

Penggunaan *Deep Eutectic Solvent* dalam Penurunan FFA Minyak Jelantah serta Pengaruh Kecepatan dan Waktu Pengadukan

Ayu Dzakiroh^{*1}, Nisa Rahmadina², Aida Syarif³, Fatria⁴, Irawan Rusnadi⁵, Erlinawati⁶

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia
Email: ¹ayudzakiroh3433@gmail.com, ²nisarahmadina24@gmail.com

Abstrak

Biodiesel merupakan salah satu sumber energi alternatif yang dapat di perbaharui dan mampu untuk mengurangi ketergantungan energi nasional terhadap energi fosil. Biodiesel diproduksi dari minyak tumbuhan atau lemak hewan. Minyak nabati yang dapat digunakan sebagai bahan baku adalah minyak jelantah. Minyak jelantah mengandung asam lemak bebas atau *Free Fatty Acid* (FFA) yang tinggi. Penurunan kadar FFA dilakukan melalui cara ekstraksi menggunakan DES yang terbuat dari campuran *Choline Chloride* dan *Ethylene Glycol* dengan rasio molar 1:2. Dalam penelitian ini dilakukan variasi rasio molar Minyak Jelantah:DES sebesar 1:1, 1:2, 1:3, dan 1:4, variasi kecepatan pengadukan 150 rpm dan 300 rpm, dan variasi waktu selama 60 menit dan 120 menit pada suhu 60°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio molar terbaik adalah 1:4, kecepatan pengadukan 300 rpm, dan waktu selama 120 menit dengan penurunan FFA hingga 0,55%.

Kata kunci: *Biodiesel, DES, Ekstraksi, Minyak Jelantah.*

The Use of Deep Eutectic Solvent in Reducing Free Fatty Acid Content of Waste Cooking Oil and The Influence of Stirring Time and Speed

Abstract

Biodiesel is an alternative energy source that can be renewed and is able to reduce national energy dependence on fossil energy. Biodiesel is produced from plant oils or animal fats. Vegetable oil that can be used as raw material is waste cooking oil. Waste cooking oil contains high free fatty acids or Free Fatty Acid (FFA). The reduction of FFA levels was carried out by extraction using DES made from a mixture of Choline Chloride and Ethylene Glycol with a molar ratio of 1:2. In this study, the variations of the cooking oil:DES molar ratio was 1:1, 1:2, 1:3, and 1:4, the variations in the stirring speed of 150 rpm and 300 rpm, and the variation in the time stirring of 60 minutes and 120 minutes at a temperature of 60°C. The results showed that the best molar ratio was 1:4, the stirring speed was 300 rpm, and the stirring time was 120 minutes with a decrease in FFA of up to 0.55%.

Keywords: *Biodiesel, DES, Extraction, Waste Cooking Oil.*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan era globalisasi yang diikuti oleh pertumbuhan industri dan ekonomi yang pesat, serta peningkatan jumlah penduduk menyebabkan peningkatan jumlah konsumsi energi yang signifikan[1]. Data dari Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) dalam *Outlook Energi Indonesia 2016* menyatakan bahwa penyumbang angka konsumsi energi tertinggi adalah industri (48%) dan transportasi (35%) yang masih mengandalkan sumber-sumber energi tak terbarukan seperti batubara, gas, dan minyak bumi, sedangkan penggunaan bahan bakar non minyak atau biofuel dari tahun ke tahun semakin meningkat tetapi pada tahun 2014 baru mencapai angka 9 %. Oleh karena itu, saat ini banyak dilakukan penelitian terkait pengembangan energi alternatif untuk meningkatkan produksi dan konsumsi biofuel tersebut[2].

Salah satu bahan bakar alternatif yang banyak dikembangkan adalah biodiesel. Biodiesel merupakan bioenergi yang dibuat dari minyak nabati melalui proses transesterifikasi, esterifikasi, atau proses esterifikasi-transesterifikasi[1]. Biodiesel merupakan bahan bakar yang ramah terhadap lingkungan, tidak mengandung bahan berbahaya seperti Pb, bersifat *biodegradable*, dan emisi gas buang yang lebih rendah dibandingkan emisi bahan bakar diesel. Biodiesel memiliki efek pelumasan yang tinggi sehingga dapat memperpanjang umur mesin dan memiliki angka setana yang tinggi yakni lebih besar dari 50[3].

Deep Eutectic Solvents (DES) adalah pelarut yang terdiri dari dua komponen (garam amonium kuartener dengan *hydrogen bond donor*) yang dicampur bersama-sama dalam rasio yang tepat sehingga titik *eutectic* dapat tercapai. DES pertama kali dijelaskan oleh Abbott dkk untuk campuran *choline chloride* (ChCl) dan urea dengan rasio molar 1:2[4]. DES pada umumnya digunakan sebagai pelarut dalam proses ekstraksi. DES dapat digunakan untuk pemisahan *biodiesel* dari FFA, *unreacted oil*, dan *unsaponifiable matter*[5].

Minyak jelantah (*waste cooking oil*) adalah minyak yang telah digunakan lebih dari dua atau tiga kali penggorengan, dan dikategorikan sebagai limbah karena dapat merusak lingkungan dan dapat menimbulkan sejumlah penyakit. Pemakaian minyak jelantah yang berkelanjutan dapat merusak kesehatan manusia, menimbulkan penyakit kanker, pengendapan lemak pada pembuluh darah, dan akibat selanjutnya dapat mengurangi kecerdasan[6].

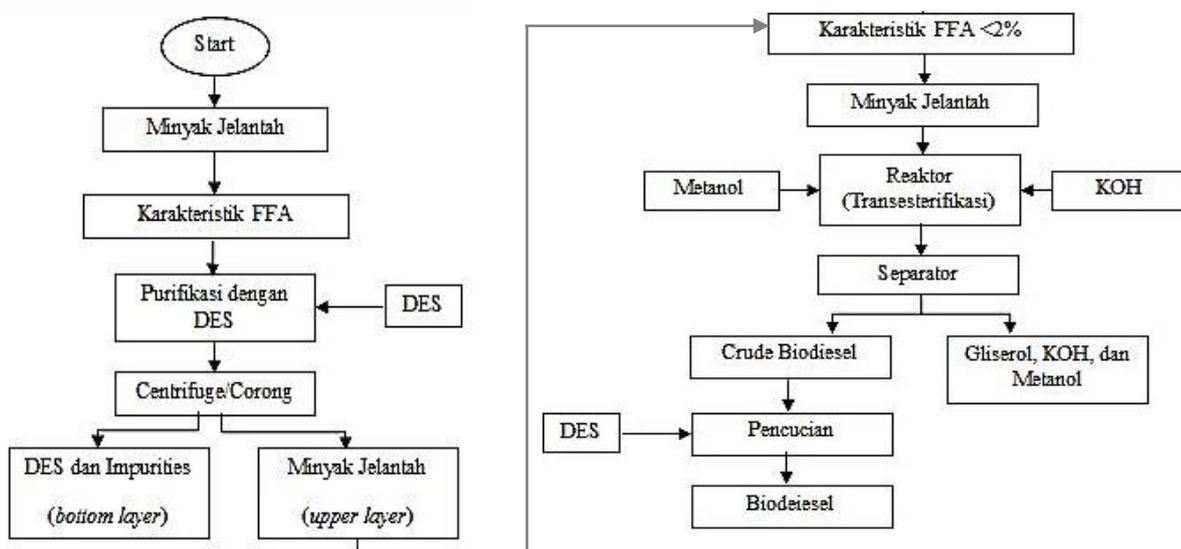
Pemanfaatan minyak jelantah menjadi biodiesel dapat mengurangi limbah minyak jelantah dan mengoptimalkan penggunaannya. Disamping itu, pelarut DES merupakan solusi yang baik untuk menekan biaya produksi karena bahan baku yang murah dan mengurangi pencemaran lingkungan karena sifatnya yang tidak beracun dan *biodegradable*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio molar DES dan minyak jelantah serta kecepatan dan waktu pengadukan terhadap penurunan FFA minyak jelantah, dan karakteristik biodiesel yang dihasilkan apakah sudah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 7182:2015[7].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang. Minyak jelantah yang digunakan berasal dari limbah rumah tangga pribadi, Choline Chloride (ChCl) (99,99%) dibeli dari Smartchem (Medan, Indonesia), Ethylene Glycol (99,8%) dibeli dari Bratachem (Palembang, Indonesia). Dalam penelitian ini digunakan DES campuran Choline Chloride dan Ethylene Glycol (EG) dengan rasio molar 1:2. DES disintesa dengan cara pengadukan dan pemanasan pada suhu 50°C, kecepatan pengadukan 300 rpm, dan waktu selama 30 menit.

Minyak Jelantah diturunkan kandungan *Free Fatty Acid* (FFA) melalui cara ekstraksi cair-cair menggunakan DES. Penurunan FFA dilakukan menggunakan variasi rasio molar antara minyak jelantah dan DES sebesar 1:1, 1:2, 1:3, 1:4. Digunakan variasi kecepatan pengadukan 150 rpm dan 300 rpm serta variasi waktu pengadukan 60 menit dan 120 menit pada suhu 60°C.

Tahapan transesterifikasi dilakukan dengan rasio molar 1:40:100 untuk katalis berbanding metanol berbanding minyak jelantah. KOH dipakai sebagai katalis dalam proses transesterifikasi di atas *hot plate* pada suhu 60°C selama 3 jam pada kecepatan 800 rpm kemudian memisahkan *crude biodiesel* yang sudah dihasilkan dari metanol dan katalis menggunakan corong pisah dengan mendinginkan selama 24 jam dan melakukan pencucian *crude biodiesel* menggunakan DES dengan rasio massa 0,5:1 selama 45 menit. Analisis karakteristik bahan bakar cair yang diuji adalah analisis Densitas (ASTM D-1298), Viskositas (ASTM D-1298), Titik Nyala (ASTM D-93) dan Angka Setana. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Diagram penelitian

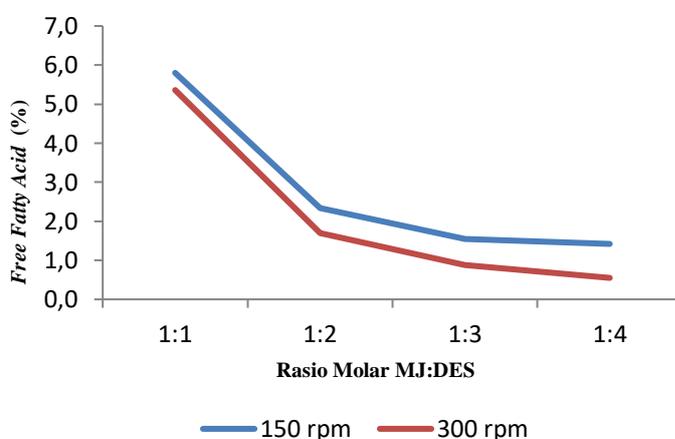
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik *Deep Eutectic Solvent* (DES) yang Dihasilkan

DES dari campuran ChCl dan EG yang dihasilkan memiliki wujud cair dan berwarna bening serta densitas sebesar $1,1702 \text{ gr/cm}^3$. Hasil ini menunjukkan bahwa DES dapat digunakan sebagai pelarut untuk proses ekstraksi karena berada pada *range* densitas $1,1 \text{ gr/cm}^3 - 2,4 \text{ gr/cm}^3$ [8].

3.2. Penurunan *Free Fatty Acid* (FFA) pada Minyak Jelantah

Analisa pengaruh rasio molar Minyak Jelantah (MJ) dan DES, kecepatan, serta waktu pengadukan pada proses ekstraksi diperoleh kadar FFA pada minyak jelantah menurun hingga 0,55%, dimana pada minyak jelantah yang tidak dilakukan ekstraksi memiliki kadar sebesar 8,32%. Hasil analisa dapat dilihat pada grafik yang disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Pengaruh rasio molar dan kecepatan pengadukan.

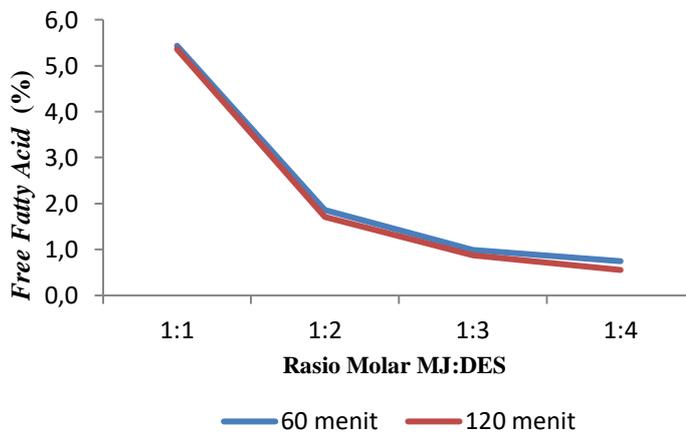
Pada Gambar 2 merupakan grafik yang menunjukkan pengaruh rasio molar minyak jelantah dan DES serta kecepatan pengadukan. Terlihat adanya penurunan kandungan FFA pada minyak jelantah yang telah dilakukan ekstraksi menggunakan DES. Penurunan terjadi seiring dengan semakin meningkatnya jumlah DES pada campuran.

Penurunan terbaik diperoleh menggunakan rasio MJ:DES sebesar 1:4. Senyawa FFA memiliki gugus hidroksil yang dapat berinteraksi dengan DES, sedangkan metil ester yang merupakan komponen utama biodiesel tidak memiliki ion H^+ yang dapat berikatan dengan DES. Semakin besar jumlah DES pada rasio akan meningkatkan kemungkinan terjadinya ikatan hidrogen antara DES dan FFA, sehingga FFA yang terkandung dapat semakin menurun.

Kecepatan pengadukan juga memiliki pengaruh, dimana penurunan FFA terbaik berada pada kecepatan 300 rpm pada waktu pengadukan selama 120 menit. Pengadukan dilakukan untuk memperbanyak kontak antara zat yang ingin dilarutkan dengan pelarut hingga diperoleh derajat homogenitas yang tinggi. Kecepatan pengadukan yang terlalu rendah menyebabkan kontak antar zat tidak berjalan dengan maksimal. Semakin cepat putaran pengadukan akan meningkatkan perpindahan panas yang terjadi pada waktu tertentu dan semakin besar kontak bahan dengan pelarut maka hasil yang diperoleh akan semakin meningkat. Namun, penggunaan putaran yang terlalu cepat mengakibatkan kontak antara bahan dengan pelarut semakin singkat. Sehingga sebelum bahan dan pelarut berikatan secara sempurna, ikatan tersebut terlepas kembali[9].

Lamanya pengadukan (waktu) juga berpengaruh dalam proses penurunan kadar *Free Fatty Acid* minyak jelantah walaupun menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu signifikan. Waktu pengadukan selama 60 menit dapat menurunkan FFA yang paling kecil yaitu 0,75% dan pengadukan selama 120 menit dapat menurunkan FFA paling kecil yaitu 0,55%.

Semakin lama proses pengadukan minyak jelantah dan DES maka akan semakin tinggi kadar FFA yang akan terikat oleh DES dengan suhu yang harus tetap dijaga 60°C agar tidak terjadi perengkahan minyak. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu pencucian semakin memperbesar intensitas reaksi antara DES dengan kandungan FFA yang terdapat pada DDRBO.



Gambar 3. Pengaruh rasio molar dan waktu pengadukan

Niawatni (2017) menyimpulkan dalam penelitiannya bahwa semakin lama waktu ekstraksi akan semakin meningkatkan % removal FFA yang didapat. Tingginya % removal FFA ini menandakan zat pengotor yang terekstrak oleh DES semakin besar. Dalam penelitian Wang dkk (2016) juga mengatakan bahwa konversi FFA akan semakin meningkat dengan semakin lamanya waktu ekstraksi.

3.3. Karakteristik Biodiesel dengan Penurunan Kadar *Free Fatty Acid* Terbaik

Nilai densitas yang tinggi kemungkinan besar dipengaruhi tahap pemurnian. Tahap pemurnian yang kurang baik dapat menyebabkan densitas biodiesel bervariasi [10]. Pada sampel dengan penurunan FFA terbaik dengan rasio 1:4 memiliki tahap pemurnian menggunakan DES terbaik dan memiliki zat pengotor seperti gliserin, sisa katalis ataupun air yang paling sedikit.

Tabel 1. Karakteristik Biodiesel dengan Penurunan Kadar *Free Fatty Acid* Terbaik

Parameter	Standar SNI Biodiesel	Hasil Penelitian
Densitas (kg/m ³)	850 - 890	869,12
Viskositas (mm ² /s)	2,3 - 6,0	4,6306
Titik Nyala (°C)	Min 100	183,30
Angka Setana	Min 51	49,3

Untuk viskositas, berdasarkan standar SNI biodiesel yang baik berkisar pada 2,3 – 6,0 mm²/s. Sampel memiliki nilai viskositas yang berkisar pada 4,6306 mm²/s, nilai viskositas yang didapatkan tidak jauh berbeda dan masuk ke dalam standar yang ditentukan. Nilai viskositas tidak dapat terlalu tinggi ataupun terlalu rendah. Jika harga viskositas terlalu tinggi maka akan besar kerugian gesekan pada mesin kendaraan, penyaringannya sulit dan kemungkinan kotoran ikut terendap besar, serta sulit mengkabutkan bahan bakar. Ini berhubungan dengan perpindahan panas, karena akan terbentuknya *fouling factor* [11]. Sebaliknya jika viskositas terlalu rendah berakibat pelumasan yang tipis, jika dibiarkan terus menerus akan mengakibatkan keausan [12].

Titik nyala yang harus dimiliki oleh biodiesel minimal sebesar 100 °C, sedangkan pada penelitian ini didapatkan hasil titik nyala produk yaitu 183,3 °C dan untuk analisa angka setana yaitu 49,30 mendekati dengan Standar SNI Biodiesel. Angka setana berkaitan dengan kandungan kalor dalam bahan bakar yang diperlukan untuk menggerakkan mesin agar mampu bekerja dengan baik.

4. KESIMPULAN

Penggunaan *Deep Eutectic Solvent* (DES) dalam proses ekstraksi cair-cair pada minyak jelantah terbukti mampu menurunkan kadar *Free Fatty Acid* (FFA) hingga 0,55%. Penurunan FFA terbaik diperoleh pada rasio molar MJ:DES sebesar 1:4 dengan kecepatan pengadukan 300 rpm selama 120 menit. Hasil biodiesel yang diperoleh mendekati dengan Standar SNI Biodiesel 04-7182-2006. DES merupakan pelarut yang sangat cocok digunakan untuk ekstraksi cair-cair sehingga perlu dilakukan analisa lebih lanjut untuk mengetahui penggunaannya secara spesifik. Untuk meningkatkan angka setana biodiesel dapat dilakukan dengan proses nitrasasi metil risinoleat menggunakan campuran asam nitrat, anhidrida asetat, dan asam sulfat. Selain itu, gliserol

yang dihasilkan sebagai residu dari proses transesterifikasi sebaiknya diolah kembali menjadi produk tepat guna seperti sabun cuci tangan atau sintesa *glycerine*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. B. Istiningrum, E. A. Priyadi, L. A. Sulfiah, and D. Nafisah, "Pemanfaatan Abu Sekam Padi Untuk Pemurnian Bahan Baku dan Produk Biodiesel dari Minyak Jelantah," vol. 6, no. 1, pp. 61–71, 2017, doi: 10.23887/jst-undiksha.v6i1.9440.
- [2] A. Sugiyono, Aninditha, L. M. A. Wahid, and Adiarso, *Outlook Energi Indonesia 2016: Pengembangan Energi untuk Mendukung Industri Hijau*. Jakarta: Pusat Teknologi Sumber Daya Energi dan Industri Kimia BPPT, 2016.
- [3] I. Aziz, S. Nurbayati, and B. Ulum, "Pembuatan produk biodiesel dari minyak goreng bekas dengan cara esterifikasi dan transesterifikasi," vol. 2, no. 3, pp. 443–448, 2011.
- [4] H. Q. Aini and R. P. Heryantoro, "Purifikasi Biodiesel dari Minyak Dedak Padi Menggunakan Deep Eutectic Solvent: Pengaruh Rasio Molar Klorida dan Etilen Glikol Terhadap Kemurnian dan Yield Biodiesel," Skripsi, Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2017.
- [5] Z. Qinghua, K. D. O. Vigier, S. Royer, and F. Jerome, "Deep Eutectic Solvents: Syntheses, Properties And Applications" "Deep Eutectic Solvents: Syntheses, Properties And Applications," vol. 12, no. 41, pp. 7108–7146, 2012.
- [6] M. Alamsyah, L. Ifa, and R. Kalla, "Pemurnian minyak jelantah dengan proses adsorpsi," vol. 2, no. 2, pp. 22–26, 2017.
- [7] Badan Standarisasi Nasional, "Biodiesel," 2015. <http://sispk.bsn.go.id/SNI/DetailSNI/10147>
- [8] F. Veronica and K. Werner, "Properties of Sugar-Based Low-Melting Mixture," 2015, vol. 112, no. 9, pp. 1–10, 2015.
- [9] K. H. Dewi, D. Silsia, L. Susanti, M. Markom, and H. Mendra, "Ekstraksi Teripang Pasir (*Holothuria Scabra*) Sebagai Sumber Testosteron Pada Berbagai Kecepatan dan Lama Pengadukan," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia*, Yogyakarta, pp. D14-1-D14-7, 2010.
- [10] Affandi, *Model-Model Pembelajaran*. Semarang: Sultan Agung Press, 2013.
- [11] H. Dwipayana, "Studi Analisis Pengaruh Sifat Fisik Biodiesel (Viskositas, Kadar Air dan Angka Setana) Terhadap Proses Pembakaran Bahan Bakar di Boiler Fire Tube," vol. 3, no. 1, pp. 1–14, 2016.
- [12] E. Setiawati and F. Edwar, "Teknologi Pengolahan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Teknik Mikrofiltrasi dan Transesterifikasi sebagai Alternatif Bahan Bakar Mesin Diesel," vol. 6, no. 2, pp. 1–11, 2012.