

ANALISA PENGARUH PERSENTASE CAMPURAN JARAK PAGAR (*JATROPHA CURCAS*) DAN KAPOK (*CEIBA PETANDRA*) BIODIESEL TERHADAP PERUBAHAN SIFAT BAHAN BAKAR

Rihat sebayang¹, Surya Dharma²

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan, 20155 Medan, Indonesia

Email: rihat_sebayang@yahoo.com, surya4_m3@yahoo.com

Abstrak

Dalam upaya meningkatkan produksi biodiesel dari minyak nabati non-dimakan merupakan salah satu cara yang efektif untuk memecahkan jumlah terbatasnya bahan baku tradisional dan tingginya harga bahan baku tersebut. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan produksi biodiesel yang berasal dari bahan baku non-dimakan, yaitu J. curcas dan C. Pentandra. Proses produksi yang dilakukan melalui proses esterifikasi dan transesterifikasi campuran minyak J. curcas dan C. Pentandra. Hasil dari penelitian menunjukkan adanya perubahan properties biodiesel akibat pencampuran bahan baku. Namun secara keseluruhan, campuran minyak J. curcas dan C. Pentandra memiliki sifat karakteristik yang sesuai dan memenuhi persyaratan yang diberikan dalam D6751 ASTM dan EN 14214 standar. Kata kunci: bahan bakar alternatif; optimasi; non-edible oil; campuran biodiesel

PENDAHULUAN

Energi memainkan peran penting dalam industri, sektor transportasi dan pembangkit tenaga listrik [1]. Hal ini mengakibatkan krisis energy karena meningkatnya permintaan akan energy, menipisnya bahan bakar fosil, serta diperburuk oleh fakta bahwa bahan bakar fosil merupakan sumber non-energy terbarukan [2]. Oleh karena itu, ada kebutuhan mendesak untuk mengembangkan bahan bakar alternatif dari sumber terbarukan dan berkelanjutan seperti biodiesel untuk menggantikan bahan bakar fosil [4]. Biodiesel menawarkan sejumlah keunggulan dibandingkan bahan bakar fosil karena mereka tidak beracun, biodegradable dan ramah lingkungan. Selain itu, biodiesel memiliki titik nyala yang tinggi dan mereka dapat dicampur dengan bahan bakar diesel karena sifat yang mirip mereka [5]. Biodiesel dapat diproduksi dari berbagai bahan baku organik seperti lemak hewan, minyak sayur dan limbah minyak goreng [6-8].

Sejumlah besar penelitian telah dilakukan selama bertahun-tahun untuk meningkatkan produksi dan meningkatkan sifat-sifat biodiesel. Pencampuran bahan baku yang berbeda adalah salah satu cara untuk mencapai tujuan ini. Sebagai contoh, telah ditunjukkan bahwa pencampuran minyak P. pinnata dengan minyak mustard meningkatkan efisiensi termal dan mekanik dari biodiesel [9]. Viskositas dan densitas biodiesel yang dihasilkan oleh transesterifikasi dari campuran minyak tertentu yang tengah antara viskositas spesifik dan kepadatan biodiesel yang berasal dari minyak individu [10]. Komposisi asam lemak dari

campuran minyak yang digunakan sebagai bahan baku untuk produksi biodiesel memiliki dampak yang signifikan terhadap sifat-sifat biodiesel [11]. Hal ini ditemukan dalam sebuah studi bahwa sifat dari biodiesel yang dihasilkan dari kedelai dan minyak rapeseed campuran yang dekat dengan bahan bakar solar komersial dan oleh karena itu, hal itu dirasakan bahwa biodiesel ini dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar solar/diesel [12].

Untuk meningkatkan jumlah produksi dan meningkatkan jumlah produksi, pencampuran bahan baku yang berbeda adalah salah satu cara untuk mencapai tujuan ini. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan biodiesel melalui proses transesterifikasi dari campuran minyak J. curcas dan C. pentandra. Biodiesel yang diproduksi menggunakan proses dua langkah, dimana curcas J. dan C. campuran minyak pentandra pertama diesterifikasi dengan asam sulfat (H_2SO_4), dan produk dari proses esterifikasi diubah menjadi metil ester (biodiesel) melalui alkali transesterifikasi katalis. Komposisi asam lemak dan sifat dari biodiesel yang dievaluasi sesuai dengan D6751 ASTM dan standar EN 14214.

MATERIAL DAN METHOD

Dalam penelitian ini, bahan yang digunakan adalah minyak jarak pagar (*Jatropha curcas*) dan minyak kapok (*Ceiba pentandra*). Beberapa reagent, bahan kimia serta katalis yang digunakan dalam penelitian ini adalah metanol (kemurnian: 99,9%), asam sulfat (H_2SO_4 , kemurnian: > 98,9%), asam fosfat (H_3PO_4 20%), pelet kalium hidroksida (KOH,

kemurnian: 99 %) serta kertas filter Whatman (filter Fioroni, France).

Campuran minyak jarak pagar (*Jatropha curcas*) dan minyak kapok (ceiba pentandra) yang dilakukan dalam penelitian ini adalah JC90CP10, JC80CP20, JC50CP50, JC20CP80 dan JC10CP90. Produksi biodiesel dilakukan melalui beberapa tahapan yang dimulai dari proses pemurnian (degumming), proses esterifikasi dan proses transesterifikasi.

Minyak biodiesel yang dihasilkan dari proses esterifikasi dan transesterifikasi selanjutnya di uji sifat bahan bakarnya. Pengujian viskositas kinematik dilakukan pada suhu 40°C, pengujian densitas dilakukan pada suhu 15°C, pengujian nilai asam dengan metode penetesan dan pengujian nilai kalor menggunakan alat bomb kalori meter. Semua jenis pengujian sesuai dengan standar ASTM. Untuk mendapatkan data yang valid, setiap pengujian dilakukan sebanyak 3 kali untuk kemudian di ambil nilai rata-ratanya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menghasilkan biodiesel dalam skala laboratorium diperlukan tabung double jacket dengan kapasitas 2 liter yang dilengkapi dengan pemanas tutup stopper yang kencang, kondensor terhubung ke bak pendingin. Penggunaan kondensor adalah untuk mempertahankan metanol selama proses reaksi dan menghindari penguapan. Termometer tetap berada dalam tabung double jacket untuk memverifikasi dan mengendalikan suhu bak penampung air (Model: Wise CircuModel: WCR-P8). Untuk melakukan proses pencampuran minyak menggunakan mixer digital (IKA Model 16 basic) yang bisa diatur kecepatannya.

Percobaan dilakukan dengan menggunakan tabung berleher tiga dengan kapasitas 1 liter yang dilengkapi dengan kondensor reflux. Reaksi pemanasan minyak yaitu dengan cara meletakkan tabung labu berleher tiga pada pemanas listrik yang menggunakan magnet sebagai pengaduknya (Model: IKA CMAGHS7). Selanjutnya, selama reaksi, termometer direndam dalam labu berleher tiga dengan menggunakan alas karet alat eksperimen untuk esterifikasi dan transesterifikasi.

1.1. Proses degumming

Pada proses degumming, gum mengandung fosfat, protein, karbohidrat, residu air dan damar. Untuk meningkatkan stabilitas oksidasi produk akhir, minyak dipisahkan dari

gums melalui proses degumming. Sebelum mengalami degumming, *Jatropha curcas* dan ceiba pentandra crude oil dipanaskan dan diaduk masing-masing dengan suhu 60°C dan kecepatan putaran 800 rpm selama 15 menit. Setelah pemanasan, minyak mentah *Jatropha curcas* maupun ceiba pentandra dimasukkan kedalam tabung reaksi sebanyak 200ml dipanaskan pada suhu 60°C dan kecepatan pengadukan 800 rpm. Kemudian, 2vol% asam fosfat (H_3PO_4 , 20% konsentrasi) ditambahkan ke minyak mentah yang telah dipanaskan sebelumnya. Proses dilanjutkan dengan pengadukan dan suhu dipertahankan pada suhu 60°C selama 30 menit. Setelah itu, campuran ini dipisahkan dengan

proses pemisahan kerapatan dengan menggunakan corong pemisah kurang lebih 4 jam dimana senyawa fosfat berada di bagian bawah. Gums ini dipisahkan dari minyak dan dicuci beberapa kali dengan air suling pada suhu 40°C. Setelah dicuci, air diuapkan dengan pompa vakum selama 30 menit untuk menghindari oksidasi minyak.

1.2. Proses esterifikasi dan transesterifikasi

Dalam proses ini, minyak mentah dari jarak pagar maupun ceiba pentandra sebanyak 200 ml hasil proses degumming selanjutnya ditambahkan methanol dengan persentase 50:50 terhadap minyak. Selanjutnya, campuran minyak dan methanol tersebut ditambahkan 1% (v/v) H_2SO_4 pada suhu reaksi 60°C selama 3 jam dengan kecepatan pengadukan yaitu 1200 rpm. Setelah reaksi selesai, produk dituangkan ke dalam corong pemisah untuk memisahkan kelebihan alkohol, H_2SO_4 dan kotoran disajikan di lapisan atas. Lapisan bawah dipisahkan didalam corong pemisah selama kurang lebih 4 jam. Kemudian minyak esterifikasi tersebut yang dipanaskan pada suhu 60°C dalam evaporator berputar di bawah vakum selama 1 jam untuk menghilangkan metanol dan air ekstra. Setelah itu, minyak esterifikasi direaksikan (transesterifikasi) dengan menambahkan methanol dengan perbandingan 50:50 dan 1% (w/w) NaOH dan direaksikan pada suhu 60°C selama 2 jam pada kecepatan pengadukan 1200 rpm. Setelah selesainya periode reaksi, biodiesel diendapkan selama 6 jam untuk memisahkan gliserol dari biodiesel. Lapisan bawah yang mengandung kotoran, kelebihan metanol dan gliserol. Metil ester dipindahkan ke evaporator putar untuk menghilangkan sisa metanol. Kemudian, metil ester dicuci dengan air suling beberapa kali untuk menghilangkan kotoran yang masih tersisa didalam biodiesel. Dalam proses ini, 50% (v/v) air suling pada suhu 50°C disemprotkan di atas permukaan ester dan diaduk

perlahan. Lapisan bawah dilepas dan lapisan atas dimasukkan ke dalam tabung labu reaksi. Metil ester dikeringkan menggunakan CaCl₂ anhidrat selama 1 hari kemudian Na₂SO₄ selama 3 jam dan disaring oleh kertas saring.

1.3. Pengujian properties biodiesel

Dalam penelitian ini, biodiesel yang diproduksi dengan mencampurkan minyak ceiba pentandra dengan minyak jarak pagar dengan beberapa variasi, yaitu C10J90, C20J80, C50J50, C80J20, C90J10. Selanjutnya, biodiesel yang dihasilkan diuji sifat bahan bakarnya meliputi viskositas kinematic, densitas, nilai asam dan nilai kalori, serta beberapa pengujian minyak lainnya. Hasil pengujian sifat bahan bakar untuk setiap variasi dapat dilihat dari Tabel 1. Dari tabel tersebut diketahui bahwa, penambahan minyak *Jatropha curcas* kedalam minyak ceiba pentandra menghasilkan penurunan nilai viskositas dari 4,7734 menjadi 4,5965 mm²/s, nilai densitas menurun dari 885,2 menjadi 876,9 kg/m³ dan juga penurunan nilai asam dari 0,991 menjadi 0,767 Mg.KOH/g.

Penambahan minyak jarak pagar yang memiliki asam palmitat tinggi kedalam minyak ceiba pentandra diketahui mampu meningkatkan nilai stabilitas oksidasi dari 0,42 jam menjadi 3,44 jam. Stabilitas oksidasi tergantung pada komposisi asam lemak dan antioksidan alami, kandungan asam palmitat yang tinggi dalam biodiesel menunjukkan stabilitas oksidasi yang tinggi. Penambahan tidak memberikan perubahan signifikan terhadap nilai kalori. Analisis ini menunjukkan bahwa perubahan properti lebih baik seiring dengan kenaikan persentase minyak jarak pagar didalam minyak ceiba pentandra. Penambahan minyak jarak pagar hingga 50% menunjukkan peningkatan yang sangat baik, seperti nilai asam yang rendah yaitu 0,425 Mg.KOH/g. Nilai asam terlihat sangat berbeda dengan beberapa campuran minyak lainnya. Selain itu, persentase biodiesel C50J50 memiliki nilai kalor yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran lainnya. Kedua fakta ini menjadi acuan dalam menentukan persentase komposisi campuran yang ideal.

Table 1. Sifat kimia dari biodiesel campuran antar minyak jarak pagar-minyak ceiba pentandra untuk beberapa variasi campuran

Properties		Kinematic viscosity at 40°C	Density at 15°C	Calorific value	Acid number	Oxidation stability 110°C
Satuan		mm ² /s	kg/m ³	MJ/kg	Mg KOH/g	-
Solar	ASTM D975 Limit	2.0-4.5	850	42-46	-	-
	Petro-diesel	2.91	839	45.825	0.17	23.7 h
Biodiesel	ASTM D6751 Limit	1.9-6.0	880	-	0.5 max	3 min
	EN 14214 Limit	3.5-5.0	860-900	35	0.5 max	6 min
	<i>Jatropha curcas</i>	4.5779	876.2	39.4611	0.367	14.01
	<i>Ceiba pentandra</i>	4.7443	885.7	39.469	0.513	0.76
	C10J90	4.5965	876.9	38.8192	0.767	3.44
	C20J80	4.6238	878.1	39.0555	0.832	3.91
	C50J50	4.6534	881.6	39.6123	0.425	1.76
	C80J20	4.719	883.9	38.7071	0.854	0.41
C90J10	4.7734	885.2	38.8236	0.991	0.42	

C_{xx}J_{yy} :

C = Ceiba pentandra

J= *Jatropha curcas*

xx= persentase berat dari minyak ceiba pentandra

yy= persentase berat dari minyak *Jatropha curcas*

KESIMPULAN

Dalam percobaan ini, produksi biodiesel melalui esterifikasi asam dan transesterifikasi katalitis basa untuk campuran minyak mentah *J.curcas*-C. pentandra. Beberapa temuan utama dari seri uji ini adalah:

1. Berdasarkan pengujian properties, campuran minyak mentah J50C50 memiliki sifat terbaik antara campuran minyak

mentah lainnya, seperti viskositas, kerapatan dan nilai asam yang lebih rendah.

2. Secara keseluruhan, pencampuran minyak *Jatropha curcas* dan ceiba pentandra untuk semua jenis persentase campuran masih memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh ASTM maupun EN.

ACKNOWLEDGEMENT

Para penulis mengucapkan terimakasih atas dukungan finansial yang diberikan oleh Politeknik Negeri Medan, Medan, Indonesia, di bawah Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (UPPM-2017).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M.R. Avhad, J.M. Marchetti. A review on recent advancement in catalytic materials for biodiesel production. *Renew Sust Energ Rev.* 50 (2015) 696-718.
- [2] H.C. Ong, A.S. Silitonga, H.H. Masjuki, T.M.I. Mahlia, W.T. Chong, M.H. Boosroh. Production and comparative fuel properties of biodiesel from non-edible oils: *Jatropha curcas*, *Sterculia foetida* and *Ceiba pentandra*. *Energ Convers Manage.* 73 (2013) 245-55.
- [3] J. Dove. Student teacher understanding of the greenhouse effect, ozone layer depletion and acid rain. *Environ Educ Res.* 2 (1996) 89-100.
- [4] I.B. Banković-Ilić, O.S. Stamenković, V.B. Veljković. Biodiesel production from non-edible plant oils. *Renew Sust Energ Rev.* 16 (2012) 3621-47.
- [5] M. Takase, T. Zhao, M. Zhang, Y. Chen, H. Liu, L. Yang, et al. An expatiate review of neem, *jatropha*, rubber and *karanja* as multipurpose non-edible biodiesel resources and comparison of their fuel, engine and emission properties. *Renew Sust Energ Rev.* 43 (2015) 495-520.
- [6] G. Knothe. A technical evaluation of biodiesel from vegetable oils vs. algae. Will algae-derived biodiesel perform. *Green Chem* 13 (2011) 3048-65.
- [7] R. Luque, J.C. Lovett, B. Datta, J. Clancy, J.M. Campelo, A.A. Romero. Biodiesel as feasible petrol fuel replacement: a multidisciplinary overview. *Energ Environ Sci.* 3 (2010) 1706-21.
- [8] A.S. Silitonga, H.H. Masjuki, T.M.I. Mahlia, H.C. Ong, F. Kusumo, H.B. Aditiya, et al. *Schleichera oleosa* L oil as feedstock for biodiesel production. *Fuel.* 156 (2015) 63-70.
- [9] Ghisi M, Chaves ES, Quadros DP, Marques EP, Curtius AJ, Marques AL. Simple method for the determination of Cu and Fe by electrothermal atomic absorption spectrometry in biodiesel treated with tetramethylammonium hydroxide. *Microchemical Journal.* 2011;98(1):62-5.
- [9] K. Srithar, K. Arun Balasubramanian, V. Pavendan, B. Ashok Kumar. Experimental investigations on mixing of two biodiesels blended with diesel as alternative fuel for diesel engines. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences.*
- [10] D. da Costa Barbosa, T.M. Serra, S.M.P. Meneghetti, M.R. Meneghetti. Biodiesel production by ethanolysis of mixed castor and soybean oils. *Fuel.* 89 (2010) 3791-4.
- [11] V.F. de Almeida, P.J. García-Moreno, A. Guadix, E.M. Guadix. Biodiesel production from mixtures of waste fish oil, palm oil and waste frying oil: Optimization of fuel properties. *Fuel Process Technol.* 133 (2015) 152-60.
- [12] F. Qiu, Y. Li, D. Yang, X. Li, P. Sun. Biodiesel production from mixed soybean oil and rapeseed oil. *Appl Energ.* 88 (2011) 2050-5.