

PENGARUH WAKTU DAN TEMPERATUR REAKSI CAMPURAN BIODISEL MINYAK JARAK DAN MINYAK GORENG BEKAS TERHADAP SIFAT FISIK BIODIESEL

Arief Budi Yulianto^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: Abuyssemproel2@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

Indonesia merupakan negara yang mempunyai berbagai macam sumber energi salah satunya yaitu minyak bumi. Kebutuhan minyak bumi dalam negeri semakin meningkat seiring dengan meningkatnya pembangunan infrastruktur dalam negeri. Salah satu jenis bahan bakar alternatif yang termasuk energi baru dan terbarukan adalah biodiesel. Biodiesel berbahan baku dari minyak nabati yang dapat diperbaharui dan diperoleh melalui proses transesterifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari sifat fisik biodiesel dengan variasi waktu dan temperatur reaksi campuran minyak jarak dan minyak goreng bekas dengan parameter pengujian densitas, viskositas, flash point dan nilai kalor. Sebelumnya minyak jarak dan minyak goreng bekas dibuat biodiesel terlebih dahulu 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 komposisi 40:60 dan divariasikan dengan suhu 60, 90, 120°C pada waktu 30, 60 dan 90 menit. Kemudian hasil variasi pengaruh temperatur dan waktu dilakukan pengujian densitas, viskositas, *flash point* dan nilai kalor. Dari data hasil penelitian pengaruh temperatur dan waktu reaksi campuran biodiesel jarak dan minyak goreng bekas dapat disimpulkan bahwa nilai densitas, viskositas, *flash point* dan nilai kalor yang memenuhi standar SNI 1782-2015 hanya satu sample yaitu pada variasi suhu 60°C dan waktu 90 menit. Karakteristik yang dihasilkan diantaranya nilai densitas sebesar 850,134 kg/m³, viskositas sebesar 4,319 cSt, dan *flash point* sebesar 179,80 °C. Nilai kalor yang dihasilkan sebesar 8980,84 kal/g.

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

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang mempunyai berbagai macam sumber energi salah satunya yaitu minyak bumi. Kebutuhan minyak bumi dalam negeri semakin meningkat seiring dengan meningkatnya pembangunan infrastruktur dalam negeri. Akan tetapi, minyak bumi merupakan bahan bakar

fosil yang jumlahnya terbatas dan dibutuhkan waktu ribuan tahun untuk memperbaharuinya sedangkan kebutuhan akan bahan bakar minyak saat ini sangat tinggi (Dewi, 2015). Apabila dalam waktu dekat tidak ditemukan sumber-sumber energi baru yang signifikan pada tahun 2046

mendatang dikhawatirkan Indonesia akan mengalami defisit energi. Penggunaan energi baru dan terbarukan harus menjadi perhatian utama pemerintah Indonesia tidak hanya sebagai upaya untuk mengurangi pemakaian energi fosil melainkan juga untuk mewujudkan energi bersih dan terbarukan untuk mengganti bahan baku fosil (Jaelani, 2017).

Salah satu jenis bahan bakar alternatif yang termasuk energi baru dan terbarukan adalah biodiesel. Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif pada mesin disel. Biodiesel berbahan baku dari minyak nabati yang dapat diperbaharui, dan dihasilkan secara periodik, serta mudah diperoleh. Minyak nabati berasal dari bahan baku seperti kelapa, kelapa sawit, jagung, kedelai, biji bunga matahari, dan sebagainya. Kandungan utama dari minyak nabati adalah asam lemak, yang terdiri dari asam lemak jenuh (asam palmitat, asam stearat) dan asam lemak tak jenuh (asam oleat atau Omega 9, dan asam linoleat atau Omega 6) (Utama, 2013).

Penggunaan biodiesel memberikan banyak keunggulan, yaitu ramah lingkungan karena bersifat biodegradable dan tidak beracun, emisi polutan berupa hidrokarbon yang tidak terbakar, sehingga hasil pembakaran biodiesel lebih rendah dari pada solar, tidak memperparah efek rumah kaca karena siklus karbon yang terlibat pendek, kandungan energi yang hampir sama dengan kandungan energi petroleum diesel (80% dari kandungan petroleum diesel), serta angka setana lebih tinggi dari pada petroleum diesel (solar), dan penyimpanan mudah karena titik nyala yang rendah (Elma dkk, 2016). Permana (2018) meneliti tentang pengaruh komposisi biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak goreng bekas terhadap campuran biodiesel. 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 oC. Nilai kalor yang dihasilkan sebesar 9205,1818 kal/g. Karakteristik biodiesel yang memenuhi standar yang ditetapkan SNI 1782-2015. Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa pada penelitian sebelumnya karakteristik sifat biodiesel masih memiliki kekurangan yaitu pada nilai viskositas yang relatif cukup tinggi dan nilai kalor yang rendah. Untuk itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh waktu dan temperatur reaksi campuran biodiesel minyak jarak dan minyak goreng terhadap sifat fisik biodiesel.

2. Metodologi Penelitian

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini, diantaranya : Minyak jarak pagar, minyak goreng bekas, katalis (KOH), metanol, dan air.

ALAT PENELITIAN

Selain bahan pembuatan biodiesel, dalam penelitian ini juga menggunakan alat untuk pembuatan biodiesel diantaranya: alat pengaduk dan pemanas, alat pemanas air, toples, gelas beker, gelas ukur, thermometer, alat pengendapan dan pencuci, hot plate, viscometer, neraca digital, alat uji flash point, bom calorimeter, dan stopwatch.

TAHAP PENELITIAN

Dalam penelitian ini memiliki beberapa proses diantaranya:

Pencampuran

Sebelumnya minyak jarak dan minyak goreng bekas dibuat biodiesel terlebih dahulu temperatur reaksi 60°C dan waktu reaksi 60 menit, selanjutnya dicampurkan biodiesel dari minyak tersebut dengan perbandingan 40:60 dengan variasi pencampuran pada suhu dan waktu: 60°/30, 60°/60, 60°/90, 90°/30, 90°/60, 90°/90, 120°/30, 120°/60 dan 120°/90 menit.

Proses Transesterifikasi

Campuran minyak yang sudah di esterifikasi kemudian dilakukan proses transesterifikasi. Campuran minyak dicampur dan direaksikan dengan Metanol (15% dari volume minyak) + Kalium Hidroksida (KOH) (1% dari volume minyak) dengan suhu 60°C serta di aduk selama 60 menit. Hasil Proses transesterifikasi berupa biodiesel dan gliserol.

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

Biodiesel yang telah di cuci dilanjutkan dengan proses pengeringan. 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.

3. Hasil dan Pembahasan

Data Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak jarak dan minyak goreng bekas. Karakteristik yang dimiliki dari minyak jarak dan minyak goreng bekas meliputi densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1 Karakteristik Minyak Jarak dan Minyak Goreng Bekas

Karakteristik	Minyak Jarak	Minyak Goreng Bekas
Densitas (40°C) kg/m ³	937,743	893,291
Viskositas (40°C)cSt	193,549	56,15936

Flash point (°C)	309,666	305,333
Nilai Kalor (Cal/g)	8889,780	9224,875

Dari tabel 1 dapat dilihat karakteristik densitas, viskositas, dan *flash point* dari minyak jarak lebih tinggi dari pada minyak goreng bekas, sedangkan untuk nilai kalor minyak goreng bekas memiliki nilai yang lebih tinggi dari pada minyak jarak.

Kandungan Asam Lemak Jenuh dan Tak Jenuh

Asam lemak jenuh merupakan asam lemak yang semua ikatan atom karbon pada rantai karbonnya yang berupa ikatan 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 jarak dan minyak goreng bekas dilakukan pengujian di Laboratorium Pengujian dan Penulisan Terpadu (LPPT) UGM. Kandungan asam lemak jenuh tak jenuh dari minyak jarak dan minyak goreng bekas dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3

Tabel 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 3 Kandungan Asam Lemak Jenuh dan Tak Jenuh Minyak Goreng Bekas

No	Asam Lemak	Karakteristik (% Relatif)
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

Karakteristik Biodiesel Jarak dan Biodiesel Minyak Goreng Bekas

Dari penelitian yang telah dilakukan karakteristik dari biodiesel jarak dan biodiesel minyak goreng bekas dapat dilihat pada tabel 4

Tabel 4 Karakteristik Biodiesel Jarak dan Biodiesel Minyak Goreng Bekas

Karateristik	Biodiesel Jarak	Biodiesel Minyak Goreng Bekas
Densitas (40°C) kg/m ³	911,174	863,599
Viskositas (40°C)cSt	33,473	9,649
Flash point (°C)	211,0	178,2
Nilai Kalor (Cal/g)	8800,080	9311,472

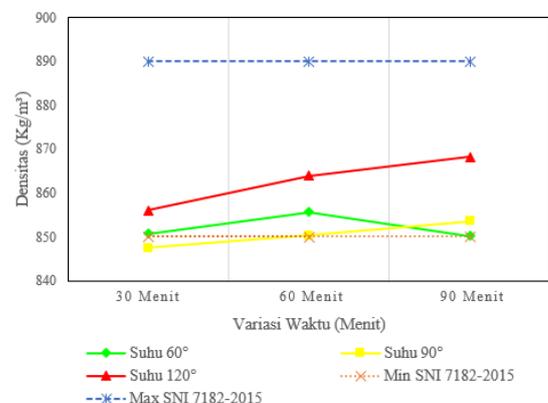
Dari tabel 4 dapat dilihat perbandingan karakteristik dari biodiesel jarak dan biodiesel minyak goreng bekas. Karakteristik biodiesel jarak pada densitas biodiesel jarak dengan nilai sebesar 911,174 kg/m³ belum memenuhi nilai standar SNI 7182-2015 yakni antara 850-890 kg/m³, untuk viskositas kinematik biodiesel jarak dengan nilai

33,437 cSt belum juga memenuhi nilai standar SNI 7182-2015 yakni antara 2.3-6.0 cSt, tetapi pada *flash point* biodiesel jarak sebesar 211,0°C telah memenuhi nilai standar SNI 7182-2015 yaitu harus diatas 100°C. Sedangkan untuk karakteristik biodiesel minyak goreng bekas pada densitas biodiesel minyak goreng bekas dengan nilai sebesar 863,599 kg/m³ telah memenuhi nilai standar SNI 7182-2015 yakni antara 850-890 kg/m³, untuk viskositas kinematik biodiesel minyak goreng bekas dengan nilai 9,649 cSt belum memenuhi nilai standar SNI 7182-2015 yakni antara 2.3-6.0 cSt, dan pada *flash point* biodiesel minyak goreng bekas sebesar 178,2°C telah memenuhi nilai standar SNI 7182-2015 yaitu harus diatas 100°C.

KARAKTERISTIK BIODIESEL CAMPURAN

Karakteristik Densitas Biodiesel Campuran

Densitas adalah berat jenis persatuan volume yang berhubungan dengan massa dan volume dari suatu zat. Densitas dari suatu benda adalah total massa dibagi dengan total volume (Dewi, 2015). Nilai densitas dipengaruhi oleh suhu, semakin tinggi suhu, maka kerapatan suatu zat akan semakin rendah, sehingga molekul-molekul yang saling berkaitan akan terlepas (Wahyudi dkk, 2018). Dari pengujian yang dilakukan hasil pengujian densitas biodiesel campuran dapat dilihat gambar 1



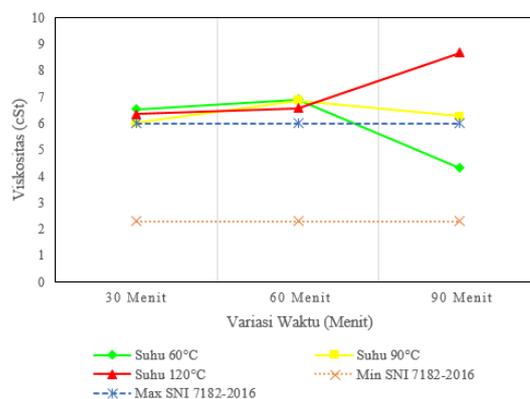
Gambar 1 Grafik Densitas Biodiesel

Dari grafik 1 hasil pengujian densitas terhadap pengaruh temperatur dan waktu reaksi campuran biodiesel menunjukkan hasil yang berbeda-beda dari tiap sample campuran biodiesel. Pada suhu 60°C, 90°C dan 120°C umumnya mengalami kenaikan akan tetapi pada suhu 60°C dalam waktu 90 menit mengalami penurunan. Seharusnya semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu pemanasan saat pencampuran biodiesel akan mempengaruhi massa jenis biodiesel menjadi semakin rendah tetapi pada suhu 60°C, 90°C dan 120°C mengalami kenaikan kecuali pada suhu 60°C dalam waktu 90. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan pengaruh dari asam lemak dan kemurnian dari bahan baku yang digunakan. Dengan meningkatnya nilai densitas maka panjang rantai karbon akan mengalami penurunan dan peningkatan jumlah ikatan rangkap pada asam lemak. Semakin tidak jenuh minyak yang digunakan maka densitas pada minyak tersebut akan semakin tinggi (Hoekman dkk, 2012).

Standar SNI 7182-2015 untuk densitas biodiesel adalah $850 \text{ kg/m}^3 - 890 \text{ kg/m}^3$, hasil densitas dari penelitian ini memiliki nilai yang beragam yaitu dari $847,525 \text{ kg/m}^3 - 868,183 \text{ kg/m}^3$ berarti ada beberapa sampel yang telah memenuhi standar SNI 7182-2015 kecuali pada suhu 90°C dalam waktu 30 menit tidak memenuhi standar SNI 7182-2015 dengan nilai densitas $847,525 \text{ kg/m}^3$.

Karakteristik Viskositas Biodiesel Campuran

Viskositas adalah nilai yang menyatakan kekentalan dari suatu cairan. Kekentalan adalah sifat cairan yang berkorelasi dengan hambatan mengalirnya cairan. Kelajuan suatu aliran yang cepat menandakan bahwa viskositas dari cairan tersebut rendah sedangkan bila kelajuan aliran lambat, maka viskositas dari cairan tersebut lebih tinggi (Sutiah dkk, 2008). Dari pengujian yang dilakukan hasil pengujian viskositas biodiesel campuran dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2 Grafik Viskositas Biodiesel

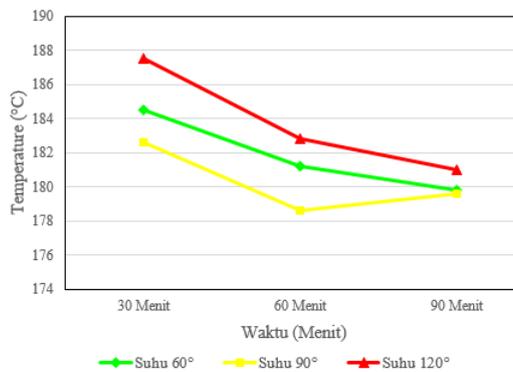
Viskositas berbanding lurus dengan konsentrasi larutan. Suatu larutan dengan konsentrasi tinggi akan memiliki viskositas yang tinggi pula, karena konsentrasi larutan menyatakan banyaknya partikel zat yang terlarut tiap satuan volume. Semakin banyak partikel yang terlarut, gesekan antar partikel semakin tinggi dan viskositasnya semakin tinggi pula (Lumbantoruan dan Yulianti, 2016).

Dari grafik 2 hasil pengujian viskositas dapat dilihat bahwa pada waktu 30 menit dan 60 menit relatif stabil mengalami kenaikan setiap variasi suhu tetapi pada waktu 90 menit pada suhu 60°C dan 90°C mengalami penurunan. Dari hasil penelitian ini nilai viskositas yang memenuhi standar SNI 7182-2015 (2,3-6 cSt) hanya satu yaitu pada suhu 60°C dalam waktu 90 menit dengan nilai sebesar 4,319033 cSt. Pada penelitian ini grafik relatif naik dikarenakan konsentrasi larutan tinggi. Konsentrasi larutan tinggi kemungkinan disebabkan pada proses transesterifikasi minyak jarak maupun minyak goreng bekas belum mencapai kesetimbangan sehingga kandungan gliserol masih terdapat pada biodiesel.

Karakteristik Flash Point Biodiesel Campuran

Flash Point atau bisa disebut juga titik nyala pada suhu terendah dimana uap dari minyak biodiesel yang bercampur dengan udara akan menyala dengan sekejap. Flash point menjadi salah satu tolak ukur dimana pentingnya pengujian terhadap biodiesel karena pada suhu

berapa biodiesel dapat terbakar. Dari pengujian yang dilakukan hasil pengujian *flash point* biodiesel campuran dapat dilihat pada gambar 3

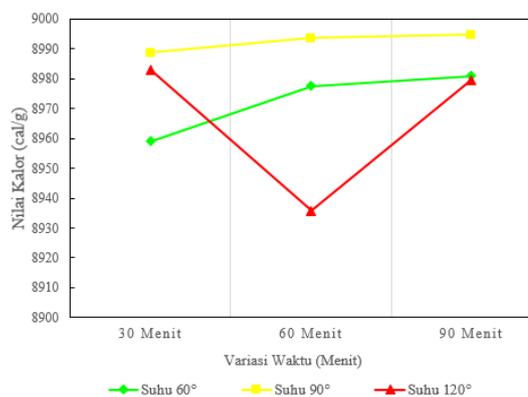


Gambar 3 Grafik *Flash Point* Biodiesel

Dari grafik 3 hasil pengujian flash point dapat dilihat bahwa pada suhu 60°C, 90°C dan 120°C mengalami penurunan kecuali pada suhu 90°C dalam waktu 90 menit mengalami kenaikan. Dari pengujian flash point memiliki nilai yang beragam yaitu dari 178,6°C – 187,5°C, flash point tertinggi pada pengujian ini yaitu pada suhu 120°C dalam waktu 30 menit sebesar 187,5°C. Berarti semua sampel biodiesel variasi temperatur dan waktu telah memenuhi standar SNI 7182-2015 dengan nilai minimum 100°C.

Karakteristik Nilai Kalor Biodiesel Campuran

Nilai kalor adalah jumlah nilai energi panas yang diperoleh dari hasil pembakaran bahan bakar dan oksigen. Dari pengujian yang dilakukan hasil pengujian nilai kalor biodiesel campuran dapat dilihat pada gambar 4



Gambar 4 Grafik Nilai Kalor Biodiesel

Dari grafik 4 hasil pengujian nilai kalor dapat dilihat bahwa pada suhu 60°C dan 90°C mengalami kenaikan, sedangkan pada suhu 120°C dalam waktu 60 menit mengalami penurunan dan pada waktu 90 menit mengalami kenaikan kembali. Dari pengujian nilai kalor memiliki nilai yang beragam yaitu dari 8935,70-8994,70 cal/g, nilai kalor tertinggi pada pengujian ini yaitu pada suhu 90°C dalam waktu 90 menit dengan nilai 8994,70 cal/g.

Perbedaan dari nilai kalor tersebut disebabkan oleh terdapatnya perbedaan antara molekul dari pembentuk senyawa minyak nabati seperti asam palminat, asam linoleat, dan asam oleat. 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, 2009)

4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian biodiesel yang dilakukan pada campuran biodiesel minyak jarak 40% dan minyak goreng bekas 60% dengan variasi temperatur dan waktu yang telah ditentukan. Parameter yang digunakan pada pengujian meliputi densitas, viskositas, flash point, dan nilai kalor sehingga didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai densitas campuran biodiesel minyak jarak dan minyak goreng bekas dengan variasi temperatur dan waktu yang telah ditentukan sebagian besar nilainya memenuhi standar SNI 7182-2015 (850 - 890 kg/m³), kecuali pada sample BJBgb 90°30M (847,525 kg/m³) tidak memenuhi standar SNI 7182-2015 (850 - 890 kg/m³).
2. Nilai viskositas biodiesel campuran yang memenuhi standar SNI 7182-2015 (2,3 - 6,0 cSt), yaitu pada sample BJBgb 60°90M (4,319033 cSt), sedangkan untuk variasi campuran lainnya tidak memenuhi standar SNI.
3. Nilai flash point campuran biodiesel pada penelitian ini

semua sample telah memenuhi standar SNI 7182-2015 (>100 °C).

4. Nilai kalor yang dihasilkan pada penelitian ini didapat nilai yang beragam yaitu dari 8935,70-8994,70 cal/g, nilai kalor tertinggi pada pengujian ini ada pada sample BjBgb 90°90M (8994,70 kal/g) dan BjBgb 120°60M (8935,70 kal/g).

Pengaruh variasi temperatur dan waktu campuran biodiesel minyak jarak dan minyak goreng bekas terhadap karakteristik biodiesel tidak terlalu signifikan berpengaruh terhadap perubahan nilai. Hanya satu sample yang sesuai standar SNI 7182-2015 yaitu pada sample BjBgb 60°90M, sedangkan untuk sample lainnya tidak memenuhi standar SNI karena sample lainnya nilai viskositas masih relatif tinggi dan nilai densitas yang tidak sesuai standar SNI.

SARAN

Saran dalam penelitian ini :

1. Melakukan penelitian lanjutan agar mendapat hasil nilai viskositas dan densitas yang memenuhi standar SNI 7182-2015 dengan menggunakan metode yang sama dengan penambahan variasi waktu pada temperatur 60° C dan 90°C.
2. Melakukan pengujian karakteristik lainnya agar mendapatkan hasil sesuai dengan standar SNI maupun ASTM.
3. Melakukan penelitian selanjutnya, dengan menggunakan bahan baku yang sama yaitu minyak nabati maupun bahan baku yang berbeda sebagai bahan baku pembuat biodiesel.
4. Melakukan uji unjuk kerja biodiesel.

Daftar Pustaka

(BSN) Badan Standardisasi Nasional. (2015). Mutu dan Metode Uji Minyak Nabati Murni Untuk Bahan Bakar Motor Diesel Putaran Sedang. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Akhaiuddin, M., Proses Produksi dan Subsidi Biodiesel dalam Mensubstitusi Solar untuk Mengurangi Ketergantungan

Terhadap Solar, Parallel Session IIIB : Energy, Natural Resource & Environment. Wisma Makara, Kampus UI – Depok. 13 Desember 2007

Anisah, P. M., Suwandi, & Agustian, E. (2018, Maret). Pengaruh Waktu Transesterifikasi Terhadap Konversi Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel. e-Proceeding of Engineering, 5(1), 916-922.

Anwar, R. W. (2012). Studi Pengaruh Suhu dan Jenis Bahan Pangan terhadap Stabilitas Minyak Kelapa Selama Proses Penggorengan. Makassar: Universitas Hassanudin Makassar.

Budiman, A., Kusumaningtyas, R. D., & Pradana, Y. S. (2018). Biodiesel : Bahan Baku Proses. Yogyakarta: UGM PRESS.

Darmanto Seno & Sigit Ireng. (2006). Analisa Biodiel Minyak Kelapa Sebagai Bahan Bakar Alternatif Minyak Diesel. Jurnal Teknik UNIMUS, 4(2), 1-8.

Dewi, D. C. (2015). Produksi Biodiesel dari Minyak Jarak (*Ricinus Communis*) dengan Microwave dengan Katalis Basa NaOH . Jurnal Teknik Kimia UNNES.

Elma, M., Suhendra, S. A., & Wahyuddin. (2016, April 1). Proses Pembuatan Biodiesel dari Campuran Minyak Kelapa dan Minyak Jelantah. Konversi, 5(1), 9-17.

Erliza, dkk., 2007. Pembuatan Biodisel dari Zeolit Alam Teraktivasi Sebagai Katalis pada Tahap Transesterifikasi. JOM FTEKNIK. Vol 2(1) : 1-6

Hambali, E., Mujdalipah, S., Tambunan, A. H., & Pattiwiri, A. W. (2008). Hambali, E., Mujdalipah, S., Tambunan, A. H., Menimba Ilmu dari Pakar Teknologi Bioenergi. Jakarta: Agro Media Pustaka.

Hanif. (2009). Analisis Sifat Fisik dan Kimia Biodiesel dari Minyak Jelantah sebagai Bahan Bakar Alternatif Motor Diesel. Politeknik Negeri Padang, Jurusan Teknik Mesin. Padang: Hanif.

Hoekman, S. K., Broch, A., Robbins, C., Cenicerros, E., & Natarajan, M. (2012). Review of Biodiesel Composition, Properties, and Specifications.

Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16, 143-169.

Irawan, D. (2017). Peningkatan Mutu Biodiesel dari Minyak Jarak Keypar (*Ricinus Communis*) Melalui Pencampuran Minyak Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*). Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Fakultas Teknik Mesin. Yogyakarta: Dian Irawan.

Jaelani, A. (2017), Renewable energy policy in Indonesia: Scientific signs of the Qur'an and its implementation in Islamic economics. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7, 193-204. Available from: [Ehttps://mpra.ub.uni-muenchen.de/83314](https://mpra.ub.uni-muenchen.de/83314)

Kholidah, N. (2014). Pengaruh Perbandingan Campuran Bioetanol dan Gasoline Terhadap Karakteristik Gasohol dan Kinerja Mesin Kendaraan Bermotor. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang: Doctoral dissertation.

Mahmud, A.N.R., Abi, H.D. & Prasetyo, A. 2010. Penentuan Nilai Kalor Berbagai Komposisi Campuran Bahan Bakar Minyak Nabati. *Malang: Jurnal Alchemy* Vol. 1, No. 2:53-103.

Martínez, G., Sánchez, N., Encinar, J. M., & González, J. F. (2014). Fuel Properties of Biodiesel From Vegetable Oils and Oil Mixtures. Influence of Methyl Esters Distribution. *Biomass and Bioenergy*, 63, 22-32.

Parmin Lumbantoruan, P., & Yulianti, E. (2016). Pengaruh Suhu Terhadap Viskositas Minyak Pelumas (Oli). 993-1295-1-PB viskositas pengaruh, 9.

Permana. 2018. "Pengaruh Komposisi Biodiesel Minyak Jarak dan Biodiesel Minyak Goreng Bekas Terhadap Campuran Biodiesel". Skripsi. FT, Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Pudjiatmoko. (2008, April 30). Biodiesel Jarak Pagar (*Jatropha Curcas*) Jadi Proyek. Retrieved Mei 1, 2018, from *Jurnal Atani Tokyo*: [http://atanitokyo.blogspot.co.id/search?updated-max=2008-05-](http://atanitokyo.blogspot.co.id/search?updated-max=2008-05-02T19:39:00%2B09:00&max-results=4&start=80&by-date=false)

[02T19:39:00%2B09:00&max-results=4&start=80&by-date=false](http://atanitokyo.blogspot.co.id/search?updated-max=2008-05-02T19:39:00%2B09:00&max-results=4&start=80&by-date=false)

Saputra. 2017. "Pengaruh Komposisi Minyak Jarak dan Minyak Kelapa Sawit dengan Variasi Waktu 30, 60, dan 90 Menit pada Suhu Reaksi 120°C Terhadap Sifat Campuran Minyak". Skripsi. FT, Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Setiawati, E., & Edwar, F. (2012). Teknologi Pengolahan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Teknik Mikrofiltrasi dan Transesterifikasi sebagai Alternatif Bahan Bakar Mesin Diesel. *Jurnal Riset Industri*, VI(2), 117-127.

Sihotang, P. (2011). Pengaruh Lama Reaksi Terhadap Perubahan Karakteristik Biodiesel Turunan Minyak Jarak Pagar (*Jatropha Curcas*) dengan Menggunakan Katalis Polistirena Sulfonat (PSS). Universitas Sumatera Utara. Medan: Sihotang.

Silitonga, A. S., Masjuki, H. H., Mahlia, T. M., Ong, H. C., Chong, W. T., & Boosroh, M. H. (2013). Overview Properties of Biodiesel Blends from Edible and Non-edible Feedstock. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22, 346-360.

Siswantika, P. H., Wibowo, N. A., Shanti, N. A., Suci, M. R., & Setiawan, A. (2013). Siswantika, P. H., Wibowo, N. A., Shanti, N. A., Suci, M. Pengaruh Campuran Minyak Goreng Murni dan Jelantah Terhadap Kandungan Energi. Salatiga: Universitas Kristen Satya Wacana.

Sutiah, K., Sofian, F., & Wahyu, S. B. (2008, April). Studi Kualitas Minyak Goreng dengan Parameter Viskositas dan Indeks Bias. *Berkala Fisika*, 11(2), 53-58.

Taroza, Z. (2011). Peningkatan Mutu Biodiesel Dari Minyak Biji Karet Melalui Pencampuran Dengan Biodiesel Dari Minyak Jarak Pagar. Institut Pertanian Bogor, Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor: Z Taroza.

Turnip, J. R., Tarigan, T. F., & Sinaga, M. S. (2017, Juni). Pengaruh Massa Katalis

dan Waktu Reaksi pada Pembuatan Biodiesel dari Limbah Minyak Jelantah dengan Menggunakan Katalis Heterogen K₂O dari Limbah Kulit Kakao. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 6(2), 24-29.

Utama, S. T. (2013, Oktober 16). Energi Masa Depan dari Sejarah Masa Lalu. Retrieved Mei 5, 2018, from Kompasiana: https://www.kompasiana.com/sittitariutama/energi-masa-depan-dari-sejarah-masa-lalu_5529ffcdf17e612347d623a6

Wahyuni, s., Ramli. & Mahrizal. 2015. Pengaruh Suhu Proses dan Lama Penedapan terhadap Kualitas Biodiesel dari Minyak Jelantah. Padang: *Jurnal pillar of physich*. Vol. 6, hal 33-40.

Wijayanti, K. (2008). Keseimbangan Natrium di Dalam Campuran Biodiesel Gliserol. *Jurnal Rekayasa Proses*, 2(1), 1-4.