

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Bahan Baku Minyak

4.1.1 Karakteristik Bahan Baku

Adapun bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak goreng bekas. Minyak jarak dan minyak goreng bekas tersebut memiliki karakteristik seperti densitas, viskositas, *flash point* dan nilai kalor yang dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Karakteristik Bahan Baku Biodiesel

| Karateristik | Minyak Jarak | Minyak Goreng Bekas |
|---------------------------------|--------------|---------------------|
| Densitas (40°C) kg/m^3 | 930,53 | 881,93 |
| Viskositas (40°C)cSt | 265,25 | 27,21 |
| Flash point (°C) | 285 | 326 |
| Nilai Kalor (Cal/g) | 8889,78 | 9281,80 |

Dari tabel di atas dapat dilihat karakteristik seperti densitas dan flash point minyak goreng bekas lebih rendah dari pada minyak jarak, kemudian untuk nilai minyak goreng bekas memiliki nilai yang tinggi dari pada minyak jarak. Dimana minyak goreng bekas digunakan sebagai bahan campuran dari minyak jarak, yang dimana mampu memberikan perubahan pada karakteristik biodiesel campuran.

4.1.2 Kandungan Asam Lemak Jenuh Dan Tak Jenuh

Asam lemak jenuh yaitu asam lemak yang dimana terdapat ikatan atom karbon pada rantai karbonnya yang berupa ikan tunggal (jenuh). Sedangkan pada asam lemak tak jenuh adalah asam lemak yang mengandung ikatan rangkap pada rantai karbonnya. Kandungan asam lemak jenuh dan tak jenuh yang terdapat dalam minyak goreng bekas dan minyak jarak yang dilakukan dalam pengujian di Laboratorium Pengujian dan Penulisan Terpadu (LPPT) UGM dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan 4.3.

Tabel 4.2 Kandungan Asam Lemak Jenuh dan Tak Jenuh Minyak Jarak

| No | Asam Lemak | Karakteristik (% Ralatif) |
|----|---------------------------------|---------------------------|
| 1 | Methyl Butyrate | 36,08 |
| 2 | Methyl Palmitate | 6,1 |
| 3 | Cis-9-Oleic Methyl Ester | 18,83 |
| 4 | Linolelaidic Acid Methyl Ester | 0,99 |
| 5 | Methyl Linolcate | 26,8 |
| 6 | Methyl Cis-11-eicocenoate | 2,62 |
| 7 | Methyl Linolenate | 1,42 |
| 8 | Methyl Octadecanoate | 6,68 |
| 9 | Cis-4-10-13-19-docosahexacnoate | 0,49 |

Tabel 4.3 Kandungan Asam Lemak Jenuh dan Tak Jenuh Minyak Goreng Bekas

| No | Asam Lemak | Karakteristik (% Ralatif) |
|----|---------------------------|---------------------------|
| 1 | Methyl Butyrate | 14,74 |
| 2 | Methyl Palmitate | 35,9 |
| 3 | Cis-9-Oleic Methyl Ester | 36,51 |
| 4 | Methyl Aracehidate | 0,39 |
| 5 | Methyl Tetradecanoate | 0,75 |
| 6 | Methyl Cis-11-eicocenoate | 0,3 |
| 7 | Methyl Linolenate | 7,28 |
| 8 | Methyl Octadecanoate | 3,18 |

Dari Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 di atas dapat dilihat bahwa asam lemak yang terkandung pada minyak jarak *methyl butyrate* sebesar 36.08%, *cis-9-oleic methyl ester* sebesar 18.83 dan *methyl linoleate* sebesar 26.80% sedangkan kandungan asam lemak pada minyak goreng bekas *methyl linolenate* sebesar 7.28%. *methyl butyrate* sebesar 14.74%. *methyl palmitate* sebesar 35.90% dan *cis-9oleic methyl ester* sebesar 36.51%.

4.2 Karakteristik Biodiesel Jarak dan Minyak Goreng Bekas

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan karakteristik biodiesel jarak dan biodisesel minyak goreng bekas yang dapat dilihat pada Tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.4 Karakteristik Biodiesel Jarak dan Biodiesel Minyak Goreng Bekas.

| Karateristik | Minyak Jarak | Minyak Goreng Bekas |
|--------------------------|--------------|---------------------|
| Densitas (40°C) kg/m^3 | 894,01 | 865,45 |
| Viskositas (40°C)cSt | 15,1 | 5,8 |
| <i>Flash point</i> (°C) | 199,1 | 165 |
| Nilai Kalor (Cal/g) | 8894,37 | 9416,84 |

Pada Tabel 4.4 terlihat perbandingan karakteristik antara biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak goreng bekas. Karakteristik biodiesel pada viskositas kinematik sebesar 15,1 cSt belum memenuhi SNI 7182-2015 yakni antara 2,3-6,0 cSt, selanjutnya untuk densitas biodiesel minyak dengan nilai sebesar 894,01 kg/m^3 sudah memenuhi nilai standar SNI7182-2015 yakni antara 850-890 kg/m^3 , namun pada *flash point* biodiesel jarak sebesar 199,1 °C memenuhi nilai standar SNI 7182-2015 yaitu harus diatas 100 °C. Sedangkan karekteristik untuk biodiesel minyak goreng bekas pada viskositas kinematik sebesar 5,8 cSt belum memenuhi standar SNI 7182-2015, berikutnya untuk densitas sebesar 865,45 sudah memenuhi nilai standar SNI 7182-2015 dan *flash point* sebesar 165 sudah memenuhi nilai standar SNI 7182-2015.

4.3 Karakteristik Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Goreng Bekas

4.3.1 Densitas Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Goreng Bekas

Densitas merupakan pengukuran massa setiap volume benda. Dimana semakin tinggi massa jenis suatu benda maka semakin besar massa setiap volumenya. Hasil pengujian yang dilakukan pada densitas terhadap variasi komposisi biodiesel campuran dapat dilihat pada Tabel 4.5, dan Gambar 4.1.

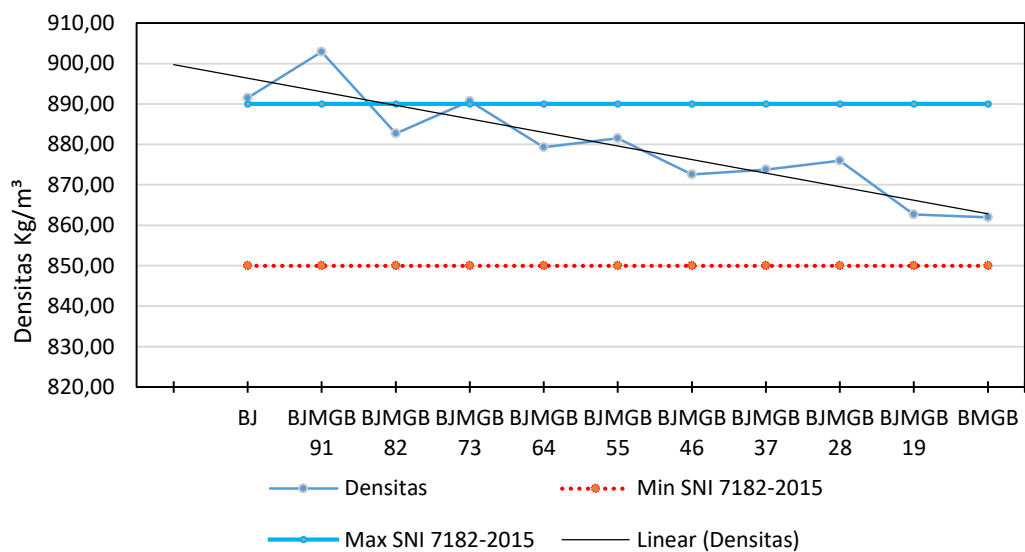
Biodiesel campuran minyak jarak dan minyak goreng bekas pada komposisi 40:60 (%) yang dimana memiliki massa = 43,6 g dan volume = 50 ml. Dengan menggunakan persamaan 2.1 maka diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$p = \frac{43,6(g)}{50 (ml)} = 0,872 \text{ g/ml} = 872 \text{ kg/m}^3 \dots\dots\dots(4.1)$$

Densitas yang dihasilkan dari biodiesel minyak jarak dan minyak goreng bekas pada komposisi 40:60 (%) yaitu 850 kg/m^3 .

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Densitas Terhadap Komposisi Campuran Minyak Jarak dan Minyak Goreng Bekas.

| No | Nama Sampel | Densitas | Min SNI 7182-2015 | Max SNI 7182-2015 |
|----|-------------|----------|-------------------|-------------------|
| 1 | BJ | 891,47 | 850 | 890 |
| 2 | BJMGB 91 | 902,89 | 850 | 890 |
| 3 | BJMGB 82 | 882,67 | 850 | 890 |
| 4 | BJMGB 73 | 890,68 | 850 | 890 |
| 5 | BJMGB 64 | 879,34 | 850 | 890 |
| 6 | BJMGB 55 | 881,55 | 850 | 890 |
| 7 | BJMGB 46 | 872,58 | 850 | 890 |
| 8 | BJMGB 37 | 873,76 | 850 | 890 |
| 9 | BJMGB 28 | 876,01 | 850 | 890 |
| 10 | BJMGB 19 | 862,69 | 850 | 890 |
| 11 | BMGB | 861,99 | 850 | 890 |



Gambar 4.1 Densitas Komposisi Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Goreng Bekas.

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan densitas pada setiap variasi campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak goreng bekas dan pada grafik 4.1 dapat dilihat bahwa densitas campuran minyak jarak dan biodiesel minyak goreng bekas mengalami penurunan yang berbanding lurus dengan penurunan komposisi campuran minyak jarak, semakin sedikit biodiesel minyak

jarak dan biodiesel minyak goreng bekas maka densitasnya semakin menurun. Biodiesel minyak goreng bekas memiliki massa jenis yang lebih rendah ($861,99 \text{ kg/m}^3$) dari pada biodiesel minyak jarak ($891,47 \text{ kg/m}^3$), hal ini yang menyebabkan densitas campuran biodiesel semakin rendah jika campuran biodiesel minyak goreng bekas semakin banyak.

Standar SNI 7182-2015 untuk densitas biodiesel adalah $850 \text{ kg/m}^3 - 890 \text{ kg/m}^3$, terdapat beberapa variasi campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel yang memenuhi standar SNI yaitu variasi BJ/BMGB 82 ($882,67 \text{ kg/m}^3$), BJ/BMGB 64 ($879,34 \text{ kg/m}^3$), BJ/BMGB 55 ($881,55 \text{ kg/m}^3$), BJ/BMGB 46 ($872,58 \text{ kg/m}^3$), BJ/BMGB kg/m^3), BJ/BMGB 37 ($873,76 \text{ kg/m}^3$), BJ/BMGB 28 ($876,01 \text{ kg/m}^3$), BJ/BMGB 19 ($862,69 \text{ kg/m}^3$), sedangkan pada variasi campuran BJ/BMGB 91 ($902,89 \text{ kg/m}^3$), BJ/BMGB 73 ($890,68 \text{ kg/m}^3$) belum memenuhi standar SNI 7182-2015 karena nilai densitasnya masih berada diluar batas maksimal standar tersebut.

4.3.2 Viskositas Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Goreng Bekas

Viskositas merupakan parameter yang sangat penting dalam biodiesel, dimana viskositas sangat mempengaruhi proses dalam pembakaran pada biodiesel. pada saat penelitian diperoleh viskositas kinematik yang bisa dilihat pada Tabel 4.6 dan Gambar 4.2.

Dalam biodiesel terdapat campuran minyak jarak dan minyak goreng bekas dengan komposisi 40:60 (%) yang memiliki hasil viskositas dinamik sebesar $7,8 \text{ mPa.s}$ dan densitas sebesar 872 kg/m^3 , sehingga menghasilkan perhitungan dari persamaan 2.2 sebagai berikut :

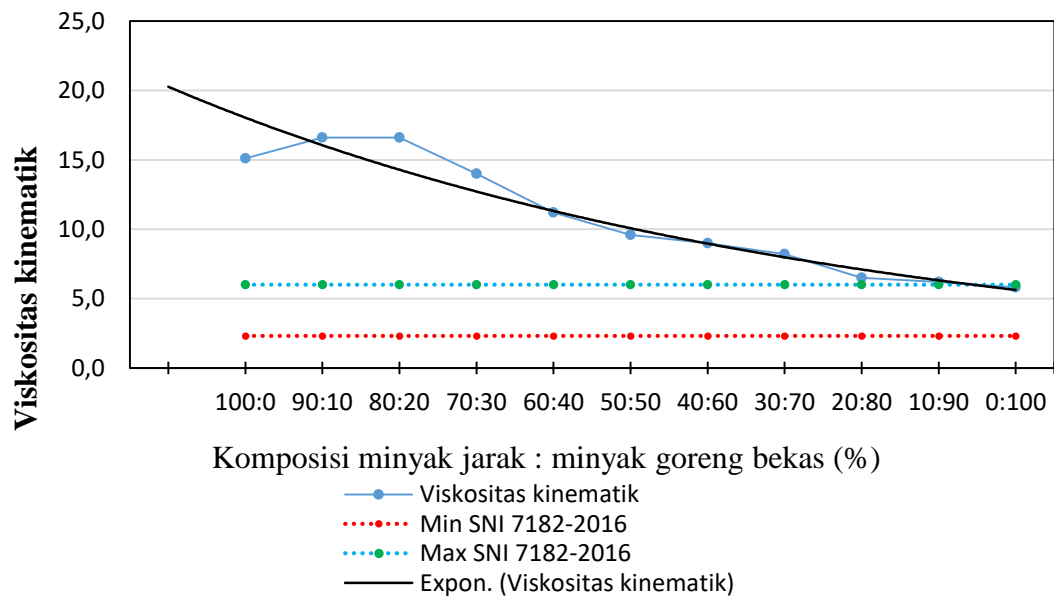
$$1 \text{ mPa. s} = 1 \text{ cp}$$

$$v = \frac{7,8 \text{ (Mpa.s)}}{872} = 0,0009 \times 1000 = 9,9 \text{ cSt}$$

Jadi, viskositas kinematik yang dihasilkan dari biodiesel campuran minyak jarak dan minyak goreng bekas dengan komposisi 40:60 (%) adalah $9,9 \text{ cSt}$.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Viskositas Terhadap Komposisi Campuran Minyak Jarak dan Minyak Goreng Bekas.

| No | Nama sampel | Viskositas kinematik | Min SNI 7182-2016 | Max SNI 7182-2016 |
|----|-------------|----------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 100:0 | 15,1 | 2,3 | 6 |
| 2 | 90:10 | 16,6 | 2,3 | 6 |
| 3 | 80:20 | 16,6 | 2,3 | 6 |
| 4 | 70:30 | 14,0 | 2,3 | 6 |
| 5 | 60:40 | 11,2 | 2,3 | 6 |
| 6 | 50:50 | 9,6 | 2,3 | 6 |
| 7 | 40:60 | 9,0 | 2,3 | 6 |
| 8 | 30:70 | 8,2 | 2,3 | 6 |
| 9 | 20:80 | 6,5 | 2,3 | 6 |
| 10 | 10:90 | 6,2 | 2,3 | 6 |
| 11 | 0:100 | 5,8 | 2,3 | 6 |



Gambar 4.2 Viskositas Terhadap Variasi Komposisi Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Goreng Bekas.

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan viskositas pada setiap campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak goreng bekas dan grafik 4.2 dapat dilihat bahwa viskositas campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak goreng bekas mengalami penurunan yang berbanding lurus dengan penurunan komposisi campuran biodiesel minyak jarak, semakin sedikit biodiesel minyak jarak dalam campuran biodiesel biodiesel minyak goreng bekas maka

viskositas semakin menurun. Biodiesel minyak goreng bekas memiliki kekentalan yang lebih rendah (5,8 cSt) dibandingkan biodiesel minyak jarak (15,1 cSt), hal ini yang menyebabkan viskositas campuran biodiesel semakin rendah jika campuran biodiesel minyak goreng bekas semakin banyak.

Standar SNI 7182-2015 untuk viskositas biodiesel sebesar 2,3 – 6,0 cSt, variasi campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak goreng bekas yang memenuhi standar tersebut yaitu pada variasi BMGB (5,8 cSt), sedangkan variasi campuran yang lain masih belum memenuhi standar SNI karena nilai viskositasnya masih diluar batas maksimal standar SNI. Viskositas kinematik didapatkan secara signifikan yang diperoleh dari struktur pembentukan minyak seperti panjang rantai, posisi, jumlah serta ikatan rangkapnya (Martinez 2014). Viskositas kinematik sangat berbanding lurus terhadap panjang rantai karbon dan sangat berbanding terbalik dengan hasil jumlah ikatan rangkapnya. Dimana semakin panjang rantai karbon asam lemak dan alkohol maka viskositas yang dihasilkan semakin besar. Dan sebaliknya jika viskositas semakin tinggi maka minyak yang dihasilkan semakin jenuh (Tazora 2011).

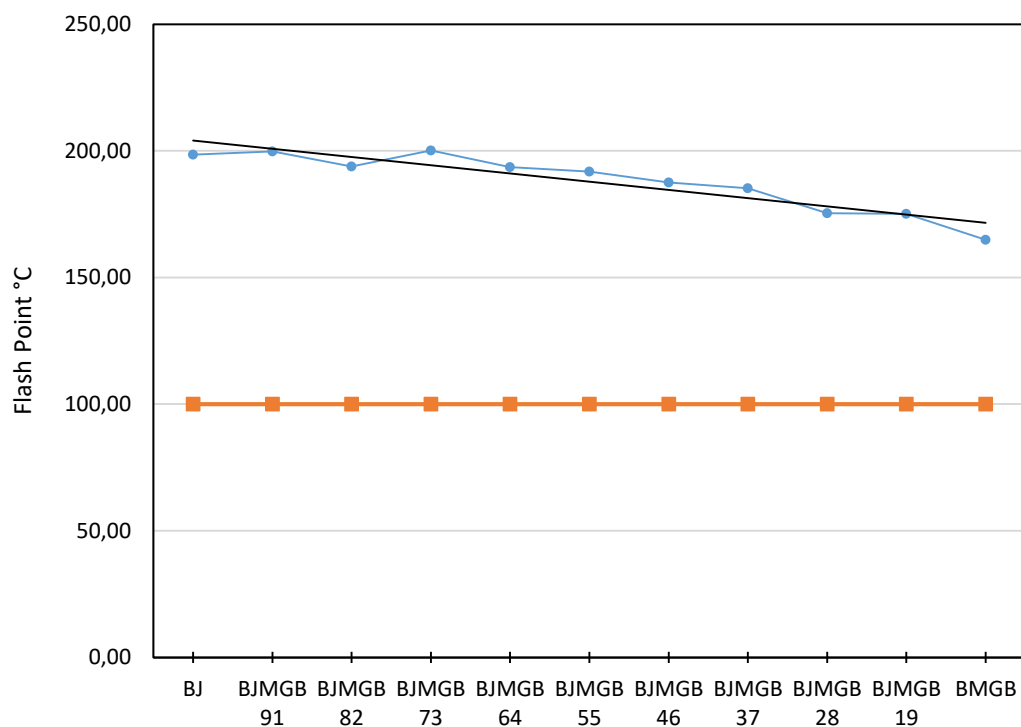
4.3.4 *Flash Point* Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Biodiesel Minyak Goreng Bekas

Flash Point atau titik nyala merupakan suhu terendah dimana minyak (uap minyak) dan produknya dalam campuran dengan udara akan nyala apabila terkena percikan api (Azka 2017). *Flash Point* menjadi salah satu parameter penting karena menjadi ukuran seberapa mudah biodiesel dapat terbakar pada suhu tertentu.

Setiap bahan variasi campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak goreng bekas memiliki nilai *flash point* yang berbeda-beda, dapat dilihat pada Tabel 4.7. Grafik perbandingan nilai *flash point* campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak goreng bekas dapat dilihat pada Gambar 4.7.

Tabel 4.7 *Flash Point* Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Biodiesel Minyak Goreng Bekas

| No | Nama Sampel | Uji Flash Point | |
|----|-------------|---------------------|---------------|
| | | Temperature (oC) | SNI 7182-2015 |
| | | Pengujian rata-rata | |
| 1 | BJ | 198,50 | 100 |
| 2 | BJMGB 91 | 199,77 | 100 |
| 3 | BJMGB 82 | 193,80 | 100 |
| 4 | BJMGB 73 | 200,17 | 100 |
| 5 | BJMGB 64 | 193,60 | 100 |
| 6 | BJMGB 55 | 191,90 | 100 |
| 7 | BJMGB 46 | 187,53 | 100 |
| 8 | BJMGB 37 | 185,30 | 100 |
| 9 | BJMGB 28 | 175,40 | 100 |
| 10 | BJMGB 19 | 175,17 | 100 |
| 11 | BMGB | 164,90 | 100 |



Gambar 4.3 *Flash Point* Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Biodiesel Minyak Goreng Bekas

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa adanya perbedaan *flash point* setiap variasi campuran pada biodiesel minyak jarak dan minyak goreng bekas dan pada grafik 4.3 dapat dilihat *flash point* campuran pada biodiesel minyak jarak dan minyak

goreng bekas mengalami penurunan yang sangat berbanding lurus dengan hasil penurunan komposisi campuran biodiesel minyak jarak, dimana semakin sedikit biodiesel minyak jarak pada campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak goreng bekas maka temperaturnya akan semakin menurun. Biodiesel minyak goreng bekas sangat memiliki nilai *flash point* lebih rendah (164,90 °C) dibandingkan dengan biodiesel minyak jarak (198,50 °C), dimana hal ini yang menyebabkan *flash point* campuran biodiesel semakin rendah jika campuran biodiesel minyak goreng bekasnya makin banyak.

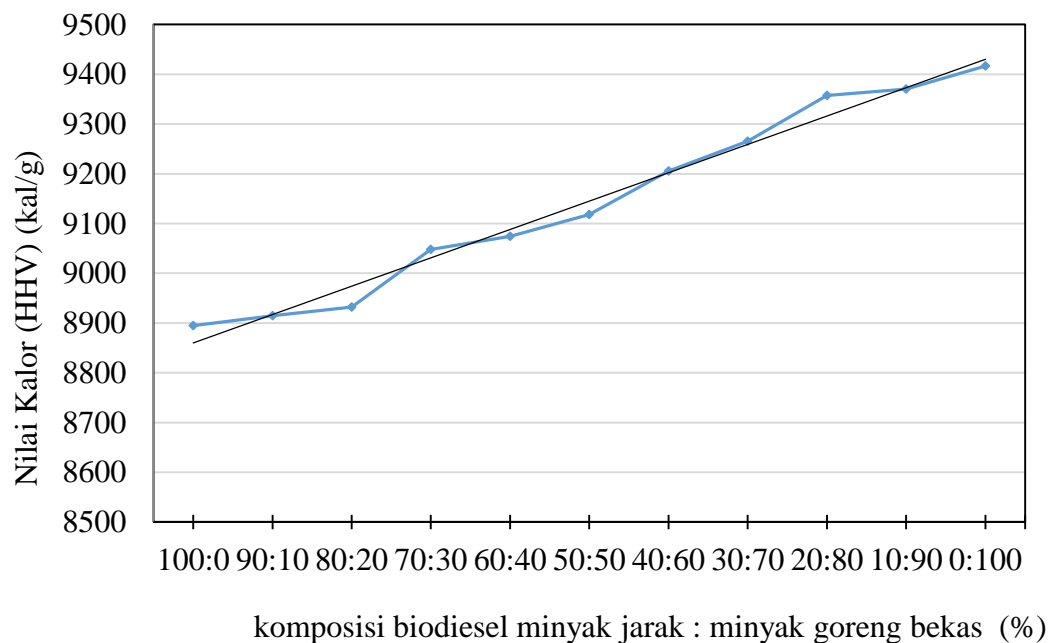
Temperatur yang minimal pada *flash point* biodiesel menurut SNI 7182-2015 adalah diatas 100 °C, dimana semua variasi campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak goreng bekas telah memenuhi standar *flash point* tersebut karena keseluruhan variasi campuran ini memiliki nilai *flash point* diatas 100 °C. Yang menyebabkan terjadinya penurunan temperatur pada *flash point* seiring dengan peningkatan pada komposisi campuran minyak goreng bekas, berarti biodiesel minyak goreng bekas tersebut dapat mengubah karakteristik dari hasil campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak goreng bekas secara nyata serta menurunkan titik nyalanya.

4.3.5 Nilai Kalor (HHV) Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Biodiesel Minyak Goreng Bekas

Nilai kalor (HHV) merupakan jumlah hasil energi yang dilepaskan bahan bakarnya pada saat oksidasi unsur-unsur kimia yang terdapat dalam biodiesel. Hasil pengujian yang dilakukan pada nilai kalor dari biodiesel campuran minyak jarak dan minyak goreng bekas dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan Gambar 4.4.

Tabel 4.8 Hasil Dari Pengujian Nilai Kalor (HHV) Terhadap Variasi Komposisi Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Goreng Bekas

| No | Nama Sampel | Nilai Kalor |
|----|-------------|-------------|
| 1 | 100:0 | 8894,3785 |
| 2 | 90:10 | 8914,427 |
| 3 | 80:20 | 8931,8519 |
| 4 | 70:30 | 9047,8387 |
| 5 | 60:40 | 9074,4568 |
| 6 | 50:50 | 9117,9208 |
| 7 | 40:60 | 9205,1818 |
| 8 | 30:70 | 9265,1185 |
| 9 | 20:80 | 9357,2711 |
| 10 | 10:90 | 9370,1265 |
| 11 | 0:100 | 9416,845 |



Gambar 4.4 Pengujian Nilai Kalor (HHV) Terhadap Variasi Komposisi Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Goreng Bekas

Tabel 4.8 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai kalor pada setiap variasi campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak goreng bekas mengalami kenaikan yang berbanding lurus dengan kenaikan komposisi campuran

biodiesel minyak goreng bekas, semakin sedikit biodiesel minyak jarak dalam campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak goreng bekas maka nilai kalornya semakin tinggi. Biodiesel minyak goreng bekas memiliki nilai kalor yang lebih tinggi (9416,845 kal/g) dibanding biodiesel minyak jarak (8894,3785 kal/g), hal ini yang menyebabkan nilai kalor campuran biodiesel semakin tinggi jika campuran biodiesel minyak goreng bekas semakin banyak.

Perbedaan dari nilai kalor (HHV) tersebut disebabkan oleh terdapatnya perbedaan antara molekul dari pembentuk senyawa minyak nabati seperti asam palminat, asam linoleat, dan asam oleat. Dimana semakin banyak terdapat kandungan asam lemak yang terdapat ikatan rangkap pada rantai karbonnya ($C=C$) pada biodiesel, maka sangat mengurangi hasil nilai kalor dari biodiesel tersebut (Hanif 2012). Nilai kalor dapat juga dipengaruhi oleh densitas yang terdapat dari biodiesel kalornya, dan sebaliknya juga yang dimana semakin rendah suatu densitas minyak maka akan semakin tinggi hasil nilai kalornya (Kholidah 2014).

