

PENGARUH KOMPOSISI TERHADAP SIFAT FISIK CAMPURAN BIODIESEL MINYAK JARAK DAN MINYAK GORENG BEKAS

Fasla Wahyudian Permana^a, Dr. Wahyudi, S.,T. M.T.^b, Muhammad Nadjib, S.,T. M.Eng.^c

^a Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
 Jl. Brawijaya, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183, Indonesia
 +62 274 387656
 e-mail: Wahyudianfasla@gmail.com

^{b,c} Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
 Jl. Brawijaya, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183, Indonesia
 +62 274 387656
 e-mail: wahyudi_stmt@yahoo.co.id^a, nadjibar@yahoo.com.^b

Intisari

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi campuran biodiesel terhadap karakteristik biodiesel dan komposisi campuran yang memberikan sifat paling optimal. Pada prosesnya kedua biodiesel tersebut melalui proses transesterifikasi menggunakan katalis basa homogen yaitu (KOH), dengan waktu reaksi 60 menit dengan suhu 60°C. Setelah proses transesterifikasi kedua jenis biodiesel kemudian dicampur dengan variasi pencampuran 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50, 40:60, 30:70, 20:80, 10:90, 0:100 (%). Kemudian hasil variasi campuran dilakukan pengujian densitas, viskositas, flash point dan nilai kalor. Dari data hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai densitas, viskositas dan flash point cenderung mengalami penurunan seiring dengan peningkatan komposisi biodiesel minyak goreng bekas, namun nilai kalor mengalami peningkatan seiring bertambahnya komposisi biodiesel minyak goreng bekas. Komposisi campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak goreng bekas yang memberikan sifat optimal diperoleh pada komposisi campuran minyak jarak 40 % : minyak goreng bekas 60 %. Karakteristik yang dihasilkan diantaranya nilai densitas sebesar 872,58 kg/m³, viskositas sebesar 9,0 cSt, dan flash point sebesar 187,53 °C. Nilai kalor yang dihasilkan sebesar 9205,1818 kal/g. Karakteristik biodiesel yang memenuhi standar yang ditetapkan SNI 1782-2015.

Kata Kunci : Biodiesel, Transesterifikasi, Densitas, Viskositas, Flash Point dan Nilai Kalor

1. Pendahuluan

Minyak bumi merupakan sumber energi utama dan sumber devisa bagi negara. Indonesia merupakan termasuk negara yang akan menjadi *imported* minyak mentah jika upaya penghematan energi dan tidak dilakukannya upaya untuk mengembangkan bahan bakar alternatif. Energi masing-masing memiliki keterbatasan, misalkan energi panas berpengaruh dengan cuaca yang tidak menentu, energi angin akan menemui ketidak-samaan kecepatan angin yang dihasilkan sebagai fungsi waktu dan tempat (Suhartanta, dkk, 2008).

Biodiesel merupakan suatu energi pengganti yang berasal dari sumber yang

dapat diperbaharui, yaitu minyak nabati dan hewani. Biodiesel dibuat secara kimiawi dengan cara mencampurkan minyak nabati atau hewani dengan methanol atau ethanol dan katalis asam. Biodiesel merupakan bahan bakar ramah lingkungan dibandingkan dengan bahan bakar minyak. Oleh karena itu penggantian biodiesel pada bahan bakar minyak akan menurunkan gas CO₂ di atmosfer secara signifikan (Suhartanta, dkk, 2008).

Mesin diesel adalah mesin yang menggunakan bahan bakar solar sebagai bahan bakarnya, minyak solar banyak digunakan sebagai penggerak

pembangkit tenaga mesin. Dengan diperkenalkannya biodiesel sebagai bahan bakar alternatif maka penelitian tentang biodiesel pada mesin diesel mulai banyak dilakukan.

Minyak nabati merupakan senyawa organik yang didapat pada alam tidak dapat larut dalam air, tetapi dapat larut menggunakan pelarut non polar seperti senyawa hidrokarbon atau dietil ester, minyak nabati memiliki komposisi utama senyawa gliserida dan asam lemak dengan rantai C yang panjang dan tidak bercabang. Minyak nabati juga memiliki kandungan 99%-98% trigliserida yaitu molekul asam lemak yang terikat pada gliserol. Asam lemak yang terkandung pada minyak nabati yang umum ditemukan adalah palmitat, oleat, dan linoleat bahkan senyawa belerang juga dapat terkandung dalam minyak nabati walaupun hanya sedikit jumlahnya (Saputra, dkk, 2017).

Minyak jarak merupakan cairan bening berwarna kuning dan berbau khas, minyak jarak tidak dapat keruh meskipun disimpan dalam jangka waktu yang lama. Komposisi asam lemak penyusun trigliserida yang tergantung dalam minyak jarak meliputi *Asam Oleat* 35-64%, *Asam Linoleat* 19-42%, *Asam Linolenat* 2-4%, *Asam Palminat* 12-17%, *Asam stearat* 2-10%. Sifat fisik yang ada dalam minyak jarak yaitu: titik nyala, berat jenis, viskositas dan kandungan air (Hambali, dkk, 2007).

Minyak goreng bekas dipanaskan pada temperatur 60°C pada kondisi udara terbuka, hasil penelitian menunjukkan temperatur optimal minyak goreng bekas terjadi pada temperatur 60°C. Hasil ini sesuai dengan standar biodiesel dari SNI yakni viskositas dan densitas yang disyaratkan SNI yaitu sebesar 2,6-6,0 mm²/s dan 0,85-0,89 g/cm³ (Lesbani, dkk, 2013).

Dalam penelitian ini bahan baku yang digunakan adalah minyak jarak dan minyak goreng bekas. Metode yang digunakan adalah variasi komposisi campuran minyak jarak dan minyak goreng bekas yaitu 100, 10/90, 20/80, 30/70, 40/60, 50/50, 60/40, 70/30, 80/20, 90 / 10, dan 100% pada 120 ° C selama 30 menit. Parameter yang diuji meliputi

densitas, *flash point*, viskositas menggunakan kerucut viskometer putar digital / pelat 8S, dan uji kalor menggunakan alat bom kalorimeter (Saputra, 2017).

2. Metodologi Penelitian

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini, diantaranya : Minyak jarak pagar (*Jathropa Oil*) yang diperoleh dari toko kimia TEKUN JAYA Yogyakarta, Minyak Goreng Bekas yang didapat dari penjual minyak goreng bekas Kota Yogyakarta, Katalis basa homogen KOH (*Kalium Hidroksida*), Metanol.

Metode

Penelitian ini meliputi beberapa proses antara lain :

Proses Transesterifikasi

Transesterifikasi dilakukan pada alat pemanas yang dilengkapi pengaduk dengan kapasitas ± 9 liter. Sebanyak 7 liter masing-masing minyak jarak dan minyak goreng bekas direaksikan dengan katalis KOH yang telah dilarutkan dengan metanol, katalis yang digunakan sebanyak 10 gram untuk tiap liter minyak dan metanol sebanyak 150 ml untuk tiap liter minyak, dipanaskan dan diaduk dalam alat pemanas sampai suhu yang 60 °C selama 60 menit. Pengaturan suhu reaksi dilakukan dengan alat *thermocouple*, lama waktu diukur menggunakan *stopwatch*.

Proses Settling

Setelah proses transesterifikasi selesai, didapatlah campuran antara biodiesel dengan gliserol kemudian biodiesel diendapkan selama ±8 jam agar terjadi pemisahan antara biodiesel dan gliserol.

Proses Washing

Washing merupakan pencucian minyak menggunakan air yang telah dipanaskan dengan temperatur didih diatas metanol (>65°C), proses ini berguna untuk menghilangkan kontaminan yang masih ada dalam biodiesel.

Karakteristik	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

Proses Drying

Proses *drying* dilakukan dengan memanaskan minyak pada suhu 100°C selama 10 menit, proses ini berguna untuk menghilangkan sisa kandungan air yang ada setelah proses *washing*.

Proses Pencampuran

Setelah proses *drying* selesai maka didapatkan biodiesel jarak dan biodiesel kedelai, kemudian biodiesel jarak dan biodiesel minyak goreng bekas dicampurkan sesuai variasi yang telah ditentukan yaitu dengan variasi komposisi campuran 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50, 40:60, 30:70, 20:80, 10:90, 0:100 (%). Pada temperatur suhu 60°C serta diaduk selama 60 menit.

Pengujian Karakteristik Campuran

Setelah proses pencampuran selesai selanjutnya dilakukan pengujian karakteristik pencampuran biodiesel jarak dan minyak goreng bekas. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian viskositas, densitas, *flash point* dan nilai kalor.

3. Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Bahan Baku Minyak

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak jarak dan minyak goreng bekas. Minyak jarak dan minyak goreng bekas memiliki beberapa karakteristik seperti densitas, viskositas, *flash point* dan nilai kalor yang dapat dilihat pada tabel 1 berikut :

Tabel 1 Karakteristik Bahan Baku
 Dari tabel diatas 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.

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 2 dan 3.

Tabel 2 Kandungan Asam Lemak Minyak

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 3 Kandungan Asam Lemak Mimyak

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 2 dan 3 diatas 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%.

Karakteristik Biodiesel Jarak dan Biodiesel Minyak Goreng Bekas

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan karakteristik biodiesel jarak dan biodiesel minyak goreng bekas yang dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4 Karakteristik Biodiesel

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

Pada tabel 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/m³ sudah memenuhi nilai standar SNI7182-2015 yakni antara 850-890 kg/m³, 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 nilai standar SNI 7182-2015.

Karakteristik Campuran Biodiesel Jarak dan Biodiesel Minyak Goreng Bekas

Tiap variasi campuran biodiesel memiliki karakteristik masing-masing yang meliputi densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor.

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 5, dan Gambar 1.

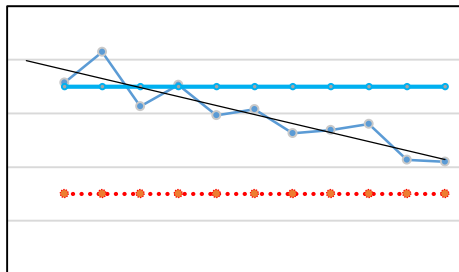
Biodiesel campuran minyak jarak dan minyak goreng bekas pada komposisi 40:60 (%) yang dimana memiliki massa = 43,6 g dan volume = 50 ml. Dengan menggunakan persamaan 2.1 maka diperoleh perhitungan sebagai berikut :

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

Densitas yang dihasilkan dari biodiesel minyak jarak dan minyak goreng bekas pada komposisi 40:60 (%) yaitu 850 kg/m³.

Tabel 5 Hasil Pengujian Densitas

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



Gambar 1 Grafik Densitas Biodiesel

Tabel 5 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan densitas pada setiap variasi campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak goreng bekas dan pada grafik 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 kg/m³) dari pada biodiesel minyak jarak (891,47 kg/m³), 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 kg/m³ – 890 kg/m³, terdapat beberapa variasi campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel yang memenuhi standar SNI yaitu variasi BJ/BMGB 82 (882,67 kg/m³),

BJ/BMGB 64 (879,34 kg/m³), BJ/BMGB 55 (881,55 kg/m³), BJ/BMGB 46 (872,58 kg/m³), BJ/BMGB 37 (873,76 kg/m³), BJ/BMGB 28 (876,01 kg/m³), BJ/BMGB 19 (862,69 kg/m³), sedangkan pada variasi campuran BJ/BMGB 91 (902,89 kg/m³), BJ/BMGB 73 (890,68 kg/m³) belum memenuhi standar SNI 7182-2015 karena nilai densitasnya masih berada diluar batas maksimal standar tersebut.

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 6 dan gambar 2

Dalam biodiesel terdapat campuran minyak jarak dan minyak goreng bekas dengan komposisi 40:60 (%) yang memiliki hasil viskositas dinamik sebesar 7,8 mPa.s dan densitas sebesar 872 kg/m³, sehingga menghasilkan perhitungan dari persamaan 2.2 sebagai berikut :

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

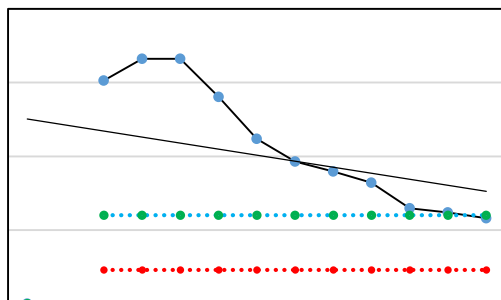
$$v = \frac{7,8 \text{ (Mpa.s)}}{872} = 0,0009 \times 1000 = 9,9 \text{ cSt}$$

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

Tabel 6 Hasil Pengujian Viskositas

No	Nama sampel	Viskositas kinematik
1	BJ	15,1
2	BJMGB 91	16,6
3	BJMGB 82	16,6
4	BJMGB 73	14,0
5	BJMGB 64	11,2
6	BJMGB 55	9,6

7	BJMGB 46	9,0
8	BJMGB 37	8,2
9	BJMGB 28	6,5
10	BJMGB 19	6,2
11	BMGB	5,8



Gambar 2 Grafik Viskositas Biodiesel

Tabel 6 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan viskositas pada setiap campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak goreng bekas dan grafik 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.

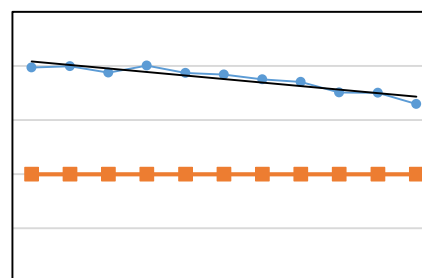
Standar SNI 7182-2015 untuk viskositas biodiesel sebesar 2,3 – 6,0 cSt, variasi campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak goreng bekas yang memenuhi standar tersebut yaitu pada variasi BMGB (5,8 cSt), sedangkan variasi campuran yang lain masih belum memenuhi standar SNI karena nilai viskositasnya masih diluar batas maksimal standar SNI.

Flash Point Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Biodiesel Minyak Goreng Bekas

Setiap bahan variasi campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak goreng bekas memiliki nilai *flash point* yang berbeda-beda, dapat dilihat pada tabel 7. Grafik perbandingan nilai *flash point* campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak goreng bekas dapat dilihat pada gambar 7.

Tabel 7 Flash Point Campuran Biodiesel

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



Gambar 3 Grafik Flash Point Biodiesel

Tabel 7 menunjukkan bahwa adanya perbedaan *flash point* setiap variasi campuran pada biodiesel minyak jarak dan minyak goreng bekas dan pada grafik 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,

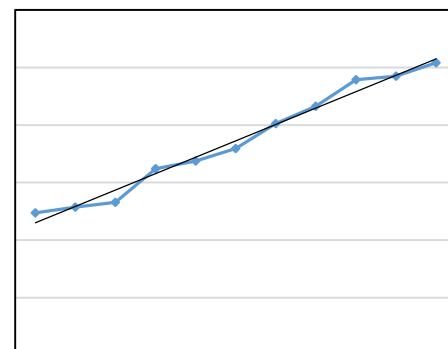
dimana semakin sedikit biodiesel minyak jarak pada campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak goreng bekas maka temperaturnya akan semakin menurun. Biodiesel minyak goreng bekas sangat memiliki nilai *flash point* lebih rendah (164,90 °C) dibandingkan dengan biodiesel minyak jarak (198,50 °C), 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 nyalnya.

Nilai Kalor Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Biodiesel Minyak Goreng Bekas

Nilai kalor 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 8 dan gambar 4.

Tabel 8 Hasil Pengujian Nilai Kalor

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 Grafik Nilai Kalor Biodiesel

Tabel 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.

4. Kesimpulan

1. Nilai densitas campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak goreng bekas yang memenuhi standar SNI 7182-2015 (850 - 890 kg/m³), adalah pada komposisi campuran BJ (891,47 kg/m³), BJ/BMGB 82 (882,67 kg/m³), BJ/BMGB 73 (890,68 kg/m³), BJ/BMGB 64 (879,34 kg/m³), BJ/BMGB 55 (881,55 kg/m³), BJ/BMGB 46 (872,58 kg/m³), BJ/BMGB 37 (873,76 kg/m³), BJ/BMGB 28 (876,01 kg/m³), BJ/BMGB 19 (862,69 kg/m³), BMGB (861,99 kg/m³). Nilai densitas tertinggi diperoleh pada komposisi campuran BJ/BMGB 91 (902,89 kg/m³), nilai densitas terendah diperoleh pada variasi BMGB (861,99 kg/m³), sedangkan nilai densitas campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak goreng bekas yang tidak memenuhi nilai standar SNI adalah pada komposisi campuran BJ/BMGB 91 (902,89 kg/m³).
2. Nilai viskositas biodiesel campuran yang memenuhi standar SNI 7182-2015 (2,3 - 6,0 cSt), yaitu pada variasi campuran BMGB (5,8 cSt), sedangkan untuk variasi campuran lainnya tidak memenuhi standar SNI.
3. Nilai *flash point* variasi campuran biodiesel pada penelitian ini seluruhnya memenuhi standar SNI 7182-2015 (>100 °C).
4. Nilai kalor yang dihasilkan pada variasi campuran biodiesel mengalami peningkatan seiring bertambahnya komposisi biodiesel minyak goreng bekas. Biodiesel minyak jarak memiliki nilai kalor 8894,3785 kal/g, setelah mengalami pencampuran dengan minyak goreng bekas nilai kalornya mengalami kenaikan pada variasi BMGB (9416,8450 kal/g).

Transesterifikasi Minyak Jelantah Dengan Katalis Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) Hasil Dekomposisi.

Andi Tri Saputra, M. Arief Wicaksono, Irsan, 2017. Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas Untuk Pembuatan Biodiesel Menggunakan Katalis Zeolit Alat Teraktivasi.

Anjarsari, L. A., Surtono, A. & Supriyanto, A. 2015. Desain dan Realisasi Alat Ukur Massa Jenis Zat Cair Berdasarkan Hukum Archimedes Menggunakan Sensor Fotodioda. Bandar Lampung. Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika. Vol. 3, No. 2.

Hambali, E., Mujdalipah, S., Halomoan, A., Tambun, H. Pattiwir, W.A. dan Hendroko, R. 2007. Teknologi Bioenergi. Jakarta: Agromedia Pustaka.

Hanif, H., 2012. Analisis Sifat Fisik Dan Kimia Biodiesel Dari Minyak Jelantah Sebagai Bahan Bakar Alternatif Motor Diesel. *JURNAL TEKNIK MESIN*, 6(2), pp.92-96.

Kholidah, N. 2014. "Pengaruh Perbandingan Campuran Bioetanol dan Gasoline Terhadap Karakteristik Gasohol dan Kinerja Mesin Kendaraan". Disertai. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.

Suhartanta, dkk, 2008. Pemanfaatan Minyak Jarak Pagar Sebagai Bahan Bakar Alternatif Mesin Diesel.

Tazora. Z. 2011. Peningkatan Mutu Biodiesel Dari Minyak Biji Karet Melalui Pencampuran Dengan Biodiesel Dari Minyak Jarak Pagar. Bogor: Tesis Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.

Daftar Pustaka

Aldes Lesbani, Risma Kurniawati M, Rasfidian Mohadi, 2013. Produksi Biodiesel Melalui Reaksi