

PENGARUH KOMPOSISI MINYAK TERHADAP SIFAT CAMPURAN MINYAK KEDELAI DAN MINYAK JARAK DENGAN TEMPERATUR PEMANASAN 80°C

Bayu Setyono^a, Dr. Wahyudi, S.,T. M.T.^b, Novi Caroko, S.T., M.Eng.^c

^a Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
 Jl. Brawijaya, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183, Indonesia
 +62 274 387656
 g-mail: bayusetyono08@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, novicaroko@gmail.com.^b

Intisari

Kebutuhan energi pada bahan bakar fosil seiring berjalannya waktu semakin meningkat pesat. Bahan bakar fosil memiliki kelemahan yaitu sifatnya yang tidak dapat diperbaharui, sehingga dengan memanfaatkan potensi bahan bakar alternatif merupakan salah satu solusi untuk mengurangi konsumsi bahan bakar fosil. Bahan bakar alternatif yang sedang dikembangkan saat ini adalah minyak nabati (biofuel). Namun, minyak nabati memiliki kekurangan, diantaranya viskositas yang tinggi dan nilai kalor yang rendah. Pencampuran minyak nabati merupakan salah satu hal untuk memperbaiki karakteristik asam lemaknya. Bahan baku minyak nabati yang berpotensi sebagai bahan bakar diantaranya minyak kedelai dan minyak jarak. Penelitian campuran minyak kedelai dan minyak jarak dilakukan dengan variasi komposisi dan variasi waktu pencampuran. Perbandingan komposisi variasi campuran yang dilakukan adalah 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50, 40:60, 30:70, 20:80, 10:90 dan 0:100 (%). Lama pemanasan pencampuran dilakukan selama 30 menit dan tambahan 60 serta 90 menit khusus campuran 50:50 (%) untuk penelitian variasi waktu. Berdasarkan hasil penelitian sifat fisis, campuran minyak kedelai dan minyak jarak dengan berbagai variasi komposisi dan variasi waktu pencampuran disertai pemanasan mempengaruhi sifat asam lemak. Semakin banyak komposisi campuran minyak jarak pada minyak kedelai, maka dapat mempengaruhi kandungan asam lemaknya, sehingga nilai densitas, viskositas, flash point meningkat dan nilai kalor turun. Semakin lama waktu pencampuran disertai pemanasan, maka dapat mempengaruhi kandungan asam lemaknya dan memicu terjadinya oksidasi yang menyebabkan densitas, viskositas, flash point meningkat dan nilai kalor turun.

Kata Kunci : Bahan bakar, minyak kedelai, minyak jarak

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi pada bahan bakar fosil seiring berjalannya waktu semakin meningkat pesat. Cadangan dan produksi bahan bakar minyak bumi (fosil) di Indonesia mengalami penurunan 10% setiap tahunnya, sedangkan tingkat konsumsi minyak rata-rata naik 6% pertahun. Permasalahan yang terjadi di Indonesia saat ini yaitu produksi bahan

bakar minyak bumi tidak dapat mengimbangi besarnya konsumsi bahan bakar minyak, sehingga Indonesia melakukan impor minyak untuk memenuhi kebutuhan energi bahan bakar minyak setiap harinya. Hal ini dikarenakan tidak adanya perkembangan produksi pada kilang

minyak dan tidak ditemukannya sumur minyak baru (Kuncahyo dkk, 2013).

Bahan bakar fosil bakar yang berasal dari pelapukan sisa makhluk hidup yang membentuk minyak bumi, gas alam, dan batu bara. Bahan bakar fosil memiliki kelemahan yaitu sifatnya yang tidak dapat diperbaharui sehingga memunculkan berbagai inovasi olahan bahan bakar alternatif untuk mengurangi konsumsi terhadap bahan bakar fosil. Bahan bakar alternatif yang sedang dikembangkan saat ini adalah bahan bakar nabati (*biofuel*). Bahan bakar nabati (*biofuel*) adalah bahan bakar yang berasal dari tanam-tanaman (nabati) yang dapat diperbaharui (*renewable*). Bahan bakar nabati merupakan sumber energi yang dapat digunakan sebagai alternatif maupun sebagai pengganti bahan bakar fosil. Bahan bakar nabati yang sudah dikembangkan sebagai alternatif mengurangi konsumsi bahan bakar fosil adalah jenis bahan bakar biodiesel dan bioethanol (Sulistiyono, 2013).

Pembuatan biodiesel dari minyak nabati dilakukan dengan mengkonversi trigliserida (komponen utama minyak nabati) menjadi metil ester asam lemak, dengan memanfaatkan katalis pada proses metanolisis/esterifikasi. Biodiesel sebagai bahan bakar alternatif harus segera direalisasikan untuk menutupi kekurangan terhadap kebutuhan BBM fosil yang semakin meningkat. Biodiesel dapat dibuat dari bermacam sumber, seperti minyak nabati, lemak hewani dan sisa dari minyak atau lemak (misalnya sisa minyak penggorengan). Biodiesel memiliki beberapa kelebihan dibanding bahan bakar diesel petroleum. Kelebihan tersebut antara lain: merupakan bahan bakar yang tidak beracun dan dapat dibiodegradasi, mempunyai bilangan setana yang tinggi, mengurangi emisi karbon monoksida, hidro- karbon dan NO_x, dan terdapat dalam fase cair (Suhartanta dkk, 2008).

Kedelai (*Glycine max L*) merupakan sumber protein dan dapat menghasilkan minyak bermutu tinggi. Minyak kedelai mempunyai kelebihan yang khas dibandingkan dengan jenis minyak nabati lain. Kandungan asam linoleat minyak

kedelai mencapai 64%, paling tinggi diantara minyak sumber asam lemak tak jenuh lainnya seperti minyak jagung, minyak biji kapas dan minyak kacang tanah. Asam lemak ini merupakan asam lemak tak jenuh ganda yang paling potensial mencegah hiperkolesterol. Minyak kedelai mengandung lebih kurang 85% asam lemak tidak jenuh. Asam lemak tidak jenuh lebih mudah diabsorpsi usus dan lebih mudah dicerna dari pada asam lemak jenuh. Nilai cerna asam lemak tidak jenuh dalam tubuh mencapai 94%. Disamping itu asam lemak tak jenuh juga dapat mencegah atau mengurangi gejala atherosclerosis (Gunawan dkk, 2003).

Tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas L.*) sejak lama dikenal sebagai tanaman konservasi karena sifatnya yang sangat toleran terhadap jenis tanah dan iklim. Tanaman ini terutama memberikan nilai ekonomis, karena bijinya menghasilkan minyak sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Selain itu, hampir seluruh bagian tanaman dari tanaman jarak pagar dapat dimanfaatkan : kayu dan dahan untuk bahan bakar, tempurung biji untuk arang aktif, getah dan daun untuk biopestisida, kayu tua untuk pulp kertas, papan serat dan serat kulit buah untuk kompos. Selain itu, dari limbah proses pembuatan biodiesel akan dihasilkan bungkil untuk makanan ternak, biopestisida serta gliserin untuk bahan kimia dan kosmetika. Pada areal tanaman yang luas, produksi nektarnya dapat diekplorasi untuk produksi lebah madu. Dampaknya pada industri hilir yaitu memicu tumbuhnya industri rakyat seperti sabun cuci, pupuk, biopestisida, gliserin, pulp kertas, papan serat dan lain-lain (Sudradjat dkk, 2003).

2. Metodologi Penelitian

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak kedelai dan minyak jarak. Minyak jarak dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



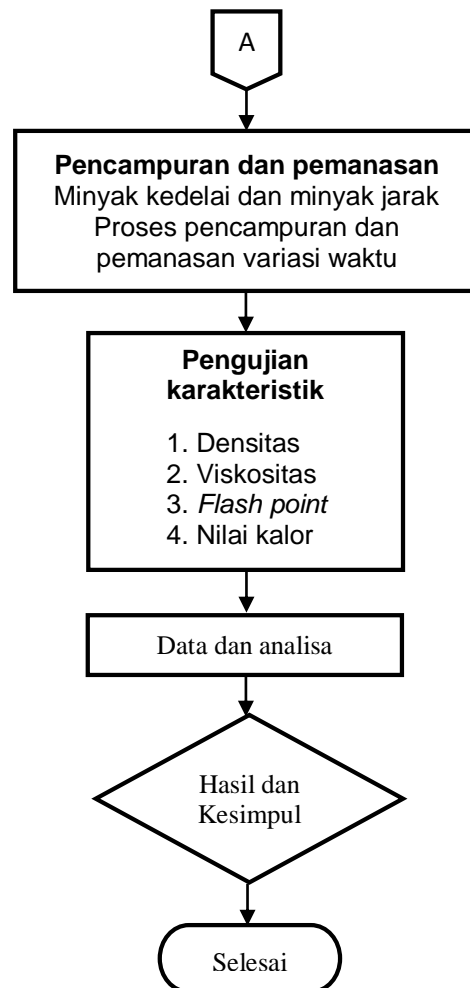
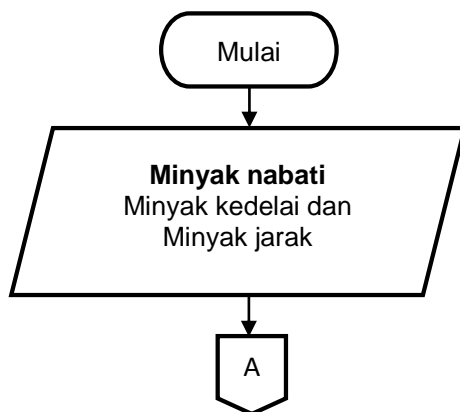
Gambar 1. Minyak jarak
Berikut adalah minyak kedelai , dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Minyak kedelai

Diagram Alir Penelitian

Diagram alir digunakan untuk mempermudah melakukan pengujian pada penelitian ini.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

Tahapan penelitian

Tahapan penelitian diawali dengan proses pencampuran dan pemanasan minyak, dengan menggunakan alat dan bahan penelitian. Selanjutnya menambahkan perbandingan campuran variasi minyak kedelai dan minyak jarak, kemudian bahan baku dicampur dengan komposisi campuran dimasukkan ke dalam gelas (gelas beker) dengan mengatur kecepatan putar pengaduk dan suhu dan temperatur lama waktu pencampuran bahan. Pada gambar 4. Alat pemanas dan pengaduk minyak.



Gambar 4. Alat pemanas dan pengaduk minyak



Gambar 6. Alat uji *flash point*

Tahap selanjutnya menggunakan alat uji viskometer untuk mendapatkan nilai viskositas, pada minyak tersebut. Kemudian untuk mendapatkam nilai densitas alat uji yang digunakan yaitu neraca digital. Adapun untuk mendapatkan nilai kalor menggunakan alat uji *Flash point*, serta nilai kalor menggunakan alat *Boom calorimeter* dapat di lihat pada Gambar 5,6 dan 7.



Gambar 5. Alat uji viscometer



Gambar 7. Alat uji nilai kalor *boom calorimeter*

3. Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Bahan Baku Minyak

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini diantaranya yaitu minyak kedelai dan minyak jarak. Kedua minyak tersebut memiliki beberapa karakteristik seperti densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor. Pada Tabel 1. didapat hasil pengujian karakteristik bahan baku minyak nabati.

Tabel 1. Karakteristik bahan baku minyak

No	Parameter	Nilai	
		Minyak kedelai	Minyak jarak
1	Densitas	890,517	925,336
2	Viskositas	31,4	195,6
3	Flash Point	262	301
4	Nilai Kalor	9367,42	8874,20

Asam lemak jenuh adalah asam lemak yang semua asam lemaknya memiliki satu ikatan atom karbon, pada rantai karbonnya berupa ikatan tunggal. Sedangkan asam lemak tidak jenuh merupakan yang setidaknya memiliki satu ikatan ganda pada rantai karbonnya. Berdasarkan hasil pengujian asam lemak jenuh dan tidak jenuh yang dilakukan di laboratorium praktikum di LPPT UGM. Kandungan asam lemak jenuh dan tak jenuh dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Asam lemak jenuh dan tidak jenuh minyak kedelai

Kode Sampel	No	Deskripsi	Konsentrasi (% Relatif)
	1	<i>M Butyrate</i>	1,64
	2	<i>M Palmitate</i>	9,83
	3	<i>M Palmitoleate</i>	0,09
	4	<i>M Heptadecanoate</i>	0,34
	5	<i>Cis 10-Heptadecenoic acid Methyl Ester</i>	0,21

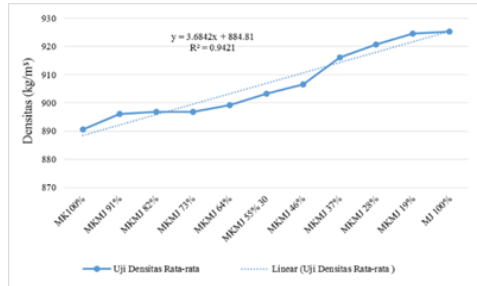
Minyak	6	<i>M Octadecanoate</i>	3,18
	Kedelai	7	<i>Cis-9-Oleic Methyl ester</i>
8		<i>M Linoleate</i>	49,75
	9	<i>Gamma-Linolenic acid methyl ester</i>	1,09
	10	<i>Methyl cis-11-eicosenoate</i>	0,45
	11	<i>M Linoleate</i>	5,54
	12	<i>M Docosanoate</i>	2,74
	13	<i>M Cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenoate</i>	0,95

Tabel 3. Asam lemak jenuh dan tidak jenuh minyak jarak

Kode Sampel	No	Deskripsi	Konsentrasi (% Relatif)
Minyak jarak	1	<i>M Palmitate</i>	8,73
	2	<i>Trans-9-Elaidic acid Methyl ester</i>	13,68
		<i>Linolelaidic Acid Methyl Ester</i>	31,66
	4	<i>M Linoleate</i>	41,59
	5	<i>M Linolenate</i>	4,34

Densitas Campuran Minyak Nabati

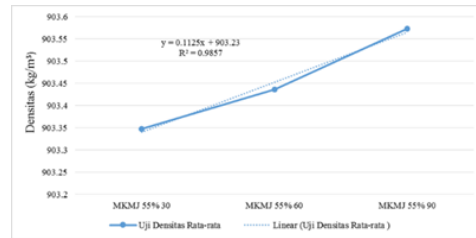
Densitas merupakan perbandingan massa terhadap volume, semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Hasil pengujian densitas dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9.



Gambar 8. Grafik pengujian densitas pada suhu 80°C dan waktu 30 menit

Grafik pengujian densitas variasi campuran meningkat dari 890,517 kg/m³ menjadi 925,336 kg/m³. Densitas campuran minyak kedelai dan minyak jarak semakin meningkat seiring dengan semakin banyaknya presentase minyak jarak, hal ini disebabkan karena minyak jarak memiliki densitas yang lebih tinggi dari densitas minyak kedelai, sehingga semakin banyak campuran minyak jarak maka densitasnya akan semakin tinggi.

Perbedaan hasil pengujian densitas disebabkan oleh asam lemak yang dikandung, densitas akan meningkat seiring dengan peningkatan jumlah ikatan rangkap pada asam lemak tak jenuh. Semakin tak jenuh asam lemak minyak yang digunakan maka densitas minyak tersebut akan semakin tinggi (Tazora, 2011). Pernyataan Tazora sesuai dengan penelitian yang dilakukan, jumlah kandungan asam lemak tak jenuh minyak jarak lebih besar dibandingkan asam lemak tak jenuh minyak kedelai, sehingga minyak jarak memiliki densitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan minyak kedelai.



Gambar 9. Grafik pengujian densitas pada suhu 80°C dan waktu 30, 60 dan 90 menit.

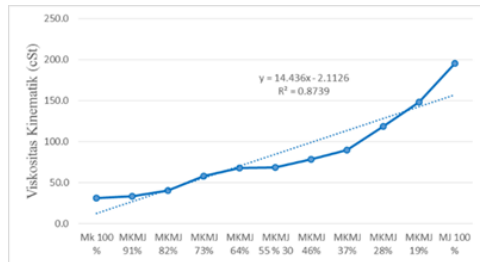
Grafik hasil pengujian densitas yang dilakukan pada variasi MK50MJ50 dengan perbandingan waktu 30 menit, 60 menit dan 90 menit didapatkan hasil yang cenderung naik dari 903,348 kg/m³ menjadi 903,573 kg/m³. Hal ini bisa disebabkan selama proses pemanasan, semakin lama minyak dipanaskan kandungan rantai karbon pada campuran minyak kedelai dan minyak jarak meningkat. Seiring lama proses pemanasan maka kandungan densitas akan mengalami peningkatan.

Viskositas Campuran Minyak Nabati

Viskositas adalah ukuran yang menyatakan kekentalan suatu bahan cair untuk mengalir atau ukuran besarnya tahanan geser dari bahan cair. Makin tinggi viskositas minyak akan makin kental dan lebih sulit mengalir, demikian sebaliknya. Viskositas bahan bakar minyak sangat penting artinya, terutama bagi mesin-mesin diesel maupun ketel uap, karena viskositas minyak sangat berkaitan dengan suplay konsumsi bahan bakar kedalam ruang bakar dan juga sangat berpengaruh terhadap kesempurnaan proses pengkabutan (*atomizing*) bahan bakar melalui injector (Mirmanto, 2009).

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap komposisi campuran minyak kedelai dan minyak jarak, diperoleh hasil viskositas kinematik. Viskositas bisa diukur melalui dua bentuk yakni viskositas dinamik dan viskositas kinematik. Berdasarkan pengujian viskositas yang dilakukan dari proses variasi pencampuran minyak kedelai dan

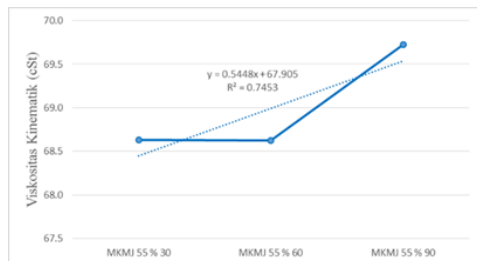
minyak jarak, yang dapat dilihat pada Gambar 10 dan 11.



Gambar 10. Grafik pengujian viskositas kinematik 80°C waktu 30 menit

Grafik hasil pengujian viskositas kinematik menunjukkan peningkatan seiring dengan semakin banyaknya campuran minyak jarak yaitu 31,4 – 195,6 cSt. Viskositas campuran minyak kedelai dan minyak jarak meningkat seiring dengan semakin banyak penambahan campuran minyak jarak. Hal ini disebabkan karena minyak jarak memiliki viskositas yang lebih tinggi dibandingkan dengan minyak kedelai, semakin banyak campuran minyak jarak maka viskositasnya akan semakin tinggi

Viskositas kinematik dari 11 sampel tersebut tidak berbeda nyata. (Sabinazan dkk, 2012) semakin tinggi tingkat kejenuhan minyak, dan semakin panjang pula rantai karbonnya, akan semakin tinggi hasil viskositas biodiesel tersebut. Berdasarkan teori yang di peroleh, seharusnya minyak jarak memiliki kandungan viskositas yang lebih tinggi dibandingkan minyak kedelai.



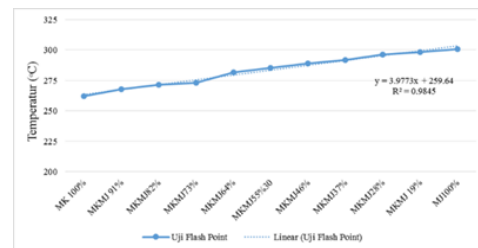
Gambar 11. Grafik pengujian viskositas kinematik variasi waktu 30, 60 dan 90 menit

Grafik hasil pengujian viskositas yang dilakukan pada variasi MK50MJ50

dengan perbandingan waktu 30 menit, 60 menit dan 90 menit didapatkan hasil yang cenderung naik dari 68,6 cSt menjadi 69,7 cSt. Hal ini terjadi disebabkan selama pemanasan, semakin lama minyak dipanaskan kandungan rantai karbon pada campuran minyak kedelai dan minyak jarak meningkat. Seiring lama proses pemanasan kandungan viskositas akan mengalami peningkatan.

Flash Point Campuran Minyak Nabati

Flash point adalah titik nyala dari bahan bakar yang mudah menguap ketika suhu terendah, dimana uap minyak terkena percikan api diudara bebas. Hasil pengujian flash point dari komposisi campuran minyak kedelai dan minyak jarak dapat di lihat pada Gambar 12 dan 13.

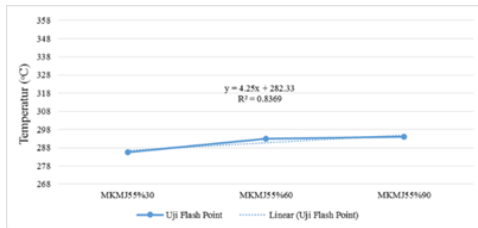


Gambar 12. Grafik pengujian flash point pada suhu 80°C dan waktu 30 menit

Grafik hasil pengujian yang telah dilakukan pada pengujian flash point minyak kedelai dan minyak jarak. Dari 11 sampel yang telah diuji didapatkan hasil yang mengalami kenaikan seiring bertambahnya komposisi campuran minyak jarak, dari hasil pengujian minyak jarak memiliki flash point sebesar 301°C sedangkan minyak kedelai hanya sebesar 262°C semakin bertambahnya campuran minyak jarak maka akan semakin tinggi pula hasil uji flash point.

Menurut Tazi (2011), jika viskositas terlalu tinggi maka bahan bakar akan sulit dalam pemompaan dan pengkabutan. Viskositas akan mempengaruhi proses pengkabutan yaitu semakin rendah viskositasnya maka bahan bakar akan lebih mudah dikabutkan. Jika bahan bakar mudah dikabutkan maka bahan

bakar akan lebih mudah dalam penyalaannya, semakin banyak bahan bakar yang terbakar sempurna sehingga temperatur yang dihasilkanpun akan semakin tinggi. Hasil pengujian viskositas didapatkan bahwa minyak jarak memiliki nilai viskositas yang lebih tinggi dibandingkan minyak kedelai, nilai *flash point* minyak jarak lebih tinggi dibandingkan minyak kedelai, semakin banyak campuran minyak jarak *flash point* semakin tinggi.



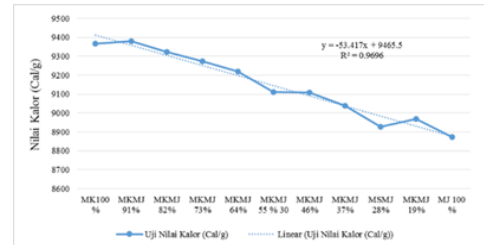
Gambar 13. Grafik pengujian *flash point* pada suhu 80°C dan waktu 30, 60 dan 90 menit

Grafik hasil pengujian flash point yang dilakukan dengan variasi MK50MJ50 dengan perbandingan waktu 30 menit, 60 menit dan 90 menit didapatkan hasil yang cenderung naik dari 285°C menjadi 294°C. Hal ini bisa disebabkan selama proses pemanasan, semakin lama minyak dipanaskan kandungan rantai karbon pada campuran minyak kedelai dan minyak jarak meningkat. Seiring lama proses pemanasan maka kandungan nilai flash point akan mengalami peningkatan.

Nilai Kalor Minyak Nabati

Nilai kalor merupakan angka yang menyatakan jumlah panas / kalori yang diperoleh dari proses pembakaran bahan bakar dengan oksigen. Nilai kalor berkaitan erat dengan densitas. Semakin besar densitas suatu minyak, maka semakin kecil nilai kalornya, begitupula sebaliknya semakin kecil densitasnya maka semakin besar nilai kalornya. Nilai kalor dapat ditentukan dengan melakukan pembakaran dengan oksigen bertekanan pada alat bomb calorimeter. Nilai kalori umumnya dinyatakan dalam satuan kCal/kg atau Btu/lb (Kholidah, 2014).

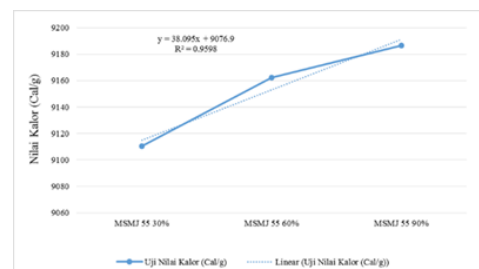
Dari hasil pengujian nilai kalor yang telah dilakukan terhadap komposisi campuran minyak kedelai dan minyak jarak, dapat dilihat pada Gambar 14 dan 15.



Gambar 14. Grafik pengujian nilai kalor pada suhu 80°C dan waktu 30 menit

Grafik hasil pengujian nilai kalor menunjukkan penurunan dari 9367,42 Cal/g menjadi 8874,20 Cal/g. Nilai kalor campuran minyak kedelai dan jarak semakin menurun seiring dengan semakin banyak presentase minyak jarak. Hal ini disebabkan karena minyak kedelai memiliki nilai kalor yang lebih tinggi dibandingkan minyak jarak. Sehingga semakin banyak campuran minyak jarak, maka nilai kalornya akan semakin turun.

Semakin panjang rantai karbon akan mengurangi massa oksigen, sehingga nilai kalor meningkat (Hoekman, 2011). Berdasarkan hasil pengujian asam lemak, didapatkan bahwa minyak kedelai memiliki rantai karbon yang lebih panjang dibandingkan minyak jarak. Maka campuran minyak kedelai dan minyak jarak memiliki nilai kalor yang menurun dengan bertambahnya presentase minyak jarak.



Gambar 15. Pengujian nilai kalor pada suhu 80°C dan waktu 30, 60, 90 menit

Grafik hasil pengujian nilai kalor terhadap variasi waktu 30 menit, 60 menit dan 90 menit dari minyak kedelai dan minyak jarak mengalami kenaikan dari 9110,54 Cal/g menjadi 9186,73 Cal/g. Hal ini bisa terjadi dikarenakan selama pemanasan kandungan rantai karbon pada campuran minyak kedelai dan minyak jarak meningkat, sehingga semakin lama dipanaskan maka nilai kalor akan semakin meningkat (Hoekman, 2011).

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian sifat campuran minyak kedelai dan minyak jarak dengan berbagai variasi komposisi dan variasi waktu dengan parameter pengujian meliputi densitas, viskositas, flash point dan nilai kalor maka diperoleh.

- a. Nilai densitas campuran minyak kedelai dan minyak jarak mengalami kenaikan, seiring bertambah minyak jarak dalam setiap komposisi minyak.
- b. Viskositas dari komposisi campuran minyak kedelai dan minyak jarak mengalami peningkatan, seiring dengan semakin banyak presentase minyak jarak.
- c. Flash point yang dihasilkan pada penelitian ini mengalami kenaikan, seiring bertambahnya komposisi minyak jarak.
- d. Nilai kalor semakin menurun seiring dengan peningkatan komposisi minyak jarak pada setiap variasi campuran.

5. SARAN

Saran yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan membuat campuran minyak kedelai dan minyak jarak menjadi biodiesel. Diharapkan dapat memperbaiki sifat fisik campuran minyak kedelai dan minyak jarak sebagai bahan bakar.
- b. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menghasilkan minyak yang memenuhi standar SNI untuk bahan bakar biodiesel.

DAFTAR PUSTAKA

- Gunawan, Triatno. Mudji., dan Arianti, Rahayu 2003. Analisis Pangan Penentuan Angka Peroksida dan Asam Lemak Bebas Pada Minyak Kedelai Dengan Variasi Menggoreng
- Hoekman, A. B. Curtis, Robbins. Eric Cenicerros, Mani Natarajan, 2011. Review of biodiesel composition, properties, and specifications.
- Kholidah, Nurul, 2014. Pengaruh Perbandingan Campuran Bioetanol dan Gasoline terhadap Karakteristik Gasohol dan Kinerja Mesin Kendaraan Bermotor
- Kuncahyo, Priyohadi., Aguk, Zuhdi., M, Fathallah.,2013. Analisa Prediksi Potensi Bahan Baku Biodiesel Sebagai Suplemen Bahan Bakar Motor Diesel Di Indonesia.
- Mirmanto.,2009. Pembuatan Biodiesel Dari Kelapa Dengan Metode Kering.
- Sudradjat, Hendra A., Iskandar,W., & Setiawan. 2003. Teknologi Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Biji Kelor Tanaman Jarak Pagar, Vol. 4, No 4.
- Suhartanta dan Zainal Arifin, 2008. Pemanfaatan Minyak Jarak Pagar Sebagai Bahan Bakar Alternatif Mesin Diesel. Jurnal Penelitian Saintek.
- Sulistiyono. 2013. Pengurangan Subsidi BBM Fosil Sebagai Momentum Pengembangan Energi Alternatif Jenis Biofuel. Widyaiswara Madya Pusdiklat Migas
- Tazi, I., & Sulistiana. 2011. Kajian Awal Biji Buah Kepayang sebagai Bahan Baku Minyak Nabati Kasar". Jurnal Neutrino Vol. 3, No.2, April 2011.
- Tazora, Z. 2011. Peningkatan Mutu Biodiesel Dari Minyak Biji Karet Melalui Pencampuran Dengan Biodiesel Dari Minyak Jarak Pagar. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.