

Lampiran A.1 Naskah Publikasi

PENGARUH KOMPOSISI MINYAK KELAPA DAN MINYAK NYAMPLUNG TERHADAP SIFAT BAHAN BAKAR DENGAN WAKTU REAKSI 30 MENIT DAN TEMPERATUR 120 °C

Ahmad Nabris

Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Yogyakarta

Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, D.I. Yogyakarta, Indonesia,
55183

Email: nabrisahmad@gmail.com

Abstract

In Indonesia the source requirements from year to year always increase alongside rapid population growth and economic growth. The use of fossil energy sources year by year is decreasing while the number of world population always increase, for alternative energy which can be used for energy (renewable energy), one of them is vegetables oil. Vegetables oil is an alternative fuel which can be upgrade and environmentally friendly.

The raw material which used is Calophyllum Inophyllum oil and coconut oil which has mixed. This research tested density, viscosity, flash point, and calorific value. Variations in mixture composition between coconut oil and Calophyllum Inophyllum oil 100.0, 90.10, 80.20, 70.30, 60.40, 50.50, 40.60, 30.70, 20.80, 10.90, and 0.100 (%) for 30 minutes with temperature 120°C. Then tested using by viscometers NDJ 8S and digital balance. Beside viscosity test, testing of calorific value also tested to find out the amount of heat obtained by the combustion process with oxygen fuel.

None of the density result met the standard of SNI 7182-2015, the density of 100% coconut oil produced is 890,690 kg/m³ and the density of 100% Calophyllum Inophyllum oil is 915,298 kg/m³. The result test from viscosity also none of them met the standard of SNI 7182-2015, viscosity of 100% coconut oil produced is 26,390 cSt and viscosity of 100% Calophyllum Inophyllum oil is 49,601 cSt. While the result from flash point has met the standard of SNI 7182-2015. Flash point of 100% coconut oil produced is 281,5°C and flash point of 100% Calophyllum Inophyllum oil is 201,9°C. The calorific value which obtained from 100% coconut oil is 8572,2539 Cal/g and 100% Calophyllum Inophyllum oil is 9227,766 Cal/g. If the Calophyllum Inophyllum oil has much mixture, the calorific value will increase.

Keywords: *Coconut Oil, Nyamplung Oil, Density, Viscosity, Flash Point, Heat Value.*

Intisari

Kebutuhan sumber di Indonesia dari tahun ke tahun terus meningkat seiring dengan pesatnya pertumbuhan populasi dan pertumbuhan ekonomi. Penggunaan sumber energi fosil semakin tahun semakin menipis sedangkan jumlah penduduk dunia selalu bertambah, untuk kebutuhan energi alternatif yang dapat digunakan sebagai energi (terbarukan) salah satunya adalah minyak nabati. Minyak nabati merupakan bahan bakar alternatif yang dapat diperbarui dan ramah lingkungan.

Bahan baku yang digunakan adalah campuran minyak kelapa dan minyak nyamplung. Penelitian ini menguji densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor. Variasi komposisi campuran antara minyak kelapa dan minyak nyamplung 100.0, 90.10, 80.20, 70.30, 60.40, 50.50, 40.60, 30.70, 20.80, 10.90, dan 0.100 (%) selama 30 menit dengan temperatur 120 °C. Kemudian diuji menggunakan viskometer NDJ 8S dan neraca digital. Selain uji viskositas, pengujian nilai kalor juga dilakukan untuk mengetahui jumlah panas (kalor) yang diperoleh proses pembakaran dengan bahan bakar oksigen.

Hasil uji densitas tidak ada yang memenuhi standar SNI 7182-2015, densitas minyak kelapa 100% yang dihasilkan 890,690 kg/m³ dan densitas minyak nyamplung 100% adalah 915,298 kg/m³. Hasil uji viskositas tidak ada yang memenuhi standar SNI 7182-2015, viskositas minyak kelapa 100% yang dihasilkan 26,390 cSt dan viskositas minyak nyamplung 100% adalah 49,601 cSt. Sedangkan hasil uji *flash point* sudah memenuhi standar SNI 7182-2015. *Flash point* minyak kelapa 100% adalah 281,5 °C dan *flash point* minyak nyamplung 100% adalah 201,9 °C. Nilai kalor yang didapatkan minyak kelapa 100% adalah 8572,2539 Cal/g dan minyak nyamplung 100% adalah 9227,7663 Cal/g. Semakin banyak campuran minyak nyamplung maka nilai kalornya akan meningkat.

Kata kunci: Minyak Kelapa, Minyak Nyamplung, Densitas, Viskositas, *Flash Point*, Nilai Kalor

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan sumber energi di Indonesia dari tahun ke tahun terus meningkat. Sampai saat ini, kebutuhan energi dipenuhi oleh sumber energi fosil seperti batubara, minyak, dan gas. Penggunaan sumber energi fosil semakin tahun semakin menipis sedangkan jumlah penduduk dunia selalu bertambah. Sehingga hal ini berdampak terjadinya krisis energi, maka perlu dilakukan pembuatan energi terbarukan. Salah satu alternatifnya adalah pembuatan biodiesel, untuk menggantikan solar (Astuti, 2008).

Biodiesel adalah bahan bakar mesin diesel yang terdiri dari senyawa kimia *ester monoalkil* yang dihasilkan dari minyak nabati atau lemak hewan. Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang dapat diperbarui dan ramah lingkungan (Suharto, 2017). Energi nabati yang terbuat dari hasil tumbuhan yang banyak tumbuh di Indonesia seperti kelapa sawit, buah kelapa, nyamplung, jarak pagar, kapok, kacang tanah, dan masih ada lebih dari 30 jenis tanaman di Indonesia yang bisa digunakan sebagai bahan biodiesel (Chandra, 2013).

Indonesia merupakan produsen kelapa terbesar di dunia. Data dari Direktorat Jenderal Perkebunan menunjukkan bahwa luas tanaman kelapa di Indonesia mencapai 3.728.600 ha, sekitar 92,40% diantaranya adalah perkebunan kelapa yang diusahakan sebagai perkebunan rakyat yang kepemilikan lahan terbatas. Produksi kelapa tercatat 15,4 miliar butir atau 3,2 juta ton (Patty, 2012). Kelapa merupakan salah satu komoditas perkebunan selain kakao, kopi, sawit, vanili, dan lada. Penyebaran tanaman kelapa hampir di seluruh Indonesia, terutama di daerah pantai. Sentral produksinya menyebar di Sumatera, Jawa, Sulawesi, NTT, dan Maluku (Anwar, 2016).

Minyak kelapa merupakan bagian yang paling berharga dari buah kelapa. *Virgin Coconut Oil* (VCO) merupakan olahan dari daging buah kelapa segar dan proses pembuatannya dilakukan pada suhu yang relatif rendah. Metode pemanasan dilakukan dengan memanaskan santan pada suhu < 90°C kemudian minyak yang diperoleh dipanaskan kembali dengan suhu rendah < 65°C. Metode fermentasi dilakukan dengan menambahkan ragi ke dalam santan. Harga jual minyak VCO tiga kali lipat dari harga minyak kelapa biasa, membuat potensial minyak VCO ini baik dikembangkan di Indonesia (Anwar, 2016).

Tanaman nyamplung (*calophyllum inophyllum*) merupakan tanaman yang tersebar cukup luas di berbagai negara seperti Afrika Timur, India, Filipina, Malaysia, dan Indonesia. Tinggi tanaman ini dapat tumbuh mencapai 30 m dengan diameternya mencapai 0,8 m. Daun tanaman ini mengkilap, batang pohon yang berwarna abu-abu hingga putih, dan buahnya lebat berwarna kuning keperakan dengan biji yang di selimuti tempurung. Produktivitas biji tanaman ini per hektar sebesar 10 ton. Sementara bijinya dapat diolah menjadi sumber energi alternatif (biodiesel). Keunggulan yang dihasilkan dari pembuatan biodiesel dari minyak nyamplung adalah rendemen minyak nyamplung tergolong tinggi di bandingkan jenis tanaman lain seperti jarak pagar 40-60%, sawit 45-54%, dan nyamplung 40-73% sebagian parameter telah memenuhi standar kualitas biodiesel Indonesia. Ketahanan pembakarannya melebihi dua kali lipat dari minyak tanah, minyak tanah mampu bertahan 5,6 menit, sedangkan minyak nyamplung mampu bertahan selama 11,3 menit (Muderawan, 2016).

Bahan bakar nabati (BBN) atau *biofuel* adalah bahan bakar transportasi berbasis yang dihasilkan dari komoditi pertanian yang biasanya digunakan untuk bahan makanan. Produk komersial BBN yang populer adalah *bioetanol* dan biodiesel. Minyak nabati merupakan sumber biodiesel yang sangat potensial karena keberadaannya dapat diperbaharui (*renewable*). Minyak nabati yang digunakan harus dengan kadar asam lemak bebas (ALB) yang rendah <1%. Bila lebih, maka perlu dilakukan *pretreatment* karena akan berakibat rendahnya kinerja efisiensi (Devita, 2015).

Memanfaatkan sumber energi terbarukan dapat membantu pemenuhan pemasukan bahan bakar yang ramah lingkungan. Indonesia merupakan negara agraris yang sebagian besar komoditasnya di sektor pertanian. Pentingnya penghematan bahan bakar fosil seperti batubara, minyak, dan gas. Mendorong beberapa penelitian untuk mengembangkan pemanfaatan minyak kelapa dan minyak nyamplung sebagai minyak nabati bahan baku biodiesel pengganti bahan bakar yang ramah lingkungan memiliki beberapa kelebihan, di antaranya sumber minyak nabati lebih mudah didapatkan, dalam proses pembuatan biodiesel minyak nabati lebih mudah dan cepat, konversi biodiesel dari minyak nabati sangat tinggi (mencapai 95%). Minyak nabati memiliki komposisi asam lemak yang berbeda-beda tergantung jenis tanamannya dan zat penyusun minyak-lemak nabati maupun hewani adalah trigliserida (Hambali, dkk 2007). Kekurangan minyak nabati adalah viskositas (kekentalan) yang tinggi mencapai 20 kali lipat dari bahan bakar fosil, sehingga hal ini dapat mempengaruhi atomisasi bahan bakar dalam ruang bakar motor diesel. Atomisasi yang tidak baik akan mengakibatkan menurunnya daya (tenaga) mesin dan pembakaran yang terjadi tidak sempurna. Viskositas yang tinggi dapat diturunkan melalui beberapa proses seperti proses pemanasan yang dipanaskan dengan suhu 40°C, sehingga mengurangi viskositas minyak menjadi ke tingkat yang sama dengan bahan bakar fosil. Dengan mengurangi viskositas bahan bakar akan meningkatkan bahan bakar injeksi, dan meningkatkan penetrasi semprotan (Hellier, 2015). Melihat latar belakang di atas dilakukan penelitian tentang pengaruh komposisi minyak kelapa dan minyak nyamplung terhadap sifat bahan bakar dengan waktu reaksi 30 menit dan temperatur 120°C.

2. METODOLOGI

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak kelapa (*coconut oil*) dan minyak nyamplung.



Gambar 1. Minyak kelapa

Berikut minyak nyamplung dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Minyak nyamplung

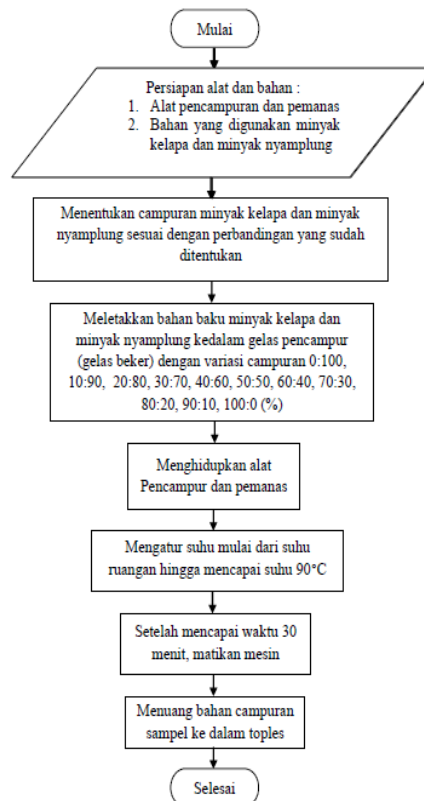


Diagram Alir Penelitian

Diagram alir digunakan untuk mempermudah melakukan pengujian pada penelitian ini.

Gambar 3. Diagram Alir Pencampuran dan Pemanasan

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian diawali dengan proses pencampuran dan pemanasan, dimana harus mempersiapkan alat dan bahan penelitian. Selanjutnya menentukan perbandingan campuran variasi minyak kelapa dan minyak nyamplung, Kemudian bahan baku dimasukkan ke dalam gelas (gelas beker) sekaligus mengatur kecepatan putaran pengaduk, mengatur suhu, dan menentukan lama waktu pencampuran bahan. Pada gambar 4 merupakan alat pemanas dan pengaduk minyak.

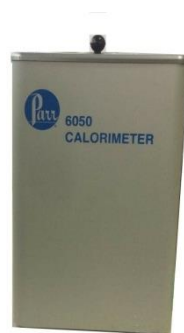


Gambar 4. Alat pemanas dan pengaduk minyak

Tahap selanjutnya menggunakan alat uji *viscometer* untuk mendapatkan nilai viskositas pada minyak tersebut, kemudian untuk mendapatkan nilai densitas alat uji yang digunakan yaitu neraca digital. Adapun untuk mendapatkan nilai titik nyala menggunakan alat uji *flash point*, serta nilai kalor menggunakan alat *bom calorimeter*. Pada gambar 5 dan 6 merupakan alat uji *flash point* dan *bom calorimeter*.



Gambar 5. Alat uji *flash point*



Gambar 6. Alat uji *bom calorimeter*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Bahan Baku Minyak

Beberapa karakteristik minyak kelapa dan minyak nyamplung diantaranya densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor. Ditunjukkan pada tabel 1, hasil pengujian karakteristik bahan baku minyak nabati.

Tabel 1. Karakteristik Bahan Baku Minyak

No	Parameter	Nilai	
		Minyak Kelapa	Minyak Nyamplung
1	Densitas (40°C) kg/m ³	890,690	915,298
2	Viskositas (40°C) cSt	20,6	45,4
3	<i>Flash Point</i> (°C)	289,5	201,9
4	Nilai Kalor (Cal/g)	8468,8623	9227,7663

Pada tabel 1, dapat dilihat perbandingan karakteristik antara minyak kelapa dan minyak nyamplung. Karakteristik minyak kelapa densitas yang dihasilkan adalah 890,690 kg/m³ belum memenuhi standar SNI 04-7182-2015 (850-890), viskositas kinematik yang dihasilkan adalah 23,128 cSt belum memenuhi standar SNI 04-7182-2015 (2,3-6,0), dan *flash point* yang dihasilkan adalah 289,5°C sudah memenuhi standar SNI 04-7182-2015 (>100°C). Perbedaan penelitian yang dilakukan (Wahyuningsih, dkk 2010)

pembuatan biodiesel dari minyak kelapa hasil yang didapatkan lebih baik, karena densitas yang dihasilkan 860 kg/m³ sudah memenuhi standar SNI, viskositas kinematik yang dihasilkan 2,44 mm²/s sudah memenuhi standar SNI, dan *flash point* yang dihasilkan 110°C sudah memenuhi standar SNI.

Karakteristik minyak nyamplung densitas yang dihasilkan 915,298 kg/m³ belum memenuhi standar SNI 04-7182-2015, viskositas kinematik yang dihasilkan 49,601 cSt belum memenuhi standar SNI 04-7182-2015, dan *flash point* yang dihasilkan sudah memenuhi standar SNI 04-7182-2015. Namun, nilai ini masih rendah dibandingkan hasil penelitian Jimmy (2012) densitas minyak nyamplung murni yang dihasilkan 0,9376 g/cm³, viskositas kinematik yang dihasilkan 50,825 mm²/s, dan *flash point* yang dihasilkan 198°C. Maka dari penelitian tersebut perbedaan yang didapatkan dari karakteristik minyak nyamplung tidak terlalu jauh antara densitas, viskositas kinematik, dan *flash point*.

Tabel 2. Kandungan asam lemak bebas pada minyak kelapa dan minyak nyamplung

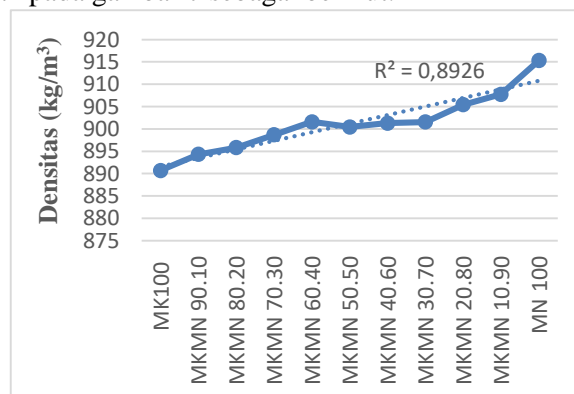
Propertis	Asam lemak bebas	Satuan	Metode
Minyak Kelapa	0,37	% b/v	Volumetri
Minyak Nyamplung	3,00	% b/v	Volumetri

Kandungan asam lemak bebas pada minyak nabati yang digunakan harus dengan kadar asam lemak bebas (ALB) yang rendah (<1%), bila lebih, maka perlu dilakukan pretreatment yang akan berakibat rendahnya kinerja efisiensi dan kalau dilakukan pembuatan biodiesel maka perlu dilakukan proses transesterifikasi, asam lemak yang tinggi akan memicu terjadinya reaksi sampingan antara katalis basa dan asam lemak akan membentuk sabun (Devita, 2015).

Minyak kelapa memiliki angka asam lemak bebas sebesar 0,37 % b/v dan minyak nyamplung memiliki angka asam lemak bebas sebesar 3,00 % b/v. Dari hasil asam lemak tersebut dapat disimpulkan bahwa kalau proses pembuatan biodiesel dari minyak kelapa dapat diproses dengan satu tahap atau proses transesterifikasi karena kadar asam lemak bebas minyak kelapa rendah, sedangkan asam lemak nyamplung lebih tinggi maka harus dilakukan proses dua tahap seperti proses esterifikasi dan transesterifikasi hal ini dikarenakan kadar asam lemak bebas minyak nyamplung lebih tinggi. Proses esterifikasi bertujuan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas yang terkandung pada minyak nyamplung.

Densitas Campuran Minyak

Densitas merupakan jumlah suatu zat yang tergantung pada suatu unit volume. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Berdasarkan pengujian yang dilakukan proses variasi campuran minyak kelapa dan minyak nyamplung ditunjukkan pada gambar 7 sebagai berikut.



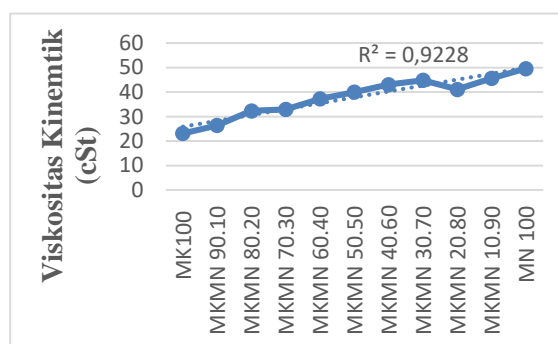
Gambar 7. Grafik Hasil pengujian densitas

Pada penelitian ini menghasilkan densitas yang beragam dari 890,690kg/m³-915,298 kg/m³. Hasil penelitian minyak nabati tersebut, baik minyak murni ataupun campuran tidak ada yang memenuhi standar SNI 7182-2015. Densitas minyak nabati lebih tinggi dibanding massa jenis biodiesel yang ditetapkan SNI. Untuk memenuhi densitas yang sudah ditetapkan SNI tersebut, maka perlu dilakukan proses transesterifikasi dengan melakukan

proses transesterifikasi tersebut dapat dikatakan berhasil menurunkan densitas yang tinggi dan dapat memenuhi standar yang sudah ditetapkan SNI (850-890).

Viskositas Campuran Minyak

Viskositas merupakan kekentalan suatu fluida. Berdasarkan pengujian viskositas yang dilakukan campuran minyak kelapa dan minyak nyamplung dapat dilihat gambar 8.

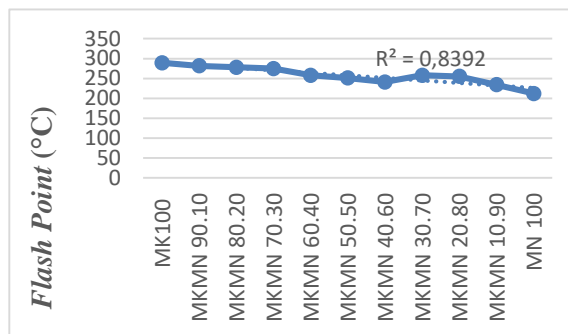


Gambar 8. Grafik Hasil Pegujian Viskositas Kinematik

Viskositas sangat berhubungan dengan laju aliran fluida, semakin kental cairan maka semakin besar gaya yang dibutuhkan. Hasil dari campuran minyak kelapa dan minyak nyamplung pada penelitian ini memiliki viskositas kinematik yang mengalami kenaikan, karena viskositas antara minyak kelapa dan minyak nyamplung memiliki perbedaan. Viskositas kinematik berhubungan dengan komposisi asam lemak bahan baku, jumlah ikatan rangkap, dan kemurnian produk akhir. Semakin panjang rantai karbon asam lemak dan alkohol maka viskositas yang dihasilkan akan lebih besar (Tazora, 2011). Minyak nyamplung memiliki viskositas lebih tinggi dari pada viskositas minyak kelapa, dari 11 sampel yang digunakan pada penelitian ini nilai viskositas kinematik yang dihasilkan tidak ada yang memenuhi standar SNI 7182-2015 (2,3-6,0). Penelitian yang dilakukan Wahyuningsih, dkk (2010) tentang biodiesel dari minyak kelapa hasil viskositas kinematik yang didapatkan adalah 2,44 mm²/s sudah memenuhi standar SNI 7182-2015. Minyak nabati memiliki viskositas yang sangat tinggi, untuk menurunkan viskositas tersebut maka perlu dilakukan proses transesterifikasi (Prihanto, 2013).

Flash Point Campuran Minyak

Flash point merupakan titik nyala bahan yang mudah menguap pada suhu terendah dimana uap minyak terkena percikan api di udara bebas. Berdasarkan hasil pengujian *flash point* yang dilakukan dari proses variasi campuran minyak kelapa dan minyak nyamplung dapat di lihat pada gambar 9.

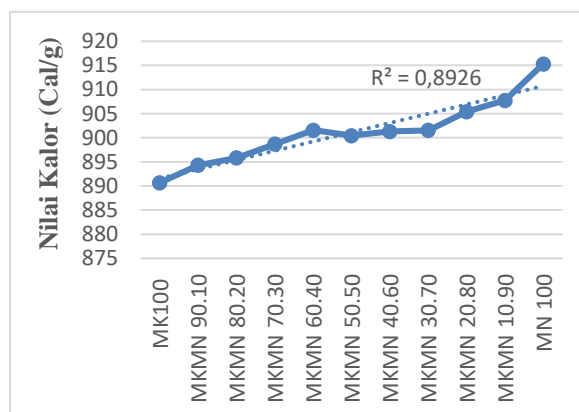


Gambar 9. Grafik Hasil pengujian *flash point*

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada *flash point* campuran minyak kelapa dan minyak nyamplung dari 11 sampel yang diuji didapatkan hasil yang mengalami penurunan, karena titik bakar antara minyak kelapa dan minyak nyamplung memiliki perbedaan, minyak kelapa memiliki titik nyala lebih besar dari pada titik nyala minyak nyamplung. Dari 11 sampel yang diuji semuanya sudah memenuhi standar SNI 7182-2015 ($>100^{\circ}\text{C}$). Kemudian, pengujian *flash point* biodiesel minyak kelapa yang dilakukan (Wahyuningsih, dkk 2010) hasil yang didapatkan lebih rendah, nilai *flash point* yang dihasilkan 110°C , sedangkan pengujian yang dilakukan pada *flash point* minyak kelapa murni lebih tinggi yang dihasilkan $289,5^{\circ}\text{C}$. Titik nyala minyak nabati lebih tinggi dari biodiesel, titik nyala minyak nabati $200\text{-}300^{\circ}\text{C}$, sedangkan titik nyala biodiesel 176°C (Jimmy, 2012).

Nilai Kalor Campuran Minyak

Nilai kalor merupakan angka yang menyatakan jumlah panas/kalori yang diperoleh dari proses pembakaran dengan bahan bakar oksigen. Nilai kalor sangat berkaitan dengan densitas. Semakin besar nilai densitas minyak tersebut maka semakin kecil nilai kalornya, begitupula sebaliknya semakin kecil densitasnya maka akan semakin besar nilai kalornya dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Grafik Hasil Pengujian Nilai Kalor

Grafik hasil pengujian nilai kalor menunjukkan kenaikan dari $8468,8623\text{ Cal/g}$ menjadi $9227,7663\text{ Cal/g}$. Nilai kalor campuran minyak kelapa dan minyak nyamplung semakin meningkat seiring dengan semakin banyak presentase minyak nyamplung. Hal ini

disebabkan karena minyak nyamplung memiliki nilai kalor yang lebih tinggi dibandingkan dengan minyak kelapa, sehingga semakin banyak campuran minyak nyamplung, maka nilai kalornya semakin tinggi.

Semakin panjang rantai karbon maka akan mengurangi massa oksigen, sehingga nilai kalor akan meningkat (Hoekman, 2012). Berdasarkan hasil pengujian asam lemak, didapatkan bahwa minyak nyamplung memiliki rantai karbon yang lebih tinggi dari minyak kelapa, sehingga, campuran minyak kelapa dan minyak nyamplung memiliki nilai kalor yang meningkat seiring dengan semakin banyak presentase minyak nyamplung.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini didapat hasil pengujian dari minyak kelapa yakni densitas ($890,690 \text{ kg/m}^3$), viskositas ($23,128 \text{ cSt}$), *flash point* ($289,5^\circ\text{C}$), dan nilai kalor ($8468,8623 \text{ Cal/g}$). Sementara hasil pengujian dari minyak nyamplung yakni densitas ($915,298 \text{ kg/m}^3$), viskositas ($49,601 \text{ cSt}$), *flash point* ($201,9^\circ\text{C}$), dan nilai kalor ($9227,7663 \text{ Cal/g}$). Minyak nyamplung memiliki viskositas yang tinggi dikarenakan tingkat kemurnian bahan baku masih rendah. Dari semua penelitian densitas dan viskositas baik minyak kelapa dan minyak nyamplung semuanya tidak ada yang memenuhi SNI 7182-2015. Tetapi hasil pengujian *flash point* baik itu minyak kelapa dan minyak nyamplung semuanya sudah memenuhi SNI 7182-2015 ($>100^\circ\text{C}$). Dengan semakin banyak campuran minyak nyamplung pada setiap sampel campuran dapat meningkatkan karakteristik nilai densitas, viskositas, dan nilai kalor. Namun berbanding terbalik dengan nilai *flash point* semakin banyak campuran minyak nyamplung pada setiap sampel hasil yang didapatkan menurun, karena titik bakar minyak kelapa lebih tinggi dari minyak nyamplung. Perbandingan terbaik diperoleh pada campuran minyak kelapa dan minyak nyamplung pada komposisi MKMN 90.10 (%) sudah mendekati SNI 7182-2015 densitas yang dihasilkan $894,288 \text{ kg/m}^3$, viskositas $26,390 \text{ cSt}$, dan nilai kalor $8572,3529 \text{ Cal/g}$, namun hasil yang memenuhi SNI 7182-2015 hanya *flash point* yaitu sebesar $281,5^\circ\text{C}$.

5. SARAN

Karakteristik minyak nyamplung masih sangat tinggi baik hasil densitas, viskositas, dan nilai kalor. Nilai ini jauh dari standar SNI 7182-2015. Hal ini disebabkan karena bahan baku minyak nyamplung masih berupa minyak mentah yang masih banyak terdapat zat-zat pengotor, jika dalam penelitian selanjutnya menggunakan bahan baku minyak nyamplung yang sama, sehingga perlu dilakukan pemurnian terlebih dahulu supaya menghasilkan nilai yang memenuhi SNI 7182-2015.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, Chairil dan Reza Salima. 2016. *Perubahan rendemen dan mutu virgin coconut oil (VCO) pada berbagai kecepatan putar dan lama waktu*. Jurnal Teknotan Vol. 10, No. 2, Teknologi Hasil Ternak Politeknik Venezuela, Aceh Besar, halm 51-60.
- Astuti, Erna. 2008. "Pengaruh konsentrasi katalisator dan rasio bahan terhadap kualitas biodiesel dari minyak kelapa". Jurnal Rekayasa Proses, Vol. 2, No. 1, Teknik Kimia UAD, halm 5-10.
- Chandra, bayu biru dan Filan Setiawan, Setiyo Gunawan, Tri Widjaja. 2013. "Pemanfaatan biji buah nyamplung (*Callophylum Inophylum*) sebagai bahan baku pembuatan biodiesel". Jurnal Teknik Pomits Vol. 2, No. 1, Jurusan Teknik Kimia ITS, halm B13-B15.
- Devita, Liza. 2015. *Biodiesel sebagai bioenergi alternatif dan prospektif*. Skripsi, Sekolah Tinggi Penyuluhan Pertanian Medan, halm 23-26.
- Hambali, Erliz dan Siti Mujdalipah, Armansyah Halomoan Tambunan, Abdul Waries Pattiwiri, Roy Hendroko. 2007. "Teknologi Bioenergi". Jakarta Selatan: PT AgroMedia Pustaka.
- Hambali, Erliz dan Siti Mujdalipah, Armansyah Halomoan Tambunan, Abdul Waries Pattiwiri, Roy Hendroko. 2007. "Teknologi Bioenergi". Jakarta Selatan: PT AgroMedia Pustaka.
- Hellier, Paul dan Nicos Ladommamos, Talal Yusaf. 2015. "The influence of straight vegetable oil fatty acid composition on compression ignition combustion and emissions". Jurnal Mechanical Engineering, University College London, halm 131-143.
- Hoekman, S. Kent dan Amber Broch, Curtis Robbins, Eric Cenicerros, Mani Natarajan. 2012. "Renewable and Sustainable Energy Reviews". Jurnal Desert Research Institute (DRI) USA, halm 143-169.
- Jimmy. 2012. *Penggunaan minyak nyamplung sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak tanah*. Jurnal Penelitian Teknik Kimia Vol.1, No.1 Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang, halm 28-33.
- Muderawan, I Wayan dan Ni Ketut Prati Daiwataningsih. 2016. "Pembuatan biodiesel dari minyak nyamplung (*Callophylum Inophylum*) dan analisis metalis esternya dengan GC-MS". Skripsi, Jurusan Pendidikan Kimia Universitas Pendidikan Ganesha, halm 324-331.
- Patty, Zeth. 2012. "Analisis produktivitas dan nilai tambah kelapa rakyat". Skripsi, Politeknik Perdamaian Halmahera Tobelo, halm 153-159.
- Prihanto, Antonius dan Bambang Pramudono, Herry Santosa. 2013. "Peningkatan yield biodiesel dari minyak biji nyamplung melalui transesterifikasi dua tahap". Jurnal Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Vol.9, No.2, halm 46-53.

Tazora, Zuhelmi. 2011. "Peningkatan mutu biodiesel dari minyak biji karet melalui pencampuran dengan biodiesel dari minyak jarak pagar". Skripsi, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

Wahyuningsih, Slamet dan padil, amir awaluddin. 2010. "Pembuatan biodiesel dari minyak kelapa melalui reaksi metanolisis menggunakan katalis CaCO_3 yang dipijarkan". Jurnal Natural Indonesia. Halm 27-32.