

# Program Studi Teknik Mesin

## Lembar Persetujuan Naskah Publikasi dan Abstrak Tugas Akhir (TA)

Judul TA: PENGARUH WAKTU DAN TEMPERATUR REAKSI CAMPURAN MINYAK JARAK DAN MINYAK JAGUNG TERHADAP SIFAT BIODIESEL

Judul Naskah Publikasi: PENGARUH WAKTU DAN TEMPERATUR REAKSI CAMPURAN MINYAK JARAK DAN MINYAK JAGUNG TERHADAP SIFAT BIODIESEL

Nama Mahasiswa: Aryo Bayu Sakti Pujakusuma

NIM: 20140130102

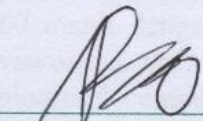
Pembimbing 1: Dr. Wahyudi, S.T., M.T.

Pembimbing 2: Muhammad Nadjib, S.T., M.Eng.

Hal yang dimintakan persetujuan \*:

- |   |  |                                |                                |
|---|--|--------------------------------|--------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Indonesia | <input checked="" type="checkbox"/> Naskah Publikasi | <input type="checkbox"/> ..... | <input type="checkbox"/> ..... |
| <input checked="" type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Inggris   | <input type="checkbox"/> .....                       | <input type="checkbox"/> ..... | <input type="checkbox"/> ..... |

\*beri tanda ✓ di kotak yang sesuai

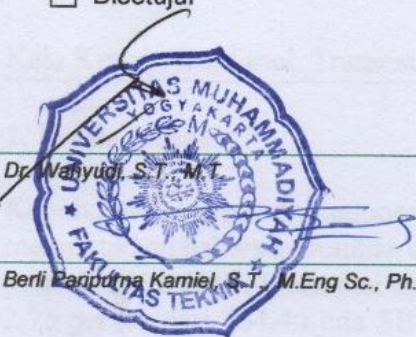


Aryo Bayu Sakti Pujakusuma

17 September 2018

## Persetujuan Dosen Pembimbing dan Program Studi

Disetujui



Dr. Wahyudi, S.T., M.T.

17 September 2018

Berli Pariputna Kamiel, S.T., M.Eng Sc., Ph.D

17 September 2018

Formulir persetujuan ini mohon diletakkan pada lampiran terakhir pada naskah TA.

# PENGARUH WAKTU DAN TEMPERATUR REAKSI CAMPURAN MINYAK JARAK DAN MINYAK JAGUNG TERHADAP SIFAT BIODIESEL

Aryo Bayu Sakti Pujakusuma

Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Email : aryobayu96@gmail.com

---

## Abstrak

Kebutuhan energi di Indonesia terus mengalami peningkatan setiap tahunnya, namun cadangan energi semakin menipis. Biodiesel tergolong bahan bakar alam yang dapat diperbaharui karena bahan bakunya berasal dari bahan alam yang dapat diperbaharui dengan cepat dan tidak membutuhkan waktu yang sangat lama, Oleh karna itu minyak jarak dan minyak jagung berpotensi menjadi energi alternatif pengganti bahan bakar fosil. Proses pembuatan dengan cara Esterifikasi antara asam lemak dan alkohol mempergunakan katalis asam, lalu dilakukan pemisahan gliserin untuk menurunkan viskositas dengan cara reaksi transesterifikasi. Tujuan penelitian ini adalah diperoleh hasil penyelidikan tentang pengaruh waktu dan temperatur pencampuran minyak jarak dan minyak jagung terhadap densitas, *flash point*, nilai kalor dan viskositasnya. Pada prosesnya kedua minyak dicampur dengan variasi temperatur 60°C, 90°C dan 120°C dengan masing-masing divariasikan lagi dengan waktu pemanasan selama 30, 60 serta 90 menit. Setelah itu dilakukan proses Esterifikasi dengan katalis asam mengkonversi FFA menjadi ester alkil dengan waktu reaksi 60 menit dengan suhu 60°C. Esterifikasi umumnya menggunakan katalis asam homogenya seperti asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), lalu dilanjutkan dengan proses transesterifikasi menggunakan katalis basa homogen yaitu (KOH), dengan waktu reaksi 60 menit dengan suhu 60°C. Kemudian hasil dari biodiesel dilakukan pengujian densitas, viskositas, *flash point* dan nilai kalor. Dari data hasil penelitian bisa disimpulkan komposisi biodiesel campuran minyak jarak dan minyak jagung yang sudah memenuhi standar pada sampel 90°C 30 menit, 90°C 60 menit, 90°C 90 menit, 120°C 30 menit, 120°C 60 menit, 120°C 90 menit, dimana karakteristik biodiesel seperti densitas, viskositas, *flash point* dan nilai kalornya sudah sesuai standar SNI 7182 – 2015, sedangkan pada sampel 60°C 30 menit, 60°C 60 menit dan 60°C 90 menit untuk nilai viskositasnya saja yang belum sesuai standar SNI.

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

---

## 1. Pendahuluan

Kebutuhan energi di Indonesia terus mengalami peningkatan. Dari aspek konsumsi menunjukkan bahwa kebutuhan energi Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pada periode 2000-2008, konsumsi energi akhir mengalami peningkatan rata-rata per tahun sebesar 2.73 persen dari 764.40 juta SBM (setara barel minyak) menjadi 945.52 juta SBM. Menurut jenis energi, BBM merupakan konsumsi tertinggi yang diikuti oleh biomasa, gas, listrik dan batubara. Sampai saat ini, industri merupakan sektor yang paling banyak mengkonsumsi energi di Indonesia. Porsinya mencapai 49,4 persen dari total konsumsi energi di Indonesia. (Kementrian

ESDM 2009). Dengan semakin menipisnya cadangan energi fosil yang tersedia saat ini, sementara konsumsi energi terus mengalami peningkatan menjadi ancaman terhadap perkembangan perekonomian Indonesia kedepannya. Oleh karena itu perlu upaya untuk mendorong pemanfaatan penggunaan energi yang efisien diiringi dengan pencarian sumber-sumber energi fosil baru secara intensif dan juga mengembangkan energi alternatif lain yang bersifat renewable resources. (Kementrian ESDM 2009). Untuk itu dibutuhkan bahan bakar alternatif, biodiesel tergolong salah satu bahan bakar yang dapat diperbaharui karena bahan bakunya berasal dari bahan alam, yang dapat diperbaharui dengan cepat dan tidak membutuhkan waktu pembaharuan lama. Biodiesel dapat diperoleh dari minyak tumbuh-tumbuhan, lemak binatang atau minyak bekas melalui proses transesterifikasi dengan alkohol (Dewi, 2014). Biodiesel dapat dibuat dari berbagai sumber bahan baku, misalnya dari minyak nabati yaitu jarak dan jagung, juga lemak dari hewani. Kelebihan biodiesel dibanding bahan bakar solar diantaranya tidak beracun dan bisa diperbaharui. Proses pembuatan biodiesel dari bahan minyak nabati dimulai dengan proses Esterifikasi. Esterifikasi merupakan reaksi antara asam lemak dengan alkohol menggunakan katalis asam. Esterifikasi dengan katalis asam mengkonversi FFA menjadi ester alkil. Esterifikasi umumnya menggunakan katalis asam homogenya seperti asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dan asam klorida (HCl), Tahap esterifikasi biasa diikuti dengan tahap transesterifikasi (Kasim, 2012). Proses transesterifikasi ialah perubahan bentuk dari suatu bentuk ester ke molekul, didalam minyak nabati mengandung 3 ester yang saling berikatan dengan molekul gliserin. Sekitar 20% minyak nabati mengandung gliserin. Gliserin yang menyebabkan kandungan dari minyak nabati semakin kental dan lengket. Dengan adanya proses transesterifikasi, pemisahan gliserin sehingga minyak nabati menjadi lebih encer dan membuat Viskositas

menjadi turun (Mirmanto, 2011). Pembuatan biodiesel dengan proses esterifikasi dan transesterifikasi yang dilakukan oleh Nurochman (2018) melakukan pencampuran, antara minyak jarak dan jagung dengan variasi perbandingan komposisi. Pada salah satu variasi perbandingan komposisi yaitu 50:50 nilai karakteristik densitas, serta Flash point sudah sesuai standar. Penelitian Sinaga dkk (2014) yang melakukan pembuatan biodiesel dan mempelajari pengaruh waktu dan suhu reaksi pada produksi biodiesel dan karakteristiknya. Penelitian dilakukan dengan menggunakan kombinasi tiga level suhu dan tiga level waktu reaksi. Setiap perlakuan dilakukan dengan 3 kali ulangan. Berdasarkan uraian diatas, bahan penelitian yang dipergunakan ialah minyak nabati jarak dan jagung dengan perbandingan campuran 50:50 dengan tiga level suhu dan tiga level waktu reaksi. Metode menggunakan pembuatan dengan cara Esterifikasi antara asam lemak dan alkohol mempergunakan katalis asam. Dilakukan pemisahan gliserin untuk menurunkan viskositas dengan cara reaksi transesterifikasi.

## **1. 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 Jagung (*Corn Oil*) yang didapat dari supermarket Superindo Kota Yogyakarta, Katalis asam homogen ( $H_2SO_4$ ) dan Katalis basa homogen KOH (*Kalium Hidroksida*), Metanol.

### **Metode Penelitian**

Penelitian ini meliputi berbagai proses diantaranya sebagai berikut:

### **Proses Pencampuran**

Minyak jarak dan minyak jagung dicampur dengan cara mensetting pada alat temperatur dan waktu yang diinginkan. Variasi temperatur dan waktu yang digunakan yaitu variasi

temperatur 60°C dan waktu 30 menit, variasi temperatur 60°C dan waktu 60 menit, variasi temperatur 60° C dan waktu 90 menit, variasi temperatur 90°C dan waktu 30 menit, variasi temperatur 90°C dan waktu 60 menit, variasi temperatur 90°C dan waktu 90 menit, variasi temperatur 120°C dan waktu 30 menit, variasi temperatur 120° C dan waktu 60 menit, variasi temperatur 120°C dan waktu 90 menit.

### Esterifikasi

Pada proses esterifikasi minyak jarak dan minyak jagung yang sudah dicampur sesuai variasi, kemudian ditambahkan katalis asam (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) yang sudah dilarutkan dalam metanol, diaduk pada suhu 60 °C selama 60 menit. Setelah minyak dicampurkan, minyak didiamkan selama 8 jam sebelum masuk proses selanjutnya.

### Transesterifikasi

Setelah didiamkan selama 8 jam dilanjutkan proses transesterifikasi, Proses transesterifikasi merupakan proses pembuatan biodiesel dengan mereaksikan katalis KOH yang sudah dilarutkan dalam metanol dengan suhu reaksi 60 °C dalam waktu 60 menit.

### Proses Settling

Setelah proses transesterifikasi selesai, didapatkan 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.

### 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*.

### Pengujian Karakteristik Campuran

Setelah proses drying selesai selanjutnya dilakukan pengujian karakteristik biodiesel campuran minyak jarak dan jagung. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian viskositas, densitas, *flash point* dan nilai kalor.

## 2. Hasil dan Pembahasan

### Karakteristik Bahan Baku Minyak

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

Tabel 1 Karakteristik Bahan Baku

Karakteristik	Minyak Jarak ( <i>jathropa oil</i> )	Minyak Jagung ( <i>corn oil</i> )
Viskositas (40°C) cSt	265,25	27,21
Densitas (40°C) kg/m <sup>3</sup>	930,53	881,93
<i>Flash point</i> (°C)	285	326
Nilai Kalor (Cal/g)	8889,78	9484,17

Dari tabel diatas terlihat minyak jagung memiliki viskositas dan densitas yang lebih rendah dibandingkan dengan minyak jarak, karena itulah minyak kedelai dipilih sebagai bahan baku campuran minyak jarak, agar dapat memberikan perubahan terhadap karakteristik campuran biodiesel.

### Kandungan Asam Lemak Jenuh dan Tak Jenuh

Asam lemak jenuh adalah asam lemak yang semua ikatan atom karbon pada rantai karbonnya berupa ikatan tunggal. Sedangkan asam lemak tidak jenuh adalah asam lemak yang mengandung ikatan rangkap pada rantai karbonnya. Setelah dilakukan di laboratorium pratikum di LPPT – UGM dengan metode kromatografi gas didapatkan kandungan asam lemak jenuh dan tidak jenuh pada minyak jarak dan minyak jagung yang dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 2 Kandungan Asam Lemak Minyak

NO	Parameter uji	Konsentrasi (% relatif)
1	Methyl Butyrate	36,08
2	Methyl Hexanoate	<0,1
3	Cis-9-oleic Methyl Ester	18,83
4	Lenoleaidic Acid Methyl Ester	0,99
5	Methyl Lenoleate	26,80
6	Methyl Cis-11-Eicocenoate	2,62
7	Methyl Palmitate	6,10
8	Methyl Octadecanoate	6,68
9	Methyl Lenolenate	1,42
10	Cis-4-7-10-13-16-19 Docosahexaenoate	0,49

Tabel 3 Kandungan Asam Lemak Minyak

NO	Parameter uji	Konsentrasi (% relatif)
1	Methyl Butyrate	8,85
2	Methyl Palmitate	10,859
3	Methyl Octadecanoate	1,40
4	Cis-9-oleic Methyl Ester	29,64
5	Methyl Lenoleate	47,86
6	Methyl Aracehidate	0,43
7	Methyl Lenolenate	0,72
8	Methyl Docosanoate	0,24

Dari hasil pengujian yang dilakukan di LPPT-UGM dapat dilihat hasil pengujian asam lemak minyak jarak dan minyak kedelai pada tabel 2 dan tabel 3. 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%. Kandungan asam lemak dalam minyak jagung didominasi oleh methyl palmitate sebesar 10,85%, cis-9-oleic methyl ester sebesar 29,64% dan methyl linoleate sebesar 47,86%.

### Karakteristik Biodiesel Jarak dan Biodiesel Kedelai

Dari beberapa pengujian yang telah dilakukan didapat nilai karakteristik dari biodiesel jarak dan biodiesel kedelai yang dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Karakteristik Biodiesel

Karakteristik	Biodiesel Jarak	Biodiesel Jagung
Viskositas (40°C) cSt	16,5	6,6
Densitas (40°C) kg/m <sup>3</sup>	900	820
Flash point (°C)	202,33	174,23
Nilai Kalor (Cal/g)	8905,61	9591,57

Pada tabel 4 bisa dilihat perbandingan antara karakter biodiesel jarak dan jagung. Karakteristik dari biodiesel jarak pada viskositas kinematik yaitu 16,5 cSt, belum memenuhi standar biodiesel SNI 7182-2015 yaitu antara 2,3-6,0 cSt., untuk densitas pada biodiesel jarak yang bernilai 900 kg/m<sup>3</sup> juga belum memenuhi standar SNI 7182-2015 yaitu antara 850-890 kg/m<sup>3</sup>, sedangkan untuk Flash point biodiesel jarak dengan nilai 202,33°C memenuhi standar SNI 7182-2015 yaitu diatas 100°C. Sedangkan untuk karakteristik biodiesel jagung untuk nilai viskositas kinematik (6,6 cSt), nilai densitas (820 kg/m<sup>3</sup>) belum memenuhi standar SNI 7182-2015 dan untuk flash point dengan nilai 174,23 sudah sesuai standar SNI 7182-2015.

### Karakteristik Biodiesel Campuran Minyak Jarak Dan Minyak Jagung

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

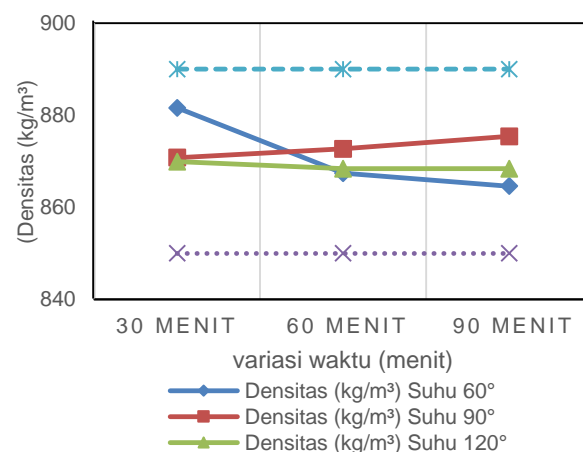
### Densitas Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Jagung

Densitas merupakan pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Setiap variasi pecampuran minyak jarak dan minyak jagung memiliki densitas yang berbeda - beda , dapat dilihat pada tabel 5. Grafik perbandingan densitas

biodiesel campuran minyak jarak dan minyak jagung dapat dilihat pada gambar 1.

Tabel 5 Densitas Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Jagung.

NO	Nama Sampel	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )
1	BjrBjg60°30M	881,6
2	BjrBjg60°60M	867,4
3	BjrBjg60°90M	864,6
4	BjrBjg90°30M	870,8
5	BjrBjg90°60M	872,7
6	BjrBjg90°90M	875,4
7	BjrBjg120°30M	869,9
8	BjrBjg120°60M	868,4
9	BjrBjg120°90M	868,4



Gambar 1 Pengaruh Waktu dan Temperatur Reaksi Terhadap Densitas Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Jagung

Tabel 5 bisa dilihat nilai densitas pada suhu 60°C dan 120°C menunjukkan grafik hasil pengujian densitas yang mengalami penurunan, bila mana semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu pemanasan saat pencampuran, massa jenis biodiesel semakin rendah. Berbanding terbalik dengan densitas pada suhu 90°C yang justru mengalami peningkatan seiring makin lamanya waktu pemanasan. Perbedaan ini bisa saja dipengaruhi oleh keberadaan gliserol yang masih terdapat dalam biodiesel

yang dapat mempengaruhi densitas biodiesel, karena gliserol mempunyai nilai densitas yang cukup tinggi (1,26 g/cm<sup>3</sup>), sehingga jika gliserol tidak terpisah dengan baik dari biodiesel, maka densitas biodieselpun akan meningkat (Sudradjat, 2010).

Faktor lain yang mempengaruhi hasil konversi ialah pada saat proses transesterifikasi kualitas bahan metanol dan NaOH yang digunakan juga berpengaruh terhadap kualitas biodiesel yang dihasilkan juga (Satriana, dkk, 2012). Standar SNI 7182-2015 untuk densitas biodiesel adalah 850 kg/m<sup>3</sup> - 890 kg/m<sup>3</sup>, dari semua sampel yang sudah diuji sudah memenuhi standar dari SNI 04-7182-2015.

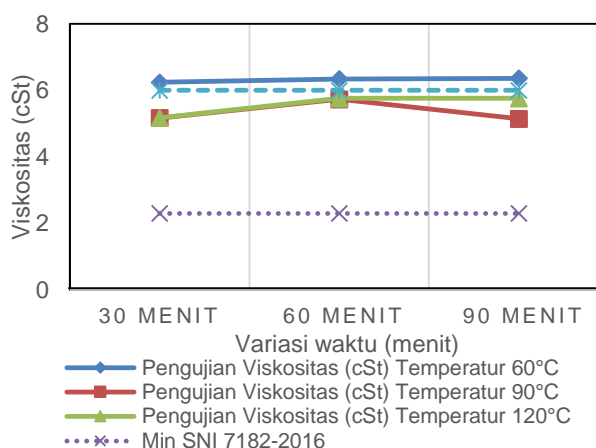
### Viskositas Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Jagung

Viskositas merupakan suatu angka yang menyatakan ukuran besarnya tahanan geser dari suatu bahan cair. Makin tinggi viskositasnya, makin kental dan semakin susah mengalir. Viskositas merupakan parameter yang penting dalam biodiesel, karena sangat mempengaruhi dalam proses pembakaran pada biodiesel. Pada penelitian diperoleh nilai viskositas dinamik dan juga kinematik yang dapat dilihat pada table 6. Grafik perbandingan viskositas kinematik pada gambar pada gambar 2.

Tabel 6 Viskositas Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Jagung

No	Nama Sampel	Viskositas Kinematik (Cst)
1	BjrBjg60°30M	6,2
2	BjrBjg60°60M	6,3
3	BjrBjg60°90M	6,3
4	BjrBjg90°30M	5,1

No	Nama Sampel	Viskositas Kinematik (Cst)
5	BjrBjg90°60M	5,7
6	BjrBjg90°90M	5,1
7	BjrBjg120°30M	5,1
8	BjrBjg120°60M	5,7
9	BjrBjg120°90M	5,7



Gambar 2 Pengaruh Waktu dan Temperatur Reaksi Terhadap Viskositas Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Jagung

Tabel 6 menunjukkan bahwa viskositas pada variasi temperatur 60°C memiliki nilai viskositas yang lebih tinggi dari temperatur 90 dan 120°C. Terjadi kenaikan pada sampel suhu 60°C dan 120°C, namun terjadi penurunan pada sampel 90°C seiring lamanya waktu pemanasan pencampuran, tetapi perbedaannya tidak terlalu signifikan. Dari semua variasi suhu dan temperatur, hanya pada variasi suhu 60°C yang belum memenuhi standar SNI 7182-2015 (2,3-6 cSt), hal ini mungkin disebabkan saat pencampuran antara minyak jarak maupun minyak jagung dengan campuran metanol dan katalis belum mencapai kesetimbangan atau belum sempurna untuk memisahkan antara biodiesel dan gliserol. Untuk mengatasi hal itu bisa dilakukan alternatif cara pemisahan yang lain seperti cara sentrifugasi atau dengan pemisahan vakum (Sudradjat, 2010). Alkohol bercabang tidak mempengaruhi viskositas secara signifikan

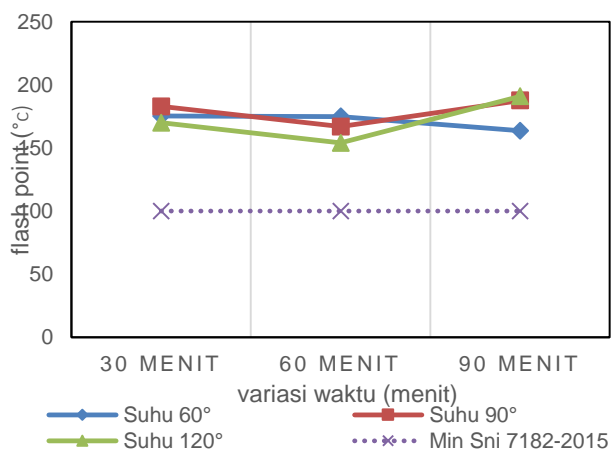
dibandingkan rantai lurus, sedangkan adanya asam lemak bebas akan meningkatkan viskositas secara nyata.

### Flash Point Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Jagung

Flash point adalah angka yang menyatakan tercapainya temperatur titik nyala awal dimana muncul penyalan api sesaat, apabila pada permukaan minyak tersebut didekatkan pada nyala api. Flash point merupakan parameter yang perlu dilakukan pada penelitian ini. Hasil penelitian dapat dilihat pada table 7. Grafik perbandingan nilai flash point biodiesel campuran minyak jarak dan minyak jagubg dapat diliha t pada gambar 3.

Tabel 7 Flash Point Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Jagung

No	Nama Sampel	Temperatur Flash Point (°C)
1	BjrBjg60°30M	175,4
2	BjrBjg60°60M	175,0
3	BjrBjg60°90M	163,7
4	BjrBjg90°30M	183,0
5	BjrBjg90°60M	167,0
6	BjrBjg90°90M	187,7
7	BjrBjg120°30M	170,0
8	BjrBjg120°60M	154,0
9	BjrBjg120°90M	191,0



Gambar 3 Pengaruh Waktu dan Temperatur Reaksi Terhadap Flash Point Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Jagung

Tabel 7 menunjukkan perbedaan nilai pada grafik tidak terlalu signifikan, dari 9 sampel yang sudah diuji semuanya sudah memenuhi standar mutu biodiesel SNI 7182-2015 (<math><100^{\circ}\text{C}</math>). Nilai yang paling tinggi ditunjukkan pada biodiesel campuran minyak jarak dan minyak jarak pada sampel BjrBjg120°90M memiliki flash point 191°C dan terendah pada sampel BjrBjg120°60M dengan flash point 154°C. Nilai flash point bisa dipengaruhi oleh viskositas dimana semakin rendah nilai viskositas yang didapat maka semakin rendah juga suhu untuk mencapai nilai titik nyalanya biodiesel. Titik nyala sangat erat kaitannya dengan keamanan dan keselamatan terutama dalam penggunaan dan penyimpanan bahan bakar. Titik nyala mengindikasikan tinggi rendahnya volatilitas dan kemampuan untuk terbakar dari suatu bahan bakar (Setiawati, 2012).

### Nilai Kalor Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Jagung

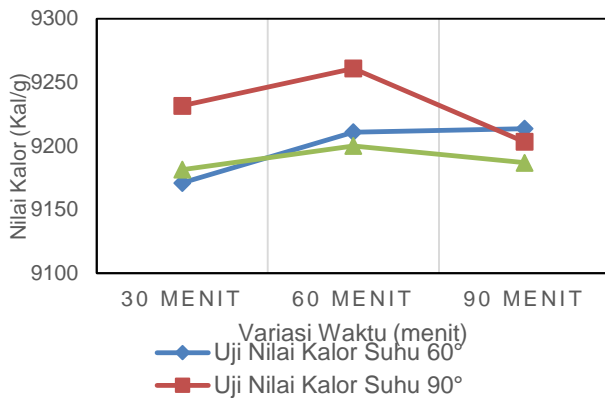
Nilai kalor adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas/kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar dengan campuran udara/oksigen. Hasil dari nilai kalor biodiesel campuran minyak jarak dan minyak jagung tersebut menggunakan alat Bom Kalorimeter. Dari hasil pengujian dapat dilihat pada tabel tabel 8. Grafik perbandingan nilai kalor biodiesel campuran minyak jarak dan minyak jagung dapat dilihat pada gambar 4.

Tabel 8 Nilai Kalor Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Jagung

No	Nama Sampel	Nilai Kalor (kal/g)
1	BjrBjg60°30M	9170,9382
2	BjrBjg60°60M	9210,8416
3	BjrBjg60°90M	9213,5901
4	BjrBjg90°30M	9231,6231



No	Nama Sampel	Nilai Kalor (kal/g)
5	BjrBjg90°60M	9260,9300
6	BjrBjg90°90M	9203,3193
7	BjrBjg120°30M	9181,3760
8	BjrBjg120°60M	9199,9750
9	BjrBjg120°90M	9186,8950



Gambar 4 Pengaruh Waktu dan Temperatur Reaksi Terhadap Nilai Kalor Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Jagung

Tabel 8 menunjukkan Nilai kalor yang dihasilkan pada biodiesel campuran minyak jarak dan minyak jagung tertinggi pada variasi temperatur dan waktu BjrBjg90°60M memiliki nilai kalor 9260,9300 kal/g dan yang terendah pada variasi waktu dan temperatur BjrBjg60°30M dengan nilai 9170,9382 kal/g. Nilai kalor dipengaruhi oleh densitas dari biodiesel itu sendiri. semakin besar densitas suatu minyak maka akan semakin kecil nilai kalornya, demikian juga sebaliknya (kholidah, 2014). Nilai kalor suatu bahan bakar menunjukkan jumlah energi panas yang dilepaskan pada setiap satuan berat bahan bakar apabila terbakar sempurna (dalam satuan kal/g). sehingga semakin tinggi nilai kalor bahan bakar maka energi yang dilepaskan persatuan berat bahan bakar semakin tinggi (Irvansyah, 2014).

### 3. Kesimpulan

- Nilai densitas dari biodiesel campuran minyak jarak dan minyak jagung pada semua variasi waktu dan temperatur sudah memenuhi standar SNI 7182-2015 (850 – 890 kg/m<sup>3</sup>).
- Nilai viskositas dari biodiesel campuran minyak jarak dan minyak jagung yang memenuhi standar SNI 7182 – 2015 (2,3 – 6,0 cSt), yaitu pada variasi temperature dan waktu BjrBjg90°30M (5,1 cSt), BjrBjg90°60M (5,7 cSt), BjrBjg90°90M (5,1 cSt), BjrBjg120°30M (5,1 cSt), BjrBjg120°60M (5,7 cSt) dan BjrBjg120°90M (5,7 cSt), sedangkan nilai densitas biodiesel campuran minyak jarak dan minyak jagung yang tidak memenuhi nilai standar SNI adalah pada variasi waktu dan temperatur BjrBjg60°30M (6,2 cSt), BjrBjg60°60M (6,3 cSt) dan BjrBjg60°90M (6,3 cSt).
- Nilai *flash point* biodiesel campuran minyak jarak dan minyak jagung pada semua variasi temperatur dan waktu sudah memenuhi standar SNI 7182 – 2015 (>100°C).
- Nilai kalor yang dihasilkan pada biodiesel campuran minyak jarak dan minyak jagung tertinggi pada variasi temperature dan waktu BjrBjg90°60M memiliki nilai kalor 9260,9300 kal/g dan yang terendah pada variasi waktu dan temperatur BjrBjg60°30M dengan nilai 9170,9382 kal/g.

Pengaruh dari Variasi Waktu dan Suhu campuran minyak jarak dan minyak jagung terhadap karakteristik biodiesel tidak ada pengaruh terhadap perubahan nilai yang terlalu signifikan antar sampel. Enam sampel sudah memenuhi standar karakteristik biodiesel, namun pada sampel BjrBjg60°30M, BjrBjg60°60M dan BjrBjg60°90M untuk nilai viskositasnya saja yang belum sesuai standar SNI.

### Daftar Pustaka

Budiman, A., R.D. Kusumaningtyas, Y. S. Pradana, dan N. A. Lestari. 2014. Biodiesel Bahan Baku, Proses dan Teknologi. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Budiman, Arief. Dkk. 2017. "Biodiesel Bahan Baku, Proses dan Teknologi". Yogyakarta. Gadjah Mada Press.

[BSN] Badan Standarisasi Nasional., 2015. SNI 7182:2015, "Biodiesel", Badan Standar Nasional.

Chitra P, Venkatachalam P, Sampatharjan A. 2005. Optimisation of experimental conditions for biodiesel production from alkali-catalysed transesterification of jatropha curcus oil. *J Energy for Sustainable Development IX (3):13-18.*

Departemen Teknologi Pertanian USU. 2005. Proses Pembuatan Minyak Jarak Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Kerjasama Antara Departemen Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Fakultas Pertanian USU dengan Balai Penelitian dan Pengembangan Propinsi Sumatera Utara Medan.

Dewi, A. C. 2013. Sintesis Biodiesel Dari Minyak Mikroalga *Chlorella Vulgaris* Dengan Reaksi Transesterifikasi. Tugas Akhir. Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.

El Boulifi, N., Bouaid, A., Martinez, M. & Aracil, J., 2010. Process optimization for biodiesel production from corn oil and its oxidative stability. *International Journal of Chemical Engineering*, 2010.

Hambali, Erliza,dkk. 2007. Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel. Jakarta: Penebar Swadaya.

Kasim, R. 2012. Esterifikasi Asam Lemak Bebas Pada Campuran Asam Oleat Dan Minyak Sawit Murni Menggunakan Microwave. Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Jurusan Agroteknologi Universitas Gorontalo.

Ketaren, S. 1986. Pengantar Teknologi Minyak Dan Lemak Pangan. Cetakan pertama. Jakarta: Ui-Press.

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

Majid, A, A., Prasetyo, D., Dan Danarto, Y, C. 2012. Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dengan Menggunakan Iradiasi Gelombang Mikro. *Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Univeritas Sebelas Maret.*

Mardiah ; Widodo, Agus ; Trisningwati, Efi ; Purijatmiko, Aries. 2006. Pengaruh Asam Lemak dan Konsentrasi Katalis Asam terhadap Karakteristik dan Konversi Biodiesel pada Transesterifikasi Minyak Mentah Dedak Padi.

Mirmanto., S. d. (2011). Karakteristik Biodiesel Minyak Kelapa Yang Dihasilkan Dengan Cara Proses Pirolysis Kondensasi. *Jurnal Teknik Rekayasa, Vol. 12 No 1 Juni.*

Ramos MJ, Fernandez Cm, Casas A, Rodriguez L, Perez A. 2009. Influence of fatty acid composition of raw materials on biodiesel properties. *J Bioresource Technology* 100:261-268.

Sidabutar, E.D., Faninudin, M.N. and Said, M., 2013. Pengaruh Rasio Reaktan Dan Jumlah Katalis Terhadap Konversi Minyak Jagung Menjadi Metil Ester. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(1).

Soerawidjaja. TH, Tahar A, Siagian UW, Prakoso T, Reksowardojo IK, Permana KS. 2005. Studi Kebijakan penggunaan biodiesel di Indonesia. Di dalam: Hariyadi P, Andarwulan N, Nuraida L, Sukmawati Y, editor. *Kajian Kebijakan dan Kumpulan Artikel Penelitian*; Bogor: Kementerian Riset dan Teknologi RI, MAKSI, SEAFASST, IPB. 3-17.

Sudrajat, R., Hendra A., W, Iskandar., D, Setiawan. 2005. Teknologi Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Biji Tanaman Jarak Pagar, *Jurnal Penelitian Hasil Hutan. PLTHH. Bogor. Indonesia.*

Syaifuddin , Ahmad. 2006. *Majalah Lumbung Energi Nasional & Pangan*, ed. ke-3 November 2006. Palembang: *Majalah Bulanan Sumatera Selatan.*

Widyastuti, L. 2007. Reaksi Metanolisis Minyak Biji Jarak Pagar Menjadi Metil Ester Sebagai Bahan Bakar Pengganti Minyak Diesel Dengan Menggunakan Katalis KOH.