

Biodisel dari Mangrove Jenis Nyamplung (*Callophylum inophyllum*) sebagai Alternatif Pengganti Bahan Bakar Minyak Fosil

Suyono¹, Ninik Umi Hartanti¹, Agus Wibowo², Narto¹

¹ PS Budidaya Perairan, Fak. Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Pancasakti Tegal

² PS Teknik Mesin, Fak. Teknik, Universitas Pancasakti Tegal

Email : suyono.faperi. ups@gmail.com

Abstract

Resources of fossil fuel continue to decrease and cannot be renewed so that replacement alternative is needed. Biofuels (biodiesel) become one of the alternatives because it can be renewed and environmentally friendly. First-generation biodiesel from food sources and second generation of food waste can disrupt the availability of food. Those are inefficient because it requires extensive land for its provider. Seed of nyamplung (*Callophylum inophyllum*) is very potential as biodiesel raw material because of its oil content 40-70% is high compared to other types of plants, such as jatropha range of 40-60% and palm of 46-54%, raw materials saving and having twice of fuel as much as kerosene. The general purpose of this research is to produce third generation biodiesel from nyamplung as material to overcome fossil fuel crisis especially for fishermen and farmers in coastal area of Brebes Regency and surrounding areas. To be able to achieve the goal / general target is done by assessing oil content in nyamplung seed, biodiesel synthesis, intensive culture techniques and models of development of mass culture. The biodiesel yield produced from nyamplung seed oil in this study was 82.87%, in the range of biodiesel yields of previous researchers through a single stage transesterification of 79.03-91,00%. Cetana number and alkyl ester figures in the resulting biodiesel respectively 79.5 and 99.71% have met the Indonesian National Standard (SNI). The resulting density was 893.1 kg / m³, fog point was 20°C and total glycerol was 0.26%, was approaching the SNI by an insignificant difference, while the acid number generated was 1.86 mg KOH/gr of biodiesel and the biodiesel viscosity was 15.7 mm² /s has not fulfilled the SNI significantly. To improve the number of acids and viscosity is still needed refinement biodiesel synthesis process through the diversification of the number of esterification stages, alternative types and catalytic levels or optimization of transesterification reaction temperature.

Keywords: biodiesel, nyamplung, environmentally friendly

Abstrak

Sumber bahan bakar minyak fosil terus berkurang dan tidak dapat diperbaharui sehingga diperlukan alternatif pengantinya. Bahan bakar nabati (biodisel) adalah salah satu alternatifnya karena dapat diperbaharui dan ramah lingkungan. Biodisel generasi pertama dari sumber makanan dan generasi kedua dari limbah pangan dapat mengganggu ketersediaan bahan pangan dan tidak efisien karena membutuhkan lahan luas untuk pengadaanya. Biji nyamplung (*Callophylum inophyllum*) sangat potensial sebagai bahan baku biodisel dikarenakan rendemen minyaknya 40-70% tergolong tinggi dibandingkan jenis tanaman lain, misalnya jarak pagar sebesar 40-60% dan sawit 46-54%, hemat bahan baku dan memiliki daya bakar dua kali lipat dibandingkan minyak tanah. Tujuan umum penelitian ini adalah menghasilkan bahan bakar nabati (biodisel) generasi ketiga dari tanaman mangrove jenis nyamplung sebagai bahan mengatasi krisis bahan bakar minyak fosil khususnya bagi para nelayan dan petambak di wilayah pesisir Kabupaten Brebes dan sekitarnya. Untuk dapat mencapai tujuan/target umum tersebut dilakukan dengan mengkaji kandungan minyak pada biji nyamplung, sintesis biodiselnnya serta teknik kultur intensif dan model pengembangan kultur massalnya. Yield biodisel yang dihasilkan dari minyak biji nyamplung pada penelitian ini sebesar 82,87%, berada pada kisaran yield biodisel hasil para peneliti terdahulu melalui transesterifikasi satu tahap sebesar 79,03-91,00%. Angka setana dan alkil ester pada biodisel yang dihasilkan masing-masing sebesar 79,50 dan 99,71 % sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI). Densitas yang dihasilkan sebesar 893,1 kg/m³, titik kabut 20°C dan gliserol total 0,26% sudah mendekati SNI dengan selisih yang tidak signifikan, sedangkan angka asam yang dihasilkan sebesar 1,86 mg KOH/gram biodisel dan viskositas biodiselnnya 15,7 mm²/s belum memenuhi SNI secara signifikan. Untuk menyempurnakan angka asam dan viskositas tersebut masih diperlukan penyempurnaan proses sintesa biodisel melalui diversifikasi jumlah tahapan esterifikasi, alternatif jenis dan kadar katalisator ataupun optimalisasi suhu reaksi transesterifikasinya.

Kata kunci : biodisel, nyamplung, ramah lingkungan

Pendahuluan

Peningkatan kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) selama dekade terakhir ini sebagai dampak dari kenaikan jumlah kendaraan bermotor dan aktivitas industri tidak dapat dihindari. Kenaikan permintaan BBM tersebut tidak sebanding dengan ketersediaan jumlah pasokan bahan bakar fosil di alam sebagai sumberdaya alam tak terbarukan (*unrenewable resources*)

dan tidak ramah lingkungan yang semakin berkurang ketersediaannya sehingga diperlukan alternatif pengantinya.

Penelitian terkait potensi sumberdaya mangrove di Kabupaten Brebes dan sekitarnya sampai saat ini baru sebatas perannya sebagai pencegah abrasi pesisir dan habitat sumber daya perikanan pantai. Biji tanaman nyamplung (*Callophylum inophyllum*), salah satu jenis

mangrove di kawasan pesisir sangat potensial sebagai bahan baku biodisel generasi ketiga untuk mengantisipasi terjadinya krisis bahan bakar minyak/fosil. Rendemen minyak nyamplung 40-70% tergolong tinggi dibandingkan jenis tanaman lain, misalnya jarak pagar 40-60% dan sawit 46-54%. Biodisel dari biji nyamplung juga hemat bahan baku dan memiliki daya bakar dua kali lipat dibandingkan minyak tanah (Leksono *et al.*, 2012). Pada sisi lain, potensi tersebut masih belum banyak dikaji secara mendalam, sehingga penelitian ini layak untuk dilakukan.

Urgensi Penelitian

Cadangan sumber bahan bakar minyak dari fosil yang terus berkurang dan tidak dapat diperbaharui menuntut alternatif penggantinya. Bahan bakar nabati (biodisel) menjadi salah satu alternatifnya. Biodisel dapat diperbaharui karena

dibuat dari bahan-bahan yang bisa ditumbuhkan atau dibiakkan (Gavrilescu and Chisti, 2005). Aldina. (2014) menyatakan n biodisel generasi pertama diproduksi dari sumber makanan misalnya jagung, ubi, kedelai dan sawit sehingga mengganggu ketersediaan bahan pangan. Biodisel generasi kedua dari limbah pangan/pertanian yang mengandung *lignocellulosic* seperti kayu, jarak dan rumput. Biodisel ini dapat mengurangi sampah namun tidak efisien karena juga membutuhkan lahan yang relatif luas. Penggunaan biji nyamplung sebagai bahan biodiesel menjadi salah satu alternatif pengganti bahan bakar minyak/fosil. Potensi biji nyamplung sebagai sumber bahan bakar nabati ditunjukkan dengan kandungan lemak per satuan luas produksi bahan bakunya yang jauh lebih tinggi dibandingkan sumber lain sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan produksi biodiesel

Tanaman	Produksi minyak (l/ha)	Keterangan
Jagung(<i>Corn</i>)	172	Bahan pakan pokok
<i>Soybean</i>	446	Bahan pakan pokok
Biji bunga matahari (<i>Canola</i>)	1190	Bahan pakan pokok
Jarak (<i>Jatropha</i>)	1892	Bahan pakan pokok
Kelapa (<i>Coconut</i>)	2689	Bahan pakan pokok
Kelapa sawit(<i>Oil palm</i>)	5950	Bahan pakan pokok
Mikroalga (lipid 70%, <i>in biomass</i>)	136.900	Proses produksi sulit
Mikroalga (lipid 30 %, <i>in biomass</i>)	58.700	Proses produksi sulit
Nyamplung (<i>Callophylum inophyllum</i>)	4.500.000	Proses produksi mudah

Sumber: Chisti (2007) dan Leksono, *et al.* (2012)

Kabupaten Brebes memiliki potensi sumberdaya kelautan melimpah. Salah satu potensi yang sangat menjanjikan dapat berperan mengatasi krisis energi adalah mangrove khususnya jenis nyamplung (*Callophylum inophyllum*). Kajian pemanfaatan biji nyamplung di Kabupaten Brebes untuk menghasilkan biodisel ramah lingkungan belum pernah dilakukan sehingga sangat layak untuk dilaksanakan.

Permasalahan yang akan diselesaikan dalam penelitian ini terdiri dari :

1. Bagaimana kualitas biji nyamplung di pesisir Kabupaten Brebes sebagai bahan baku biodisel ?
2. Bagaimana sintesa biodisel dari biji nyamplung yang efisien sesuai standar SNI ?

Tujuan umum penelitian adalah mengkaji pemanfaatan biji nyamplung menjadi bahan bakar nabati (biodisel) ramah lingkungan untuk mengatasi krisis BBM fosil. Tujuan khusus penelitian ini adalah mengkaji potensi biji nyamplung sebagai bahan biodisel serta metode

sintesa biodisel biji nyamplung sesuai standar SNI.

Hasil penelitian ini secara akademis diharapkan dapat menjadi sumbangan keilmuan terutama terkait dengan diversifikasi pemanfaatan produk dari mangrove sebagai bahan bakar ramah lingkungan. Adapun secara praktis rekomendasi hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan bahan acuan bagi penentu kebijakan pengelolaan sumber daya mangrove di Kabupaten Brebes dan sekitarnya dalam pengembangan pemanfaatan ekosistem mangrove sebagai bahan bakar ramah lingkungan.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Juli 2017. Pengambilan sampel dilakukan di wilayah pesisir Kaliwlingi Kabupaten Brebes. Identifikasi sampel penelitian dilakukan di Laboratorium Terpadu Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Pancasakti Tegal dan sintesa biodisel dilakukan di Laboratorium Kimia

Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang.

Analisis kandungan minyak pada biji nyamplung secara umum ditentukan dengan standar mengacu pada *Association of Official Analytical Communities (AOAC) 2003*. Prosedur analisis meliputi :

1. Pengukuran *crude* lipid
2. Pengukuran *crude* protein
3. Pengukuran kandungan abu
4. Pengukuran kandungan *crude* fiber (AOAC 2003)
5. Pengukuran kandungan air (AOAC 2003)
6. Pengukuran Nitrogen *free extract* (NFE)
7. Pengujian mineral

Sintesis biodisel dari biji nyamplung dikembangkan dari metode yang telah dilakukan Sukmana dan Purwanti (2011), dengan tahapan sebagai berikut :

1. Penyortiran biji nyamplung
2. Pengeringan biji nyamplung
3. Pengambilan minyak dari biji nyamplung
4. Degumming
5. Esterifikasi
6. Transesterifikasi
7. Karakteristisasi biodiesel

Kualitas biodisel yang dihasilkan diuji dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan *American Society for Testing and Materials (ASTM)* meliputi :

- a. Uji viskositas (ASTM D 445-04)
- b. Uji densitas (ASTM D 1298)
- c. Pengukuran titik nyala (ASTM D 93-02a)
- d. Penghitungan bilangan asam
- e. Penghitungan angka setana
- f. Penghitungan bilangan penyabunan
- g. Analisis senyawa penyusun biodiesel (KG-SM)
- h. Analisis kadar metil ester (KG)
- i. Penghitungan kalor pembakaran (ASTM D 240)
- j. Perhitungan kalor secara teoritis

Hasil dan Pembahasan

Hasil uji laboratorium kandungan mineral biji nyamplung disajikan pada Tabel 2. Selanjutnya hasil analisis kadar air, kadar abu, lemak, serat kasar, protein biji nyamplung dan angka asam, nilai kalor, angka setana minyak nyamplung, serta bilangan penyabunan, densitas, viskositas, senyawa penyusun biodiesel, kadar metil ester biodisel dari biji nyamplung disajikan pada Tabel 3. Adapun senyawa penyusun biodisel dari biji nyamplung disajikan pada Tabel 4.

Tabel 2. Kandungan mineral biji nyamplung

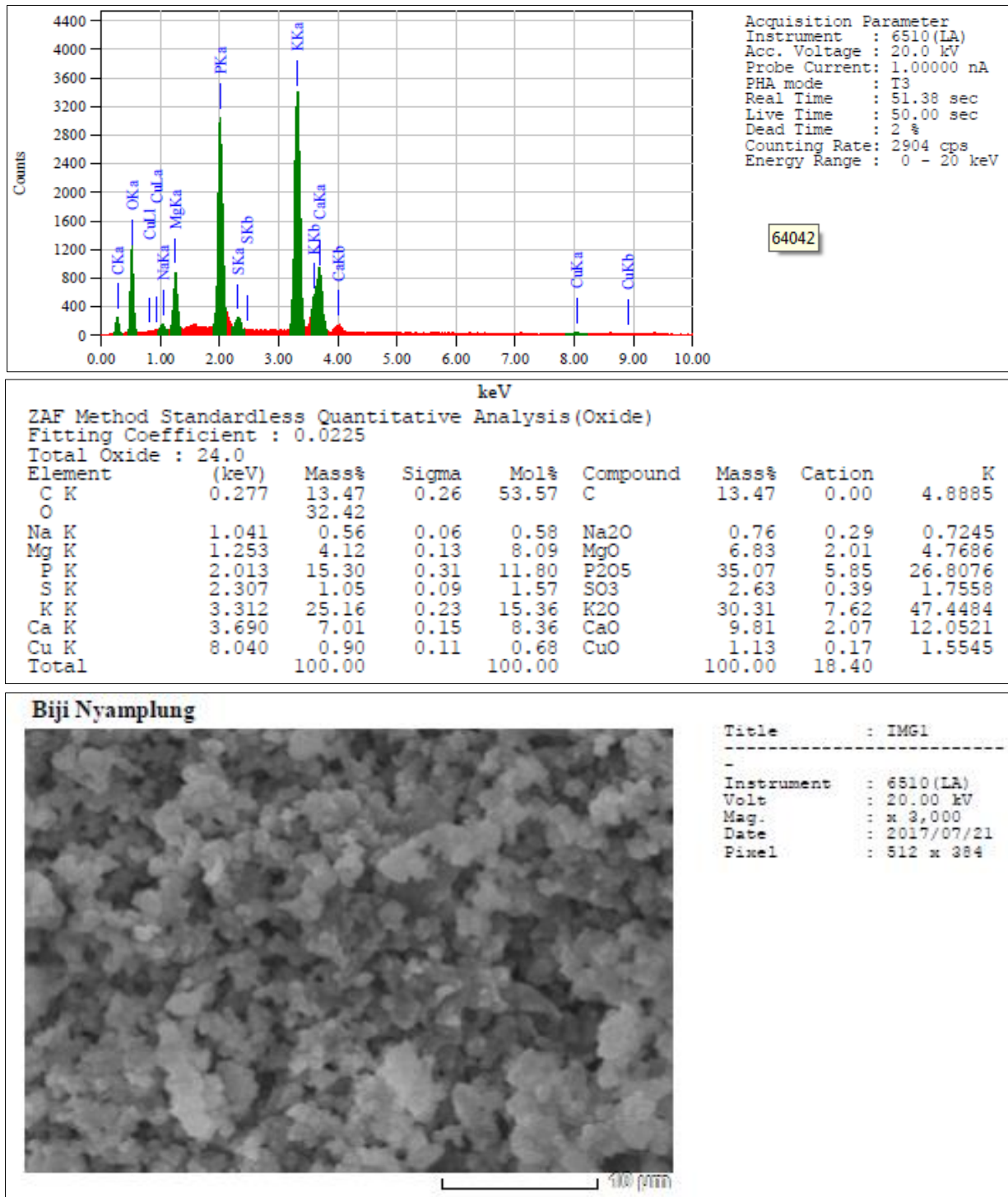
No	Sampel	Komponen	Komposisi (% berat)
1	Biji nyamplung *	Karbon C	13,47
		Natrium oksida, Na ₂ O	0,76
		Magnesium oksida, MgO	6,83
		Fosfor pentaoksida, P ₂ O ₅	35,07
		Sulfur, SO ₃	2,63
		Kalium oksida, K ₂ O	30,31
		Kalsium oksida, CaO	9,81
		Tembaga (II) oksida, CuO	1,13

Keterangan : * sampel dengan diabukan

Tempat uji : Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro, Semarang (2017)

Senyawa-senyawa tersebut diperoleh melalui pengamatan dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscope- Energy Diffraction X-ray (SEM-EDX)*. Karakter biji nyamplung yang permukaan partikelnya bersifat heterogen pada skala mikrometer atau submikrometer tepat diamati dengan menggunakan SEM-EDX. Dengan SEM-EDX dapat diamati karakteristik bentuk, struktur, serta distribusi pori pada

permukaan sampel. Karakterisasi menggunakan SEM dilakukan melalui adsorpsi isoterms gas oleh padatan sampel. Jumlah molekul gas yang diadsorpsi pada permukaan luar sampel sangat sedikit dibandingkan dengan yang diadsorpsi oleh porinya (Prihanto *et al.*, 2013). Hasil analisis SEM-EDX biji nyamplung dengan perbesaran 3000 kali disajikan pada rangkaian Gambar 1.



Gambar 1. Hasil analisis SEM-EDX biji nyamplung dengan perbesaran 3000 x

Tabel 3. Hasil analisis kandungan biji nyamplung dan indikator kualitas bahan biodisel pada minyak dan biji nyamplung

No	Sampel	Parameter Uji	Nilai	Satuan	Metode
1	Biji nyamplung	Kadar air	36,13 ± 0,5966	% berat	SNI 0129811992
		Kadar abu	1,6505 ± 0,1286		
		Lemak	11,4601 ± 0,4099		
		Serat kasar	49,2098 ± 0,3089		
		Protein	0,4650 ± 0,0028		
2	Minyak nyamplung	Angka asam	27,98	mg KOH/gr	FBI-a02-01
		Nilai kalor	30.865	j/gr	Bomb calorimeter
		Angka setana	36,5	-	ASTM D 613
3	Biodisel nyamplung	Densitas	0,8931	gr/ml	Gravimetri
		Viskositas	0,1572 ± 0,0054	cm ² /s	
		Angka setana	79,5	-	ASTM D 613
		Nilai kalor	41.388	j/gr	Bomb calorimeter
		Bilangan penyabunan	48,13	mg KOH/gr	FBI-a02-03
		Angka asam	1,86	mg KOH/gr	FBI-a02 01
		Metil ester	26,6941	%	GCMS

Tempat uji : Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro, Semarang (2017)

Tabel 4. Senyawa penyusun biodisel dari biji nyamplung

No	Sampel	Komponen	Rumus kimia	Komposisi (%area)
1	Biodisel nyamplung	Hexadecanoic acid, methyl ester	C17H34O2	9,89
		9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester	C19H34O2	24,65
		9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester	C19H36O2	45,44
		Octadecanoic acid, methyl ester	C19H38O2	6,69
		Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1,3- propanediyl ester	C35H68O5	0,12
		4,8-Ethano-4H-1,3-benzodioxin, hexa hydro- Bicyclo[5.3.0]decane, 2-methyl ene-5-(1-methylvinyl)-8-methyl ester		
		9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester	C10H16O2	0,23
		Eicosanoic acid, methyl ester	C15H24	0,21
		Methyl eicosa-5,8,11,14,17-pentaenoate	C19H36O2	0,28
		DI-(9-OCTADECENOYL)-GLYCEROL	C21H42O2	0,74
		Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester	C21H32O2	0,29
		Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1,3- propanediyl ester	C39H72O5	0,34
		1,2Benzenedicarboxylic acid, dioctyl ester	C19H38O4	0,48
		Docosanoic acid, methyl ester		
		9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, 2,3-dihydroxypropyl ester	C39H76O5	0,36
		9-Octadecenoic acid(Z)9-octadecenyl ester	C24H38O4	7,90
		Tetracosanoic acid, methyl ester	C23H46O2	0,31
		2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl-ester	C21H38O4	0,24
			C36H68O2	1,50
			C25H50O2	0,11
	C30H50	0,21		

Tempat uji : Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro, Semarang (2017)

Yield Biodisel dari Minyak Biji Nyamplung

Yield biodisel yang dihasilkan dari minyak biji nyamplung pada penelitian ini sebesar

82,87%. Hal tersebut sesuai dengan hasil yield biodisel dari minyak nyamplung melalui transesterifikasi satu tahap 79,03-89,00% (Muniarsih, 2009) dan sebesar 83 - 91 %.

Kualitas Produk Biodisel dari Miyak Biji Nyamplung

a. Masa jenis (Densitas)

Masa jenis atau densitas merupakan salah satu parameter keberhasilan reaksi transesterifikasi. Masa jenis menunjukkan perbandingan berat per satuan volume (Prihandana *et al.*, 2006). Hasil pengukuran produk dari minyak nyamplung ini adalah 0,8931 gr/ml atau 893,1 kg/m³, sehingga meskipun melebihi namun relatif masih memenuhi standar masa jenis SNI sebagai biodisel yaitu antara 850-890 kg/m³. Masa jenis minyak nabati lebih tinggi dibanding masa jenis biodisel yang ditetapkan SNI. Nilai masa jenis tersebut menunjukkan bahwa proses pemurnian biodisel relatif cukup berhasil. Kurang murninya biodisel karena masih mengandung pengotor, dapat menyebabkan nilai masa jenis tinggi.

b. Viskositas kinematik

Minyak nabati memiliki viskositas di atas viskositas bahan bakar disel. Hal inilah yang menjadi kendala penggunaan langsung minyak nabati sebagai bahan bakar disel. Salah satu tujuan transesterifikasi adalah menurunkan viskositas minyak nabati agar memenuhi standar bahan bakar diesel. Viskositas biodisel mempengaruhi kecepatan alir bahan bakar melalui injektor sehingga dapat mempengaruhi atomisasi bahan bakar di dalam ruang bakar. Selain itu, viskositas juga berpengaruh secara langsung terhadap kemampuan bahan bakar bercampur dengan udara.

Viskositas kinematik biodisel yang dihasilkan pada penelitian ini adalah $0,1572 \pm 0,0054$ cm²/s atau 15,7 mm²/s, sedangkan viskositas kinematik biodisel menurut SNI pada suhu 40 °C berkisar 2,3 – 6,0 mm²/s, sehingga masih terlalu tinggi sebagai bahan bakar mesin disel sesuai dengan ketentuan SNI. Untuk itu masih diperlukan penyempurnaan sintesa biodisel melalui proses transesterifikasi dua tahap, pengalihan jenis dan kadar katalis ataupun perubahan suhu pada prosesnya.

c. Angka Setana

Angka setana menunjukkan seberapa cepat bahan bakar mesin disel yang diinjeksikan ke ruang bakar dapat terbakar secara spontan (setelah bercampur dengan udara). Semakin tinggi angka setana, semakin cepat bahan bakar mesin disel terbakar setelah diinjeksikan ke dalam ruang bakar (Prihandana *et al.*, 2006). Angka setana yang tinggi juga berhubungan dengan rendahnya polutan NO_x (Knothe *et al.*, 2005). Secara umum biodisel memiliki angka setana yang lebih tinggi daripada solar. Panjang rantai hidrokarbon dan tingginya kandungan asam

lemak jenuh biodisel menyebabkan tingginya angka setana dibandingkan solar (Knothe *et al.*, 2005).

Angka setana yang semula sebesar 36,5 pada minyak nyamplung dapat ditingkatkan menjadi 79,5 setelah menjadi biodisel. Angka setana tersebut sudah memenuhi SNI yang mempersyaratkan angka setana biodisel minimal adalah 51, sehingga telah memenuhi syarat sebagai bahan bakar mesin disel.

d. Nilai Kalor

Nilai kalor yang dihasilkan pada minyak nyamplung yang hanya 30.865 joule/gram minyak nyamplung meningkat menjadi sebesar 41.388 joule/gram biodisel nyamplung. Jika pada esterifikasi menggunakan persen berat katalis yang tidak maksimal dalam mengkonversi asam lemak bebas menjadi metil ester maka kalor yang dihasilkan akan semakin kecil karena kadar metil ester yang dihasilkan akan lebih rendah.

e. Titik Kabut

Temperatur pada saat terjadi kristal pada biodisel yang dapat dilihat dengan mata disebut titik kabut (*cloud point*). Meski bahan bakar masih bisa mengalir pada titik ini, keberadaan kristal di dalam bahan bakar bisa mempengaruhi kelancaran aliran bahan bakar di dalam filter, pompa, dan injektor. Titik kabut dari biodisel minyak nyamplung pada penelitian ini adalah 20°C. Titik kabut biodisel minyak nyamplung tersebut sedikit melebihi SNI yaitu maksimal 18°C. Menurut Knothe *et al.* (2005), pada umumnya titik kabut dan titik tuang biodisel lebih tinggi dibandingkan dengan solar. Tingginya titik kabut ini berhubungan dengan tingginya kandungan asam lemak jenuh dan rendahnya asam lemak tak jenuh penyusun biodisel.

f. Angka asam

Angka asam menunjukkan adanya asam lemak bebas dalam biodisel. Adanya asam lemak bebas dalam biodisel dapat mengakibatkan terbentuknya abu pada saat pembakaran. Angka asam dapat menjadi indikator kerusakan yang terjadi pada biodisel, yang diduga akibat terjadinya aktivitas oksidasi. Angka asam yang semula sangat besar pada minyak nyamplung yakni sebesar 27,98 mg KOH/gram dapat diturunkan secara signifikan menjadi 1,86 mg KOH/gram biodisel. Meskipun demikian bilangan asam biodisel tersebut masih terlalu tinggi, dimana SNI mempersyaratkan maksimal hanya 0,8 mg KOH/gram biodisel. Munculnya angka asam yang cukup tinggi ini dimungkinkan karena proses transesterifikasi yang agak lama. Hal ini seperti yang telah dilaporkan Sumangat dan Hidayat (2008), bahwa dengan waktu pengendapan yang lebih lama, mengakibatkan

meningkatnya bilangan asam. Selain itu penyimpanan produk biodisel tanpa ditutup juga mengakibatkan tingginya angka asam karena aktivitas oksidasi.

g. Gliserol total

Gliserol total merupakan salah satu parameter kualitas yang penting. Tingginya gliserol total dalam produk biodisel, selain kurang sempurnanya proses pemurnian juga menunjukkan kurang sempurnanya proses transesterifikasi. Gliserol total yang tinggi menunjukkan masih banyak minyak yang belum dapat dikonversi menjadi metil ester dari suatu proses transesterifikasi. Tingginya gliserol total juga dapat menunjukkan rendahnya kemurnian biodisel. Gliserol total produk biodisel penelitian ini adalah 0,26 %. Hasil ini masih sedikit di atas dari kadar gliserol maksimal SNI yaitu 0,24 %.

h. Kadar alkil ester

Kadar alkil ester dapat menunjukkan kesempurnaan proses transesterifikasi. Kadar alkil ester yang tinggi menunjukkan proses transesterifikasi untuk mengkonversi trigliserida menjadi alkil ester telah berjalan maksimal. Hal tersebut juga menunjukkan kerusakan yang diakibatkan aktivitas oksidasi alkil ester menjadi asam lemak bebas rendah. Kadar alkil ester biodisel dari penelitian ini adalah 99,71 % dan lebih tinggi dibandingkan kadar minimal yang ditetapkan SNI yaitu sebesar 96,5 % sehingga telah memenuhi syarat sebagai bahan bakar mesin disel.

Kesimpulan dan Saran

Pembuatan biodisel dari buah nyamplung (*Callophylum inophyllum*) dalam penelitian ini menghasilkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Yield biodisel yang dihasilkan dari minyak biji nyamplung pada penelitian ini sebesar 82,87%, berada pada kisaran yield biodisel hasil para peneliti terdahulu melalui transesterifikasi satu tahap sebesar 79,03 - 91%. Angka setana dan alkil ester pada biodisel yang dihasilkan masing-masing sebesar 79,5 dan 99,71 % sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI). Densitas yang dihasilkan sebesar 893,1 kg/m³, titik kabut 20°C dan gliserol total 0,26% sudah mendekati SNI dengan selisih yang tidak signifikan, sedangkan angka asam yang dihasilkan sebesar 1,86 mg KOH/gram biodisel dan viskositas biodiselnnya 15,7 mm²/s belum memenuhi SNI secara signifikan.
2. Untuk menyempurnakan angka asam dan viskositas tersebut masih diperlukan penyempurnaan proses sintesa biodisel melalui diversifikasi jumlah tahapan esterifikasi, alternatif jenis dan kadar katalisator ataupun optimalisasi suhu reaksi transesterifikasinya.

Berdasarkan hasil penelitian ini maka disarankan selain uji coba penanaman pohon nyamplung (*Callophylum inophyllum*) yang dilanjutkan dengan penanaman masal di wilayah pantai Kabupaten Brebes sebagai lokasi penelitian tahun kedua, sekaligus dilakukan peningkatan kualitas biodisel yang dihasilkan agar semua indikatornya sesuai SNI.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi c.q Direktur Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat yang telah mendanai pelaksanaan penelitian PPT ini.

Daftar Referensi

- Aldina, S. 2014. *Jalan Biofuel dari Alga Masih Panjang*. Diskusi Energi dan Lingkungan (FC 3), Forum Indonesia Muda. Kompasiana. Jakarta.
- Chisti, Y.. 2007. *Biodiesel from Microalgae*. Science direct. *Biotechnology Advances* 25: 294–306
- Darmanto, S., W. Sediono, Sarwoko dan Triyatno. 2012. *Analisa Karakteristik Biodiesel Nyamplung*. Gema Teknologi Periode Oktober 2011 - April 2012, 16 (4) : 170 – 173.
- Gavrilescu, M. and Y. Chisti. 2005. *Biotechnology-a sustainable alternative for chemical industry*. *Biotechnology Adv* 23(7-8): 471-499.
- Knothe, G., Van Gerpen, J. H. and Krahl, J. (2005). *The biodisel handbook*, AOCS Press, Champaign, Ill.
- Leksono, B., R.L. Hendrati, Mahudi, E. Windyarini dan T.M. Hasnah. 2012. *Pemuliaan Nyamplung (Callophylum Inophyllum L.) untuk Bahan Baku Biofuel : Keragaman Produktivitas Biodiesel dan Kandungan Resin Kumarin Dari Populasi Nyamplung Di Indonesia*. Insentif Peningkatan Kemampuan Peneliti dan Perakayasa.

- Kerja sama Badan Penelitian Dan Pengembangan, Kementerian Kehutanan dengan Kementerian Riset Dan Teknologi. Jakarta.
- Muniarsih, D. (2009). *Kajian Proses Produksi Biodisel dari Minyak Biji Nyamplung (Calophyllum inophyllum L.)*. Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Prabowo, D.A.. 2013. *Tanggapan terhadap Artikel Pengembangan Bahan Bakar Nabati Biofuel dari Mikroalga sebagai Pengganti Bahan Bakar Minyak di Indonesia tulisan Nur Fitriana Ariyanti, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta*. Laboratory of Algae, Graduate School of Engineering and Science, University of the Ryukyus, Okinawa – Japan.
- Prihanto, A., B. Pramudono dan H. Santosa. 2013. *Peningkatan Yield Biodisel dari Minyak Biji Nyamplung melalui Transesterifikasi Dua Tahap*. Momentum, 9 (2) : 46-53.
- Prihandana, P., Hendroko, R. dan Munamin, M. (2006). *Menghasilkan Biodisel Murah Mengatasi Polusi dan Kelangkaan BBM*. Jakarta : PT. Agromedia Pustaka
- Sumangat, D. dan Hidayat, T. (2008). *Karakteristik Metil Ester Minyak Jarak Pagar Hasil Poses Transesterifikasi satu dan dua Tahap*. J.Pascapanen 5: 18-26
- Hasibuan, S., Sahirman dan NMA Yudawati. 2013. *Karakteristik Fisikokimia Dan Antibakteri Hasil Purifikasi Minyak Biji Nyamplung (Calophyllum inophyllum L.)*. Agritech, 33 (3) : 311 – 319.
- Hidayati, S. 2015. *Pra Rancangan Pabrik Biodisel dari Minyak Biji Nyamplung dengan Proses Esterifikasi dan Transesterifikasi kapasitas 15.000 ton/Tahun*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Muhamadi, E. Aminullah dan B.Soesilo. 2001. *Analisis Sistem Dinamis Lingkungan Hidup, osial, Ekonomi dan Manajemen*. Pusat Studi Kebijakan dan Dinamika Sistem- Penerbit UMJ Press. Jakarta. 415 p.
- Sukmana, N.C. Dan E.Purwanti. 2011. *Kalor Biodiesel Hasil Esterifikasi Dengan Katalis Asam Sitrat Dan Transesterifikasi Dengan Katalis Kalium Hidroksida Minyak Biji Nyamplung (Calophyllum inophyllum)*. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam , Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Sutrisyani dan S. Rohani. 2009. *Panduan Praktis Analisis Kualitas Air Payau*. Pusat Riset Perikanan Budidaya. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Suyono, Siswanto dan Gunistiyo. 2012. *Kajian Kawasan Konservasi Laut Daerah-Taman Pesisir Pantai Randusanga-Kaliwlingi Kabupaten Brebes*. Kerjasama Dinas Kelautan Dan Perikanan Kabupaten Brebes dengan Lembaga Penelitian Universitas Pancasakti Tegal.
- Suyono. *Study on Carbon Content and Ecological Mangrove Index in Muarareja, Tegal, Central Java*. 2017. ADRI International Journal of Engineering and Natural Science, May 2017, 1 (1) :
- Suyono, N.Zuhry dan Gunistiyo. 2014. *Strategi Penanganan Kerusakan Mangrove dan Abrasi Pantai Berbasis Geographic Information System dengan Pendekatan Adaptive Co-Management*. Universitas Pancasakti Tegal (Penelitian Hibah Bersaing, dibiayai Dirjen Dikti Departemen Pendidikan dan Kebudayaan).
- Suyono, Supriharyono, B. Hendarto and O. K. Radjasa. 2015. *Management Strategies of Mangrove Degradation in Coastal Areas of Brebes Regency, Central Java, Indonesia*. International Journal of Coastal Zone Management, member of OMICS Group, USA, <http://dx.doi.org/10.4172/jczm.1000401>, 2015, 18 (2) : 1-12.
- Suyono, N.U.Hartati dan A.Rizkiani. 2015. *Kajian Keberadaan Mangrove terhadap Produksi Udang Alami di Muara Sungai Tanyep Desa Randusanga Kulon Kabupaten Brebes*. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Pancasakti Tegal. Tegal.
- Venkanna, B.K. and Venkataramana, R.C. (2009). *Biodisel Production and Optimization from Calophyllum inophyllum Linn Oil (Honne Oil) – A Three Stage Method*. Bioresource Technology 100: 5122–5125.