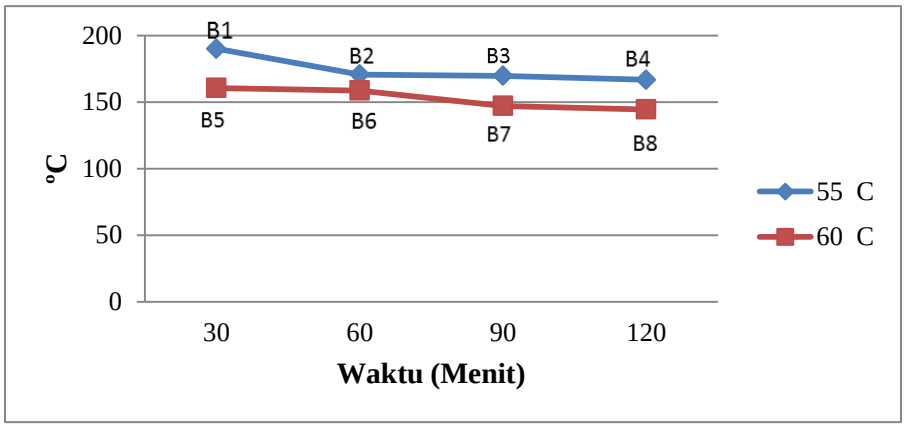
c. Titik nyala (*flash point*)

Titik nyala (*flash point*) adalah suhu terendah dimana suatu bahan bakar jika dipanaskan akan menguap (*volatilitas*) yang akan menyala sebentar ketika dilewatkan pada suatu nyala api. Titik nyala dapat diukur dengan metode wadah tertutup (*pensky martyne closed tester*) dan terbuka (*Cleveland open cup tester*). Setiap zat cair yang mudah terbakar memiliki tekanan uap yang merupakan fungsi dari temperatur cair, dengan naiknya suhu, tekanan uap juga meningkat. Titik nyala ini diperlukan sehubungan dengan adanya pertimbangan-pertimbangan mengenai keamanan dari penimbunan minyak dan pengangkutan bahan bakar minyak terhadap bahaya kebakaran, (Rama P, Roy H, Makmuri M, 2006: 66 - 67).

Data hasil uji titik nyala (*flash point*) biodiesel pada suhu 55 dan 60°C dengan pengaruh penggunaan waktu reaksi selama 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit disajikan pada Tabel 4.7 dan grafik 4.4 dibawah ini:

Tabel 4.7 Data Hasil Uji Titik Nyala (*Flash Point*)

Waktu (menit)	(^oC)	Kode	Titik Nyala (^oC)	SNI 7182:2015 (^oC)
30	55	B_1	190	Min. 100
60	55	B_2	170.7	
90	55	B_3	169.7	
120	55	B_4	166.7	
30	60	B_5	160.5	
60	60	B_6	158.6	
90	60	B_7	147.1	
120	60	B_8	144.5	



Gambar 4.4 Data Hasil Uji *Flash Point* Biodiesel

Hasil pengujian biodiesel B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6, B_7 dan B_8 pada suhu 55 dan 60°C dengan variasi waktu yaitu 30, 60, 90 dan 120 menit memiliki hasil nilai titik nyala (*flash* point) yang dalam pengujian tersebut semakin lama waktu dan tinggi suhu pegadukan pada saat proses transesterifikasi maka hasil pengujian titik nyala (*flash point*) mengalami penurunan. Dari perhitungan tersebut diperoleh hasil titik nyala biodiesel pada suhu 55 dan 60°C dengan variasi waktu 30, 60, 90 dan 120 menit telah memenuhi standar SNI 7182:2015 yaitu titik nyala minimal 100 ^{o}C. Adapun penelitian (Tohari, 201) memiliki hasil penelitian uji *flash point* dengan

karakter biodiesel BA (50 menit), BB (75 menit), BC (100 menit) dan BD (125 menit) dengan suhu 50°C meliputi: 30,5; 36,5; 33,5 dan 46,5 ^{o}C mengalami kenaikan tetapi keempat biodiesel mempunyai titik nyala yang rendah sehingga mengakibatkan biodiesel tersebut mudah terbakar. Sedangkan pada penelitian dengan bahan baku minyak kedelai memiliki hasil yang tetap memenuhi standar yaitu minimal 100°C walaupun semakin lama waktu pengadukan hasil *flash point* semakin menurun.

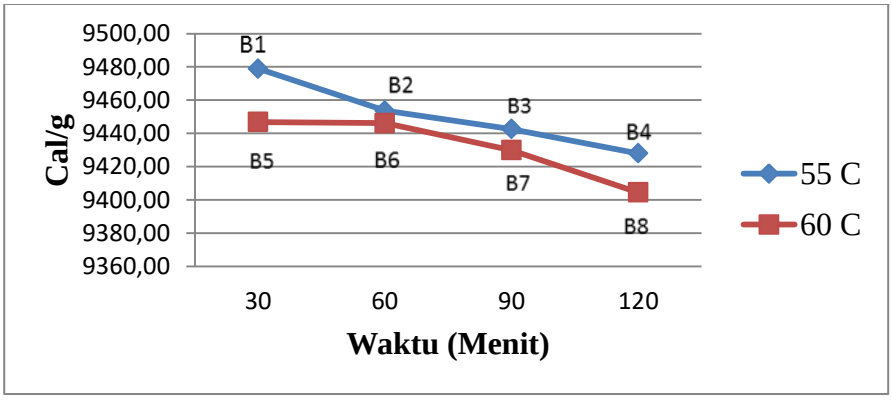
d. Nilai Kalor

Pengukuran nilai kalor pembakaran biodiesel adalah untuk memperoleh data tentang energi kalor yang dapat dibebaskan oleh suatu bahan bakar dengan terjadinya proses pembakaran (Sinarep & Mirmanto, 2011). Nilai kalori adalah angka yang menyatakan jumlah panas/ kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah bahan bakar dengan udara/oksigen. Nilai kalori berbanding terbalik dengan berat jenis artinya semakin besar berat jenisnya maka semakin kecil niai kalorinya. . Nilai kalor diperlukan untuk dasar perhitungan jumlah kosumsi bahan bakar minyak yang dibutuhkan mesin dalam suatu priode tertentu, Nilai kalori bahan bakar minyak berkisar antara 10.160-11.000 Kkal/kg (Wardan S dan Zainal A, 2003).

Data hasil uji nilai kalor biodiesel disajikan pada Tabel 4.8 dan grafik 4.5 dibawah ini:

Tabel 4.8 Data Hasil Uji Nilai Kalor Biodiesel

Waktu (menit)	(^oC)	Kode	Nilai Kalor (Cal/g)	SNI
30	55	B_1	9478.86	10.160 – 11.000
60	55	B_2	9453.68	
90	55	B_3	9442.60	
120	55	B_4	9428.01	
30	60	B_5	9446.85	
60	60	B_6	9446.20	
90	60	B_7	9429.91	
120	60	B_8	9404.45	



Gambar 4.5 Data Hasil Uji Nilai Kalor Biodiesel

Hasil pengujian biodiesel B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6, B_7 dan B_8 pada suhu 55 dan 60^oC dengan variasi waktu yaitu 30, 60, 90 dan 120 menit memiliki hasil nilai kalor yang dalam pengujian tersebut semakin lama waktu dan tinggi suhu pegadukan pada saat proses transesterifikasi maka hasil pengujian nilai kalor mengalami penurunan. Standar nilai kalor pembakaran pada bahan bakar minyak yaitu 10.160 kal/g – 11.000 kal/g, sehingga dari 8 sampel biodiesel tersebut masih belum memenuhi standar bahan bakar minyak yang sudah ditetapkan. Apabila biodiesel minyak kedelai ini akan dipergunakan sebagai bahan bakar, perlu dipergunakan pencampuran

biodiesel dengan solar agar diperoleh kalor pembakaran yang lebih tinggi sesuai dengan standar bahan bakar minyak. Adapun penelitian (Tohari, 201) memiliki hasil penelitian uji nilai kalor dengan karakter biodiesel BA (50 menit), BB (75 menit), BC (100 menit) dan BD (125 menit) dengan suhu 50°C meliputi: 9.575,612; 9.911,9105; 9.309,708 dan 9263,381 kal/g. Pada penelitian ini pembakaran biodiesel mengalami kenaikan pada biodiesel BB dan selanjutnya berturut-turut mengalami penurunan pada biodiesel BC dan BD. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan penggunanaan waktu lama pengadukan yang dilakukan pada saat transesterifikasi akan menghasilkan nilai kalor pembakaran biodiesel yang berbeda.