

Karakteristik Biodiesel Kemiri Sunan dengan Katalis NaOH dan KOH

**Garusti Garusti, Ahmad Dhiaul Khuluq, Joko Hartono,
Prima Diarini Riajaya, Rully Dyah Purwati**

Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat

Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang

E-mail: garusti.ugm@gmail.com

Diterima: 18 Mei 2020; direvisi: 21 Juli 2020; disetujui: 14 Agustus 2020

ABSTRAK

Minyak non pangan seperti minyak biji kemiri sunan berpotensi digunakan sebagai bahan baku biodiesel. Masalah yang muncul dalam pembuatan biodiesel adalah reaksi transesterifikasi tanpa katalis berlangsung sangat lambat sehingga dikhawatirkan reaksinya tidak stabil, serta kebutuhan input energi yang sangat tinggi menjadikan tidak layak teknis. Oleh karena itu, untuk mempercepat reaksi transesterifikasi diperlukan katalis. Penggunaan KOH 1% dan NaOH 0,75% sebagai katalis pada proses transesterifikasi dapat mempercepat reaksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik biodiesel dari minyak biji kemiri sunan, campuran dari beberapa aksesori, yang dihasilkan dengan katalis NaOH 0,75% dan KOH 1% dibandingkan dengan SNI 04-7182-2015 tentang Biodiesel. Metode pembuatan biodiesel yang digunakan meliputi tahapan *degumming*, transesterifikasi, separasi dan pencucian. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Tanaman Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, Malang pada bulan Agustus-Desember 2019. Biodiesel kemiri sunan menggunakan katalis NaOH 0,75% memiliki nilai kadar air 0,03%, densitas 0,89 (g/cm³), angka asam 0,38 mg/KOH/g, angka iod 42,67, viskositas kinematik pada suhu 40 °C 5,45 °C, dan titik nyala 173 °C. Biodiesel dengan penambahan katalis NaOH 0,75% menghasilkan mutu lebih baik dari penambahan katalis KOH 1%. Biodiesel dengan katalis NaOH 0,75% sudah memenuhi SNI 04-7182-2015 tentang Biodiesel pada parameter mutu yang diukur (kadar air, densitas, angka asam, angka iod, viskositas kinematik, dan titik nyala). Parameter lain dalam SNI 04-7182-2015 yang belum dilaporkan dalam penelitian ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk biodiesel minyak kemiri sunan menggunakan katalis NaOH 0,75%.

Kata kunci: biodiesel, metil ester, kemiri sunan, katalis basa

Characteristics of Toxic-Candlenut Biodiesel with NaOH and KOH Catalysts

ABSTRACT

Non-food oils, such as toxic-candlenut seed oil, have the opportunity to be used as raw material for biodiesel. The problem that arises in biodiesel process is the slowly transesterification reaction, when without a catalyst will cause unstable reaction, need very high energy inputs, so that makes it technically unfeasible. Therefore, a catalyst is needed to accelerate the transesterification reaction. The use of 1% KOH and 0.75% NaOH in the transesterification process can accelerate the reaction. This study was aimed to determine the characteristics of biodiesel from toxic candlenut oil, a mixture of several accessions of the toxic candlenuts, which was produced with 1% KOH and 0.75% NaOH catalyst. The results were then compared to the characteristics of those determined in SNI 04-7182-2015 of Biodiesel. The method in producing biodiesel included the stages of degumming, transesterification, separation and washing. The experiment was conducted in Phytochemical Laboratory of ISFCRI in August to December 2019. Toxic candlenut biodiesel using 0.75% NaOH catalyst has a value of moisture content (0.03%), density (0.89 g/cm³), acid number (0.38 mg/KOH/g), iodine number (42.67), kinematic viscosity at temperature 40°C (5.45°C), and flash point (173°C). Biodiesel quality with 0.75% NaOH is better than that of 1% KOH catalyst. Biodiesel with 0.75% NaOH

catalyst has achieved the requirement of the SNI 04-7182-2015 on Biodiesel on almost all parameters (i.e., water content, density, acid number, iodine number, kinematic viscosity, and flash point). Other parameters in SNI 04-7182-2015 that have not been reported in this study need further research on biodiesel of toxic candlenut oil using 0.75% NaOH catalyst. Toxic candlenut biodiesel is expected to be used for biofuel.

Keywords: biodiesel, methyl ester, toxic candlenut, base catalyst

PENDAHULUAN

Kemiri sunan merupakan tanaman potensial penghasil minyak nabati non pangan. Kandungan minyak pada kernel kemiri sunan mencapai 50-52% (Holilah et al., 2015). Selain kandungan minyak yang tinggi, minyak kemiri sunan juga memiliki karakteristik yang khas dan produktivitas mencapai 12 ton/ha/tahun (Kementan, 2011a; Kementan, 2011b). Transesterifikasi minyak kemiri sunan menghasilkan biodiesel yang dapat digunakan sebagai bahan bakar diesel.

Minyak kemiri sunan yang memiliki kadar asam lemak bebas > 1% tidak dapat langsung direaksikan transesterifikasi, karena dapat menghasilkan reaksi penyabunan antara katalis basa yang digunakan dengan asam lemak bebas dalam minyak, sehingga perlu dilakukan proses esterifikasi menggunakan katalis asam untuk menurunkan kadar asam lemak bebas (Murni et al., 2016). Proses pembuatan biodiesel dari minyak melalui proses transesterifikasi, mengubah trigliserida menjadi etil ester (biodiesel) dengan pereaksi metanol. Tiga mol metanol bereaksi dengan satu mol trigliserida menghasilkan tiga mol metil ester dan satu mol gliserol (Aunillah and Pranowo, 2012).

Reaksi transesterifikasi tanpa katalis pada suhu tinggi (200-300°C) berlangsung sangat lambat, sehingga dikhawatirkan akan terjadi perubahan kimia pada asam lemak dari trigliserida (Susilo et al., 2017). Selain itu reaksi transesterifikasi tanpa katalis membutuhkan input energi yang sangat tinggi, sehingga dapat dikatakan tidak layak teknis. Reaksi transesterifikasi ini merupakan reaksi lambat yang terjadi dalam dua fase, sehingga

diperlukan penambahan katalis untuk mengubah reaksi dua fase menjadi satu fase (Baidawi et al., 2008). Kelarutan minyak dalam metanol rendah sehingga untuk meningkatkan reaksi ditambahkan katalis. Katalis akan mengubah reaksi transesterifikasi yang terjadi dua fase menjadi satu fase (Muyassaroh et al., 2012). Katalis basa yang dapat digunakan dalam proses transesterifikasi antara lain NaOH dan KOH.

Penggunaan katalis yang tidak tepat dapat menghasilkan biodiesel dengan mutu yang tidak sesuai SNI. Penggunaan katalis NaOH 0,75% menghasilkan biodiesel kemiri sunan dengan densitas, viskosita kinematik, titik nyala, dan titik kabut yang sesuai dengan SNI Biodiesel (Murni et al., 2016). Pada hasil penelitian yang lainnya menyebutkan bahwa pembuatan biodiesel kemiri sunan menggunakan katalis NaOH 0,2%, 0,4%, dan 0,6% serta KOH 0,2%, 0,4%, dan 0,6% memiliki angka asam 0,74-0,92 mg KOH/g dan viskositas kinematik 5,65-12,5 cSt, yang belum sesuai dengan SNI Biodiesel (Hendra, 2014). Perbedaan konsentrasi dan jenis katalis dapat mempengaruhi reaksi kinematik transesterifikasi, sehingga dapat mempengaruhi kualitas biodiesel yang dihasilkan (Bajpai and Tyagi, 2006). Untuk itu perlu dilakukan penelitian pembuatan biodiesel kemiri sunan dengan penambahan jumlah katalis yang digunakan, yaitu NaOH 0,75% dan KOH 1%. Pembuatan biodiesel kemiri sunan dengan katalis KOH 1% belum pernah dilaporkan, sehingga perlu dilakukan penelitian pembuatan biodiesel kemiri sunan dengan penambahan jumlah katalis yang digunakan, yaitu NaOH 0,75% dan KOH 1% serta dilakukan *treatment degumming* untuk meningkatkan

kualitas biodiesel yang dihasilkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi karakteristik biodiesel yang dihasilkan dengan katalis NaOH 0,75% dan KOH 1 % dibandingkan dengan SNI Biodiesel 04-7182-2015.

METODOLOGI

Alat dan Bahan

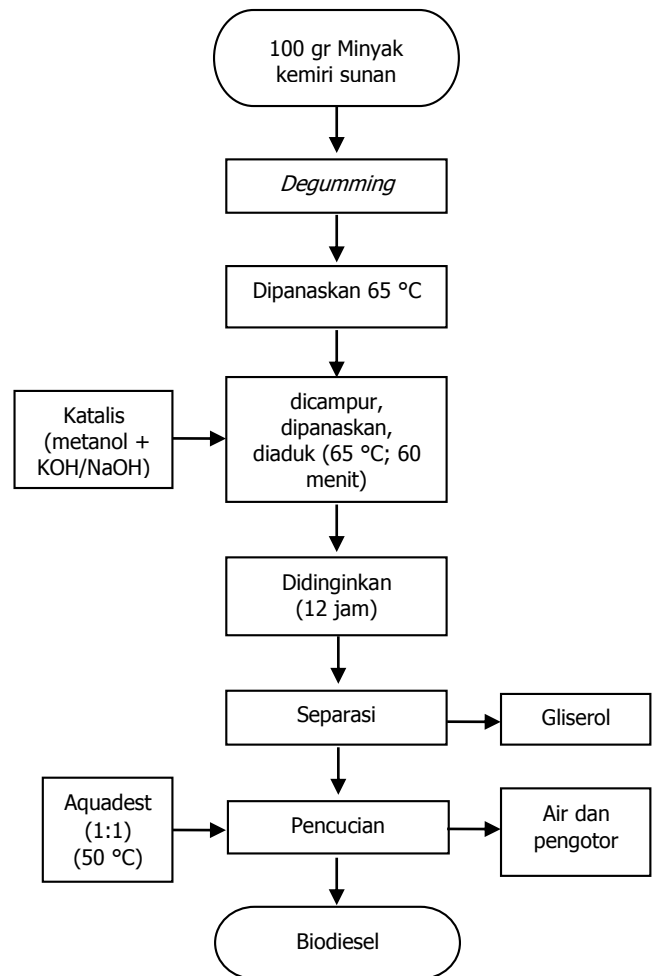
Penelitian pembuatan biodiesel kemiri sunan dilakukan di Laboratorium Kimia Tanaman Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, Malang pada bulan Agustus-Desember 2019. Analisis kadar air, densitas, kadar asam lemak bebas, angka asam, dan angka iod dilakukan di Laboratorium Kimia Tanaman Balittas dan analisis viskositas kinematik dan titik nyala di Laboratorium Energi ITS. Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji kemiri sunan dari beberapa aksesori yang diperoleh dari pertanaman kemiri sunan di Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian (IP2TP) Sumberejo, Bojonegoro. Bahan kimia yang digunakan adalah methanol, katalis NaOH, katalis KOH, etanol, dan indikator fenolftalein.

Pretreatment Minyak Biji Kemiri Sunan

Optimalisasi proses pembuatan biodiesel dilakukan percobaan *pretreatment* pada bahan baku minyak kemiri sunan dengan perlakuan *degumming* dan tanpa *degumming*. Metode pembuatan biodiesel kemiri sunan meliputi tahapan *degumming*, transesterifikasi, separasi dan pencucian. *Degumming* dilakukan dengan air panas suhu 60 °C (Budi, 2017). Proses pembuatan biodiesel dari minyak kemiri sunan disajikan dalam Gambar 1.

Proses Transesterifikasi

Transesterifikasi dilakukan dengan cara memanaskan 100 g minyak dalam labu reaksi, hingga suhu minyak mencapai suhu



Gambar 1. Diagram proses pembuatan biodiesel dari minyak kemiri sunan

65 °C. Katalis yang digunakan adalah KOH 1% (Prihanto and Irawan, 2018) dan NaOH 0,75% (Silitonga et al., 2017) yang dilarutkan dalam metanol (jumlah mol metanol sebanyak 9 kali mol minyak) disertai pengadukan selama 15 menit hingga terbentuk larutan metanolik KOH 1% dan metanolik NaOH 0,75%. Larutan metanolik ini selanjutnya dicampurkan kedalam minyak kemiri selama 60 menit dan dilakukan agitasi. Tahap separasi dilakukan dengan memisahkan lapisan metil ester dan gliserol di dalam corong pisah. Tahap pencucian dilakukan dengan menambahkan aquadest (50 °C) pada larutan FAME dengan perbandingan 1:1 (v/v). Campuran dikocok dengan kuat dan didiamkan beberapa saat sampai terbentuk dua lapisan. Lapisan air di

bagian bawah dibuang dan pencucian diulang beberapa kali menggunakan akuades sampai FAME netral.

Analisis Biodiesel

Peubah pengamatan pada biodiesel adalah rendemen, kadar air, densitas, kadar asam lemak bebas, angka asam, angka iod, viskositas kinematik pada suhu 40 °C, titik kabut, dan titik nyala. Analisis kadar air, densitas, kadar asam lemak bebas, dan angka asam menggunakan metode yang sesuai dengan SNI 04-7182-2006. Analisis angka iod menggunakan metode iodometri yang sesuai dengan AOCS Cd 1-25. Analisis viskositas kinematik pada suhu 40 °C menggunakan metode IK/LEL-ITS/VB, titik kabut dengan metode ASTM D 2500, dan titik nyala dengan metode ASTM D 92. Parameter mutu hasil analisis yang diperoleh dibandingkan dengan SNI Biodiesel 04-7182-2015.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Biodiesel Kemiri Sunan

Pretreatment degumming pada minyak kemirisunan menghasilkan biodiesel dengan angka asam yang lebih rendah dibandingkan dengan tanpa *degumming*. Angka asam dengan *pretreatment degumming* 0,38 (mg/KOH/g), sedangkan tanpa *degumming* 0,43 (mg/KOH/g) (Tabel 1). *Degumming* dapat menurunkan angka asam (Adekunle et al., 2016), sehingga akan mengurangi terjadinya penyabunan saat proses transesterifikasi dan dapat meningkatkan konversi metil ester. Selain itu kelebihan lainnya dengan dilakukannya *pretreatment degum-*

ming adalah dapat menghasilkan kadar air yang lebih rendah (Tabel 1).

Biodiesel dengan penambahan katalis NaOH 0.75% memiliki rendemen 79,14% dan biodiesel dengan katalis KOH 1% memiliki rendemen 79,38%. Biodiesel dari minyak biji kemiri sunan pada perlakuan dengan *degumming*, perbandingan mol minyak dan pelarut 1:9 dan menggunakan katalis KOH 1%, memiliki rendemen hampir sama dengan NaOH 0,75%. Rendemen ini lebih rendah dari yang dilaporkan oleh Aunillah and Pranowo (2012), biodiesel dengan metode transesterifikasi dua tahap menggunakan katalis KOH 0,2% dengan alat reaktor biodiesel menghasilkan rendemen 88%. Pada penelitian ini menggunakan transesterifikasi satu tahap dan tidak menggunakan reaktor biodiesel, sehingga rendemen yang dihasilkan lebih rendah dari yang dilaporkan Aunillah and Pranowo (2012). Metode yang berbeda untuk membuat biodiesel dapat menghasilkan rendemen yang lebih tinggi. Abdullah et al. (2010) melaporkan penggunaan katalis KOH dan NaOH pada reaksi transesterifikasi menghasilkan rendemen yang tidak berbeda secara signifikan. Penggunaan katalis yang berbeda (heterogen) dapat menghasilkan rendemen lebih rendah atau tinggi, seperti yang dilaporkan Ritonga et al. (2016) penggunaan katalis heterogen natrium silikat sebanyak 3% dari minyak pada transesterifikasi menghasilkan rendemen 96,1493%.

Kadar air biodiesel maksimum berdasar SNI 04-7182-2015 adalah 0,05%. Kadar air biodiesel yang dihasilkan dalam penelitian ini sudah memenuhi SNI 04-7182-2015 (Tabel 2). Biodiesel yang dihasilkan dengan penambah-

Tabel 1. Karakteristik biodiesel dengan perlakuan tanpa *degumming* dan dengan *degumming* menggunakan katalis NaOH 0,75%

Parameter	Biodiesel tanpa <i>degumming</i>	Biodiesel dengan <i>degumming</i>
Kadar Air (%)	0,037	0,032
Densitas (25°C) (g/cm ³)	0,89	0,89
Kadar Asam lemak bebas (%)	0,24	0,24
Angka Asam (mg/KOH/g)	0,43	0,38

Tabel 2. Karakteristik fisikokimia biodiesel kemiri sunandibandingkan dengan SNI

Parameter	Biodiesel (KOH 1%)	Biodiesel (NaOH 0,75%)	SNI 04-7182-2015
Kadar Air (%)	0,03	0,03	Maks 0,05
Densitas (25°C) (g/cm ³)	0,89	0,89	0,85-0,89
Angka Asam (mg/KOH/g)	0,34	0,38	Maks 0,5
Angka Iodium (g-I ₂ /100g)	40,94	42,67	Maks 115
Viskositas kinematik 40 °C (cSt)	9,06	5,45	2,3 - 6,0
Titik nyala (°C)	175	173	Min 100

an katalis KOH 1 % dan NaOH 0,75% pada proses transesterifikasi memiliki kadar air sama, yaitu 0,03%. Kadar air biodiesel dengan katalis NaOH 0,6% yang dilaporkan Hendra (2014) lebih tinggi yaitu 0,05%. Penambahan jumlah katalis NaOH 0,2%, 0,4%, dan 0,6 % menurunkan kadar air biodiesel (Hendra, 2014). Kadar air yang tinggi dalam biodiesel dapat menyebabkan reaksi hidrolisis ester, sehingga akan menurunkan kualitas biodiesel (Abdullah et al., 2010). Proses transesterifikasi menggunakan katalis menurunkan nilai densitas minyak biji kemiri sunan yaitu dari 0,952 (25°C) (g/cm³) menjadi lebih rendah, 0,89(25°C) (g/cm³). Biodiesel yang dihasilkan memiliki nilai densitas sesuai dengan SNI 04-7182-2015 (Tabel 2). Densitas biodiesel kemiri sunan yang dihasilkan tidak terdapat perbedaan antara penambahan katalis KOH 1 % dan NaOH 0,75%. Hasil penelitian ini tidak jauh berbeda dengan yang dilaporkan oleh Aunillah and Pranowo (2012) dan Hendra (2014). Biodiesel kemiri sunan dengan katalis CaO dan SiO yang dilaporkan Haryono et al. (2020) juga memiliki densitas 0,88 (25°C) (g/cm³).

Angka asam merupakan jumlah KOH yang digunakan untuk menetralkan 1 g asam lemak bebas dalam sampel. Asam lemak bebas dalam biodiesel mempengaruhi kestabilan biodiesel (Dias et al., 2008). Angka asam maksimal menurut SNI 04-7182-2015 adalah 0,5 mg/KOH/g. Berdasarkan hal tersebut maka biodiesel yang dihasilkan dalam penelitian ini sudah memenuhi SNI tersebut. Biodiesel dengan katalis NaOH 0,75% dan KOH 1% memiliki nilai angka asam yang tidak jauh berbeda. Biodiesel dengan angka asam

yang lebih kecil yaitu biodiesel dengan katalis KOH 1% yaitu 0,34 mg/KOH/g. Sedangkan biodiesel dengan katalis NaOH 0,75 % memiliki angka asam 0,38 mg/KOH/g. Angka asam biodiesel kemiri sunan ini lebih rendah dari yang dilaporkan Hendra (2014) yang menggunakan katalis NaOH 0,6% dan KOH 0,6% memiliki yaitu 0,74 mg/KOH/g dan 0,78 mg/KOH/g. Biodiesel kemiri sunan dengan katalis 3,5 gram dalam satu liter minyak yang dilaporkan oleh Kumar et al. (2014) memiliki angka asam 0,28 mg/KOH/g. Penambahan jumlah katalis basa pada transesterifikasi cenderung menurunkan angka asam biodiesel (Faizal et al., 2013).

Angka iodium menunjukkan ikatan rangkap dalam senyawa sebagai parameter stabilitas oksidatif dan kemampuan pembentukan endapan, mempengaruhi kualitas bahan bakar, dan penyebab korosi. Angka iodium yang tinggi menunjukkan stabilitas oksidatif yang rendah serta dapat menyebabkan polimerisasi dan endapan, sehingga mempengaruhi kinerja mesin (Lapuerta et al., 2009). Standar angka iodium maksimum menurut SNI 04-7182-2015 adalah 115. Angka iodium yang dihasilkan dengan katalis KOH 1% dan NaOH 0,75% pada penelitian ini adalah 40,94 dan 42,67, nilai ini sudah memenuhi SNI 04-7182-2015. Akan tetapi, angka iodium yang dihasilkan dalam penelitian ini lebih rendah dari yang dilaporkan Aunillah and Pranowo (2012) dan Hendra (2014). Perbedaan ini diduga karena karakter awal minyak kemiri sunan yang digunakan sedikit berbeda. Angka iodium dengan katalis KOH 1% lebih rendah dari katalis NaOH 0,75%.

Pada biodiesel kemiri sunan menggunakan katalis NaOH 0,6% yang dilaporkan Hendra (2014) memiliki angka iodium 109,73. Jenis dan konsentrasi katalis yang digunakan dapat mempengaruhi angka iodium biodiesel. Selain itu angka iodium dipengaruhi oleh karakteristik minyak yang digunakan untuk membuat biodiesel (Kumar et al., 2014).

Viskositas biodiesel mempengaruhi proses atomisasi dan pembakaran bahan bakar, viskositas yang tinggi menghambat pembentukan kabut pada proses atomisasi dan menyebabkan proses pembakaran tidak sempurna (Kumar et al., 2014). Viskositas kinematik pada suhu 40°C berdasarkan SNI 04-7182-2015 tentang Biodiesel antara 2,3 - 6,0 cSt. Biodiesel dengan penambahan katalis NaOH 0,75% pada proses transesterifikasi sudah memenuhi SNI 04-7182-2015, yaitu 5,45 cSt. Nilai viskositas kinematik biodiesel kemiri sunan yang dilaporkan Hendra menggunakan katalis NaOH 0,6% (2014) tidak jauh berbeda yaitu 5,41 cSt. Viskositas kinematik biodiesel dengan penambahan katalis KOH 1 % yaitu 9,06 cSt, belum memenuhi SNI 04-7182-2015 tentang Biodiesel. Nilai viskositas ini hampir sama dengan yang dilaporkan oleh Hendra (2014) biodiesel kemiri sunan dengan katalis KOH 0,6% memiliki viskositas kinematik 9,2 cSt.

Biodiesel dengan katalis KOH 1% memiliki viskositas kinematik paling tinggi diduga karena jumlah katalis yang digunakan terlalu besar dibanding dengan yang dilaporkan Aunillah and Pranowo (2012). Nilai viskositas berhubungan erat dengan rendemen biodiesel, penurunan nilai viskositas diimbangi dengan kenaikan rendemen (Ghanei et al., 2011; Moradi et al., 2012). Jumlah katalis yang kurang menyebabkan trigliserida tidak dapat diubah menjadi metil ester sehingga menurunkan rendemen dan meningkatkan viskositas, dan jumlah katalis yang berlebih juga dapat meningkatkan viskositas karena pembentukan sabun dan mengganggu pemisahan gliserol (Bilgin et al., 2015). Kontaminasi gliserol juga dapat meningkatkan viskositas (Bajpai and Tyagi, 2006).

Titik nyala dari biodiesel yang dihasilkan dengan katalis KOH 1% dan katalis NaOH yaitu 175°C dan 173°C. Penggunaan katalis KOH 1% dan NaOH 0,75 % menghasilkan nilai titik nyala yang tidak jauh berbeda. Kumar et al. (2014) melaporkan titik nyala biodiesel kemiri sunan dari transesterifikasi dengan katalis NaOH 3,5 g dalam satu liter minyak tidak jauh berbeda juga, yaitu 178 °C. Titik nyala biodiesel kemiri sunan yang dilaporkan Aunillah and Pranowo (2012) lebih rendah yaitu 129,5°C. Titik nyala yang tinggi mengindikasikan kelebihan methanol yang telah bereaksi sempurna, karena kelebihan metanol dapat menurunkan titik nyala (Dias et al., 2008). Titik nyala berhubungan dengan sisa metanol (alkohol), sisa alkohol dapat menurunkan titik nyala biodiesel (Boog et al., 2011). Titik nyala hasil penelitian ini dengan yang dilaporkan Aunillah and Pranowo (2012) memiliki selisih yang jauh diduga karena perbedaan mol metanol yang digunakan berbeda. Pada penelitian ini mol metanol dan mol minyak yang digunakan adalah 9:1, sedangkan pada Aunillah and Pranowo (2012) menggunakan perbandingan 5:1.

Dengan diketahuinya pembuatan biodiesel skala laboratorium menggunakan katalis NaOH 0,75% menghasilkan biodiesel dengan karakteristik terukur lebih baik dari KOH 1% berpotensi untuk diimplementasikan dalam skala besar, sehingga biodiesel diharapkan dapat menjadi alternatif bahan bakar diesel. Penggunaan biodiesel dapat mengurangi kebutuhan bahan bakar minyak bumi yang semakin terbatas. Selain itu minyak kemiri sunan merupakan bahan non pangan sehingga biodiesel dari kemiri sunan tidak berebut dengan minyak bahan pangan.

Parameter lain dalam SNI 04-7182-2015 tentang Biodiesel yang belum diukur dalam penelitian ini, yaitu angka setana, titik kabut, residu karbon, temperatur distilasi, gliserol bebas, gliserol total, korosi lempeng, abu tersulfatkan, belerang, fosfor, gliserol, kadar monogliserida dan periode induksi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Selain itu penelitian ke depan perlu dicari solusi penggunaan katalis KOH dalam transesterifikasi minyak kemiri sunan dengan

konsentrasi yang lebih tepat, sehingga biodiesel menggunakan katalis KOH dapat memenuhi SNI Biodiesel.

KESIMPULAN

Perlakuan *pretreatment degumming* sebelum proses transesterifikasi dapat menurunkan angka asam. Biodiesel kemiri sunan dengan katalis NaOH 0,75% memiliki nilai kadar air 0,03%, densitas 0,89 (g/cm³), angka asam 0,38 mg/KOH/g, angka iod 42,67, viskositas kinematik pada suhu 40 °C adalah 5,45 °C, dan titik nyala 173 °C. Penggunaan katalis NaOH 0,75% pada transesterifikasi dan melalui *pretreatment degumming* menghasilkan biodiesel kemiri sunan lebih baik dibandingkan dengan penambahan katalis KOH 1% dan pada parameter kadar air, densitas, angka asam, angka iod, viskositas kinematik dan titik nyala sudah memenuhi standar biodiesel SNI 04-7182-2015. Nilai viskositas kinematik biodiesel dengan katalis KOH 1% sebesar 9,06 cSt tidak memenuhi standar biodiesel SNI 04-7182-2015.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada JXTG Nippon Oil and Energy Corporation Japan sebagai penyandang dana melalui kerjasama penelitian dengan Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Jaya, J.D., Rodiansono, 2010. Optimasi Jumlah Katalis KOH dan NaOH pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Kopelarut. Sains dan Terap. Kim. 4, 79–89.
- Adekunle, A.S., Oyekunle, J.A.O., Obisesan, O.R., Ojo, Oluwaseyi Samson, Ojo, Olatunji Seyi, 2016. Effects of degumming on biodiesel properties of some non-conventional seedoils. Energy Reports 2, 188–193.
- <https://doi.org/10.1016/j.egy.2016.07.001>
- Aunillah, A., Pranowo, D., 2012. Karakteristik Biodiesel Kemiri Sunan [Reutealis trisperma (Blanco) Airy Shaw] Menggunakan Proses Transesterifikasi Dua Tahap. Bul. RISTRI 3, 193–200.
- Baidawi, A., Latif, I., Rachmaniah, O., 2008. Transesterifikasi dengan Co-Solvent sebagai salah satu alternatif Peningkatan Yield Metil Ester pada Pembuatan Biodiesel dari Crude Palm Oil (CPO).
- Bajpai, D., Tyagi, V.K., 2006. Biodiesel: Source, Production, Composition, Properties and its Benefits. J. Oleo Sci. 55, 487–502. <https://doi.org/10.5650/jos.55.487>
- Berry, B., Herman, M., Pranowo, D., Wahyudi, A., 2009. Karakteristik minyak kemiri sunan (aleurites trisperma blanco) sebagai bahan bakar nabati. Pros. Semin. Nas. Tek. Kim. 2009 91–98.
- Bilgin, A., Gülüm, M., Koyuncuoglu, İ., Nac, E., Cakmak, A., 2015. Determination of Transesterification Reaction Parameters Giving the Lowest Viscosity Waste Cooking Oil Biodiesel Determination of transesterification reaction parameters giving the lowest viscosity waste cooking oil biodiesel. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.318>
- Boog, J.H.F., Silveira, E.L.C., De Caland, L.B., Tubino, M., 2011. Determining the residual alcohol in biodiesel through its flash point. Fuel 90, 905–907. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2010.10.020>
- Budi, A., 2017. Proses Pembuatan Biodiesel Minyak Jarak Pagar (Jatropha Curcas L.). Institut Pertanian Bogor.
- Dias, J.M., Alvim-Ferraz, M.C.M., Almeida, M.F., 2008. Comparison of the performance of different homogeneous alkali catalysts during transesterification of waste and virgin oils and evaluation of biodiesel quality. Fuel 87, 3572–3578. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2008.06.014>.
- Estrada, F., Gusmao, R., Mudjijati, ., Indraswati, N., 2007. Pengambilan Minyak Kemiri dengan Cara Pengepresan dan Dilanjutkan Ekstraksi Cake Oil. Widya Tek. 6, 121–130. <https://doi.org/10.33508/wt.v6i2.1239>.
- Faizal, M., Maftuchah, U., Auriyani, W.A., 2013. Pengaruh Kadar Metanol, Jumlah Katalis, Dan

- Waktu Reaksi Pada Pembuatan Biodiesel Dari Lemak Sapi Melalui Proses Transesterifikasi. *J. Tek. Kim.* 19, 29–37.
- Firyanto, R., Mulyaningsih, S., Putranti, D.A., 2016. Extraction Kemiri Sunan Seeds Using Leaching Process And Characterization Kemiri Sunan Oil As A Biodiesel. *B. Proc. Int. Conf. Urban Herit. Sustain. Infrastruct. Dev.* 79–86.
- Ghanei, R., Moradi, G.R., Taherpourkalantari, R., Arjmandzadeh, E., 2011. Variation of physical properties during transesterification of sunflower oil to biodiesel as an approach to predict reaction progress. *Fuel Process. Technol.* 92, 1593–1598. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2011.04.003>
- Haryono, Yuliyati, Y.B., Atiek, R.N., Rizal, M., Sarifah, N., 2020. Karakterisasi biodiesel dari minyak kemiri sunan dengan katalis heterogen silika terimpregnasi kalsium oksida (CaO/SiO₂). *J. Penelit. Has. Hutan* 38, 11–24.
- Hendra, D., 2014. Pembuatan Biodiesel dari Biji Kemiri Sunan. *J. Penelit. Has. Hutan* 32, 37–45.
- Holilah, H., Prasetyoko, D., Oetami, T.P., Santosa, E.B., Zein, Y.M., Bahruji, H., Fansuri, H., Ediati, R., Juwari, J., 2015. The potential of Reutealis trisperma seed as a new non-edible source for biodiesel production. *Biomass Convers. Biorefinery* 5, 347–353. <https://doi.org/10.1007/s13399-014-0150-6>.
- Kementan, 2011a. Surat Keputusan Menteri Pertanian 4044/Kpts/SR.120/9/2011 tentang pelepasan Kemiri Sunan 1 sebagai varietas unggul. Jakarta.
- Kementan, 2011b. Surat Keputusan Menteri Pertanian 4000/Kpts/SR.120/9/2011 tentang pelepasan Kemiri Sunan 2 sebagai varietas unggul. Jakarta.
- Kumar, K.R., Channarayappa, Chandrika, K., Prasanna, K.T., Gowda, B., 2014. Biodiesel production and characterization from non-edible oil tree species Aleurites trisperma Blanco. *Biomass Conv. Bioref.* <https://doi.org/10.1007/s13399-014-0152-4>
- Lapuerta, M., Rodríguez-Fernández, J., de Mora, E.F., 2009. Correlation for the estimation of the cetane number of biodiesel fuels and implications on the iodine number. *Energy Policy* 37, 4337–4344. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.05.049>
- Moradi, G.R., Dehghani, S., Ghanei, R., 2012. Measurements of physical properties during transesterification of soybean oil to biodiesel for prediction of reaction progress. *Energy Convers. Manag.* 61, 67–70. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2012.03.015>
- Murni, S.W., Kusumawardani, G., Arifin, T., 2016. Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kemiri Sunan dengan Proses Dua Tahap. *Pros. Semin. Nas. Tek. Kim. "Kejuangan"* 1–5.
- Muyassaroh, Daryono, E.D., Hudha, M.I., 2012. Biodiesel dari Minyak Jarak Pagar dengan Variasi Penambahan Co-Solvent dan Waktu Reaksi. *J. Tek. Kim.* 7, 8–11.
- Pranata, A.W., 2012. Pembuatan dan Analisis Sifat Fisikokimia Biodiesel Kemiri Sunan (Aleurites trisperma).
- Prihanto, A., Irawan, T.A.B., 2018. Pengaruh Temperatur, Konsentrasi Katalis Dan Rasio Molar Metanol-Minyak Terhadap Yield Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas Melalui Proses Netralisasi-Transesterifikasi. *Metana* 13, 30. <https://doi.org/10.14710/metana.v13i1.11340>
- Ritonga, M.Y., Ruben, M., Giovani, R., Kimia, D.T., Teknik, F., Utara, U.S., Almamater, J., 2016. Pembuatan Metil Ester dari Minyak Kemiri Sunan Dengan Keberadaan Co-Solvent Aseton dan Katalis 5.
- Silitonga, A., Mahlia, T.M., Ongc, H.C., Riayatsyahc, T.M., Kusumoa, F., Ibrahima, H., Dharmaa, S., Gumilang, D., 2017. A comparative study of biodiesel production methods for Reutealis trisperma biodiesel. *Energy Sources, Part A Recover. Util. Environ. Eff.* 00, 1–9. <https://doi.org/10.1080/15567036.2017.1399174>