

Kajian Lanjut Penggunaan Magnesol dan Zeolit Alam Sebagai Adsorben Pada Pemurnian Biodiesel

Harimbi Setyawati^{1,*}, Mei Hermansyah¹, Samsul Arifin¹

¹ Program Studi Teknik Kimia ITN Malang

* E-mail : arimbisetya@yahoo.co.id

Abstrak. Ketergantungan akan bahan bakar fosil semakin meningkat, sehingga diperlukan adanya alternatif, salah satunya adalah biodiesel. Biodiesel perlu dimurnikan terlebih dahulu. Pemurnian yang umum adalah pencucian basah dan pencucian kering. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas biodiesel setelah pemurnian menggunakan dua jenis adsorben yaitu magnesium silikat dan zeolit alam. Biodiesel yang digunakan dalam penelitian adalah biodiesel dari minyak kelapa. Variabel yang digunakan adalah massa dan waktu operasi. Massa magnesium silikat dan zeolit alam yang digunakan adalah 1, 2, 3, 4, dan 5 % massa biodiesel, sedangkan waktu operasi yang digunakan adalah 45 menit. Suhu ditetapkan sebesar 60C. setelah itu dilakukan uji analisa terhadap karakter fisik biodiesel sesuai dengan standard kelayakan biodiesel di Indonesia yang diatur dalam SNI 04-7182-2006.

Kata Kunci: Biodiesel, Adsorpsi, Adsorben, Magnesium Silikat, Zeolit Alam.

1. Pendahuluan

Biodiesel diproduksi melalui reaksi transesterifikasi antara trigiserida dengan metanol menjadi metil ester dan gliserol dengan bantuan katalis basa. Biodiesel yang dihasilkan dari reaksi transesterifikasi merupakan crude biodiesel yang masih mengandung campuran pengotor, seperti gliserol, sabun, air, alkohol, sisa katalis dan asam lemak bebas. Tahapan pemurniaan biodiesel masih menjadi isu yang sangat penting dalam menjamin kualitas biodiesel (Saiful et al, 2012).

Dalam proses pemurniannya crude biodiesel masih sangat mahal dan belum ekonomis karena proses pemisahan atau pemurniaan masih memerlukan biaya yang tinggi dan waktu yang lama. Salah satu metode pemurniaan biodiesel yang biasa digunakan untuk menghilangkan pengotor adalah water washing, yaitu pemurnian menggunakan air hangat. Metode ini memiliki kelemahan, yaitu memerlukan banyak energi, waktu yang lama dan menghasilkan limbah cair bagi lingkungan dalam jumlah yang banyak. Oleh karena itu perlu adanya proses baru yang dapat menghemat energi dan waktu produksi biodiesel, seperti proses dry washing menggunakan adsorben (Herdiani, 2009).

1.1. Perumusan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat beberapa masalah antara lain:

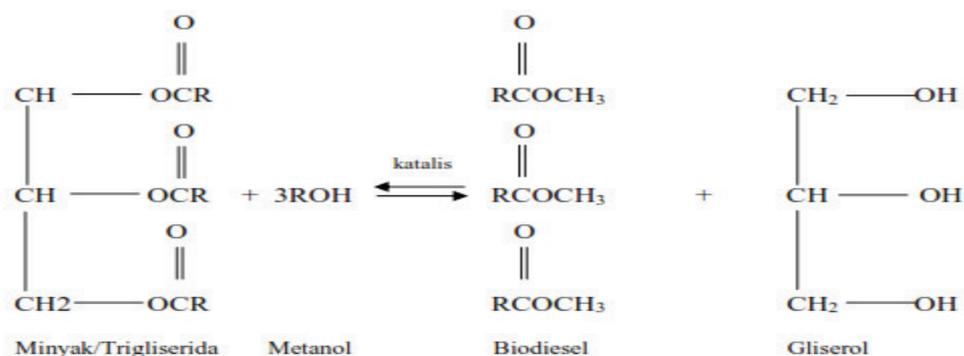
1. Bagaimana kualitas biodiesel setelah dilakukan pencucian menggunakan magnesium silikat (magnesol) dan zeolit alam?
2. Berapa komposisi magnesium silikat (magnesol) dan zeolit alam yang tepat digunakan dalam pencucian biodiesel, agar menghasilkan kualitas biodiesel yang optimal?

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan biodiesel dengan kualitas yang baik sesuai dengan SNI Biodiesel No. 04-7182-2006 melalui proses dry-wash menggunakan dua jenis adsorben yaitu magnesium silikat (magnesol) dan zeolit alam menurunkan batas LBO dan menstabilkan api. Hal ini berlawanan dengan hubungan antara batas LBO dengan kadar air.

2. Biodiesel

Biodiesel adalah salah satu sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui (renewable) dan mempunyai beberapa keunggulan dari segi lingkungan apabila dibandingkan dengan petroleum diesel (solar). Biodiesel dapat berupa minyak kasar atau monoalkil ester asam lemaknya, umumnya merupakan metil ester. Biodiesel termasuk dalam golongan mono alkil ester atau metil ester dengan panjang rantai karbon antara 12 sampai 20. Biodiesel didefinisikan sebagai metil ester yang diturunkan dari minyak/lemak alami, seperti minyak nabati, lemak hewan, atau minyak goreng bekas, biodiesel merupakan bahan bakar yang bersih dalam proses pembakaran, bebas dari sulfur dan benzen karsinogenik, dapat didaur ulang dan tidak menyebabkan akumulasi gas rumah kaca, tidak toksik dan dapat didegradasi. Secara kimiawi biodiesel merupakan turunan trigliserida dari golongan ester, sehingga dikenal istilah-istilah RME (rapeseed methyl ester), SME (soybean methyl esters), dan PME (palm methyl esters), untuk yang berbahan baku biji lobak, kedelai, dan minyak sawit. Biodiesel masih memiliki sifat-sifat turunan asam lemak pada umumnya, baik dari segi fisik, kimia, maupun biologi. Metil ester atau etil ester adalah senyawa yang relatif stabil, cairan pada suhu ruang (titik leleh antara 4-18 oC), nonkorosif, dan titik didihnya rendah. Dalam beberapa penggunaan, metil ester lebih banyak disukai dibanding dengan penggunaan asam lemak (Puspaningrum, 2007).



Gambar.1. Reaksi Kimia Pembentukan Biodiesel

3. Pemurnian Biodiesel

Dalam penggunaannya sebagai bahan bakar, biodiesel harus dimurnikan terlebih dahulu untuk menghilangkan gliserol, sisa alkohol yang tidak bereaksi, katalis, dan sabun yang mungkin terbentuk selama proses pembuatan biodiesel. Proses pencucian yang umum digunakan adalah water washing dan dry washing. Water washing, yaitu mencuci biodiesel dengan menggunakan air hangat (60 oC). Akan tetapi, proses water washing memerlukan jumlah air yang sangat banyak, waktu yang lama (sekitar 2,5 jam), dan menghasilkan limbah cair berupa emulsi sabun, gliserol, methanol, dan katalis dalam jumlah yang cukup besar yang dapat mencemari lingkungan. Selain itu, pada akhir metode ini juga harus dilakukan proses drying pada biodiesel untuk menguapkan air sisa pencucian. Sedangkan dry washing merupakan suatu proses pencucian biodiesel dengan menggunakan material adsorben sebagai media pencuci. Dry washing memiliki beberapa keunggulan, diantaranya adalah tidak memerlukan air dalam prosesnya, waktu yang dibutuhkan relatif singkat, tidak terjadi proses emulsifikasi (Herdiani, 2009).

Proses dry washing dapat dilakukan dengan menggunakan kolom (kontinyu). Bahan baku berupa biodiesel 1000 gr diletakkan dalam bak penampung kemudian dipanaskan sampai pada suhu 60 oC. Sejumlah magnesium silikat (1%, 2% dan 3%) telah diletakkan pada tabung adsorben. Tabung adsorben ini telah dilengkapi penyaring, sehingga diharapkan impurities tidak dapat lolos. Menghidupkan pompa sehingga biodiesel akan melewati pipa inlet, dan mengalir melalui rangkaian pipa yang ada. Dimana rangkaian pipa akan berakhir pada tabung adsorben. Sebelum mencapai tabung adsorben diberikan sebuah alat tambahan berupa tabung penahan. Tabung ini berfungsi untuk menahan aliran yang terlalu besar, sehingga besaran aliran dapat disesuaikan kembali. Proses adsorpsi akan terjadi pada tabung adsorben, dan hasil atau produk akan dialirkan kembali menuju bak

penampung produk untuk dijadikan feed kembali. Setelah waktu (40-50 menit) sesuai dengan variabel, maka valve pada aliran feed ditutup, dan membuka valve pada bak penampung produk, dan akan dihasilkan produk berupa biodiesel yang telah dimurnikan. Langkah ini diulang sesuai dengan variabel (Jatyaraga dan Atmadja, 2013).

4. Metode Penelitian

Cara pengambilan data, kami menggunakan metode eksperimen dengan cara mengambil data dari hasil penelitian, kemudian menganalisa hasil dengan metode Gas Chromatografi.

5. Hasil Penelitian

1. Densitas

Dari uji analisa sampel sesuai dengan standard kelayakan biodiesel di Indonesia, berdasar pada SNI 04-7182-2006, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil uji analisa sampel tentang densitas

Waktu	Sampel		Densitas (Magnesol)	Densitas (Zeolit Alam)
	Massa Adsorben			
45	10 gr		0,885 gr/cm ³	0,890 gr/cm ³
	20 gr		0,880 gr/cm ³	0,885 gr/cm ³
	30 gr		0,870 gr/cm ³	0,880 gr/cm ³
	40 gr		0,860 gr/cm ³	0,875 gr/cm ³
	50 gr		0,855 gr/cm ³	0,870 gr/cm ³
	60 gr		0,855 gr/cm ³	0,870 gr/cm ³

Hasil uji analisa pendahuluan didapatkan data densitas sebesar 0,895. Sedangkan hasil analisa terhadap hasil penelitian kami menunjukkan penurunan, sebanding dengan massa dari adsorben yang digunakan, dimana hasilnya telah memenuhi standard kelayakan biodiesel di Indonesia, yaitu berada pada kisaran 0,85-0,89 gr/cm³. Hal ini dapat terjadi dikarenakan proses adsorpsi yang dilakukan oleh magnesium silikat (magnesol) dan zeolit alam berjalan dengan baik, sehingga kandungan impurities dalam sampel semakin kecil. Pernyataan tersebut sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah massa adsorben. Semakin besar massa adsorben maka proses penyerapan yang terjadi semakin meningkat, hal ini diketahui oleh menurunnya impurities dalam sampel dengan adanya penurunan densitas (Bertram at al, 2011), (Jatyaraga dan Atmadja, 2013).

Dengan menggunakan massa magnesol dan zeolit alam sebesar 10-60 gr, dapat menyebabkan nilai dari densitas turun. Untuk magnesol persentase penurunannya mencapai 2,79 %, sedangkan untuk zeolit alam persentase penurunannya mencapai 1,67 %. Dari data analisa hasil penelitian yang kami lakukan didapatkan massa optimum adsorben sebesar 50 gr. Massa optimum ini tidak mengarah pada nilai densitas biodiesel murni, dimana sebaiknya massa optimum adsorben ini mengarah pada densitas biodiesel murni (B100) dengan nilai densitas 0,880 gr/cm³, sehingga didapatkan massa optimum pada magnesium silikat (magnesol) sebesar 20 gr, dan zeolit alam sebesar 30 gr. Namun hal ini menjadi tidak terlalu berarti karena secara umum sampel biodiesel yang kami miliki telah sesuai dengan standar kelayakan biodiesel yang ada di indonesia, yaitu 0,850-0,890 kg/m³. Dengan demikian ditinjau dari segi nilai densitas, maka sampel biodiesel yang kami miliki dapat dikatakan layak digunakan.

2. Gliserol Bebas

Dari uji analisa sampel sesuai dengan standard kelayakan biodiesel diIndonesia, berdasar pada SNI 04-7182-2006, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil uji analisa sampel tentang gliserol bebas

Waktu	Sampel	Gliserol Bebas (Magnesol)	Gliserol Bebas (Zeolit Alam)
	Massa Adsorben		
45	10 gr	0,0230 % massa	0,0237 % massa
	20 gr	0,0216 % massa	0,0223 % massa
	30 gr	0,0202 % massa	0,0209 % massa
	40 gr	0,0188 % massa	0,0195 % massa
	50 gr	0,0188 % massa	0,0192 % massa

Hasil uji analisa pendahuluan didapatkan data kandungan gliserol bebas sebesar 0,0251 %massa. Sedangkan hasil analisa terhadap hasil penelitian kami menunjukkan penurunan, sebanding dengan massa dari adsorben yang digunakan, dimana hasilnya kurang dari 0,02 %massa. Nilai ini menunjukkan adanya penurunan dari kandungan gliserol bebas, hal ini dapat terjadi karena magnesium silikat (magnesol) dan zeolit alam melakukan penyerapan yang maksimal terhadap kandungan impurities yang ada dalam sampel biodiesel, sehingga kandungan gliserol bebas mengalami penurunan. Pernyataan ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa penambahan massa magnesium silikat (magnesol) akan mengakibatkan impurities dalam minyak semakin turun, dan dapat diketahui dengan adanya penurunan kandungan gliserol bebas dalam biodiesel (Bertram at al, 2011), (Jatyaraga dan Atmadja, 2013).

Dengan menggunakan massa magnesol dan zeolit alam sebesar 10-50 gr, maka dapat menurunkan nilai dari gliserol bebas. Untuk magnesol persentase penurunannya mencapai 18,29 %, sedangkan untuk zeolit alam persentase penurunannya mencapai 15,79 %. Dari data analisa hasil penelitian yang kami lakukan, maka sampel biodiesel yang kami miliki dapat dikatakan layak digunakan ditinjau dari segi nilai densitas yang terkandung dalam sampel sesuai dengan standard kelayakan biodiesel di Indonesia.

3. Angka Setana

Dari uji analisa sampel sesuai dengan standard kelayakan biodiesel di Indonesia, berdasar pada SNI 04-7182-2006, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil uji analisa sampel tentang angka setana

Waktu	Sampel	Angka Setana (Magnesol)	Angka Setana (Zeolit Alam)
	Massa Adsorben		
45	10 gr	47,00	40,00
	20 gr	49,00	42,00
	30 gr	49,00	44,00
	40 gr	51,00	46,00
	50 gr	53,00	48,00

Hasil uji analisa pendahuluan didapatkan data angka setana sebesar 40. Sedangkan hasil analisa terhadap hasil penelitian kami menunjukkan peningkatan, sebanding dengan massa dari adsorben yang digunakan, dimana hasilnya lebih dari 40 dan mendekati 51. Nilai ini menunjukkan adanya peningkatan dari angka setana, hal ini dapat terjadi karena magnesium silikat (magnesol) dan zeolit alam melakukan penyerapan yang maksimal terhadap kandungan impurities yang ada dalam sampel biodiesel, sehingga angka setana mengalami peningkatan. Pernyataan ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa penambahan persentase magnesium silikat (magnesol) dan zeolit alam akan mengakibatkan impurities dalam minyak semakin turun, dan dapat diketahui dengan adanya peningkatan angka setana dalam biodiesel (Bertram at al, 2011), (Jatyaraga dan Atmadja, 2013). Dengan menggunakan massa magnesium silikat (magnesol) dan zeolit alam sebesar 10-50 gr, dapat

menaikkan nilai dari angka setana. Untuk magnesol persentase kenaikan mencapai 24,50 %, sedangkan untuk zeolit alam persentase kenaikan mencapai 10,00 %.

Dari data analisa hasil penelitian yang kami lakukan, maka sampel biodiesel yang diadsorpsi oleh magnesium silikat (magnesol) kami miliki dapat dikatakan layak digunakan ditinjau dari segi nilai angka setana yaitu 53 yang terkandung dalam sampel sesuai dengan standard kelayakan biodiesel di Indonesia min 51. Namun untuk sampel biodiesel yang diadsorpsi oleh zeolit alam tidak dapat dikatakan layak digunakan ditinjau dari segi nilai angka setana yaitu 48,00 yang terkandung dalam sampel tidak sesuai dengan standard kelayakan biodiesel di Indonesia min 51. Ini disebabkan kurangnya temperatur pemanasan pada waktu aktivasi adsorben zeolit alam, sehingga mengakibatkan pori-pori kurang terbuka. Hal ini sesuai dengan teori Rini D.K, menyatakan semakin tinggi temperatur pemanasan pada adsorben maka semakin banyak air bebas di dalam kristal zeolit alam yang teruapkan, sehingga membuat struktur pori zeolit alam sangat terbuka dan memiliki luas internal yang luas yang mampu mengadsorpsi sejumlah substansi seperti uap air (Rini D.K et al, 2012).

4. Titik Nyala

Dari uji analisa sampel sesuai dengan standard kelayakan biodiesel di Indonesia, berdasar pada SNI 04-7182-2006, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil uji analisa sampel tentang titik nyala

Waktu	Sampel		Titik Nyala (Magnesol)	Titik Nyala (Zeolit Alam)
	Massa Adsorben			
45	10 gr		89,00 °C	87,00 °C
	20 gr		91,00 °C	88,00 °C
	30 gr		96,00 °C	90,00 °C
	40 gr		101,00 °C	91,00 °C
	50 gr		104,00 °C	92,00 °C

6. Kesimpulan

Proses pemurnian dry washing biodiesel menggunakan adsorben magnesium silikat dan zeolit alam, dapat meningkatkan kemurnian dari biodiesel yang dihasilkan. Penggunaan magnesium silikat dan zeolit alam yang tepat akan menyerap impurities dengan maksimal, termasuk sisa gliserol, sisa alkohol dan katalis, serta air dan sedimen pada biodiesel.

Untuk karakter fisik biodiesel dengan menggunakan adsorben magnesium silikat (magnesol) dan zeolit alam secara umum telah memenuhi standard kelayakan biodiesel di Indonesia yang diatur dalam SNI 04-7182-2006, kecuali beberapa poin yaitu angka setana dan titik nyala pada adsorben zeolit alam.

Dimana nilai dari tiap karakter adalah sebagai berikut:

- Didapatkan nilai uji analisa pendahuluan terhadap densitas sebesar 0,8950 gr/cm³. Untuk hasil uji analisa terhadap sampel penelitian dengan adsorben magnesium silikat (magnesol) didapatkan sebesar 0,855 gr/cm³. Sehingga penurunan nilai densitas didapatkan sebesar 2,79 %. Sedangkan Untuk hasil uji analisa terhadap sampel penelitian dengan adsorben zeolit alam didapatkan sebesar 0,870 gr/cm³. Sehingga penurunan nilai densitas didapatkan sebesar 1,67 %.
- Didapatkan nilai uji analisa pendahuluan terhadap gliserol bebas sebesar 0,0251 %. Untuk hasil uji analisa terhadap sampel penelitian dengan adsorben magnesium silikat (magnesol) didapatkan sebesar 0,0188 %. Sehingga penurunan nilai gliserol bebas didapatkan sebesar 18,29 %. Sedangkan untuk hasil uji analisa terhadap sampel penelitian dengan adsorben zeolit alam didapatkan sebesar 0,0192 %. Sehingga penurunan nilai gliserol bebas didapatkan sebesar 15,79 %.
- Didapatkan nilai uji analisa pendahuluan terhadap angka setana sebesar 40. Untuk hasil uji analisa terhadap sampel penelitian dengan adsorben magnesium silikat (magnesol) didapatkan sebesar 53. Sehingga kenaikan nilai angka setana didapatkan sebesar 24,50 %. Sedangkan untuk hasil uji analisa terhadap sampel penelitian dengan adsorben zeolit alam didapatkan sebesar 48. Sehingga penurunan nilai gliserol bebas didapatkan sebesar 10,00 %.

- Didapatkan nilai uji analisa pendahuluan terhadap titik nyala sebesar 84 °C. Untuk hasil uji analisa terhadap sampel penelitian dengan adsorben magnesium silikat (magnesol) didapatkan sebesar 104 °C. Sehingga kenaikan nilai titik nyala didapatkan sebesar 14,52 %. Sedangkan untuk hasil uji analisa terhadap sampel penelitian dengan adsorben zeolit alam didapatkan sebesar 92 °C. Sehingga penurunan nilai gliserol bebas didapatkan sebesar 6,67 %.

Sesuai dengan teori semakin besar massa adsorben maka semakin baik kualitas biodieselnnya. Hal ini sesuai dengan hasil analisa yang didapat.

Pada hasil analisa didapatkan terdapat perbedaan hasil analisa antara ke dua jenis adsorben yang digunakan. Dimana hasil analisa dengan menggunakan adsorben magnesol lebih baik dari pada zeolit alam. Massa optimum adsorben didapatkan sebesar 50 gr.

7. Daftar Pustaka

- [1] Affandi F dan Hadisi H., 2011 “Pengaruh Metode Aktivasi Zeolit Alam Sebagai Bahan Penurun Temperatur Campuran Beraspal Hangat.” Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.
- [2] Asip F., Mardhiah R., dan Husna., 2008 “Uji Efektifitas Cangkang Telur Dalam Mengadsorpsi Ion Fe Dengan Proses Batch.” Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya No.2 Vol. 15.
- [3] Bertram, B., Abrams C., and Cooke, B.S., 2012 “Purification Of Biodiesel With Adsorbent Matrials.” The Dalas Group Inc Paten No. US 7,635,398 B2.
- [4] Braz J, 2011 “Dry Washing In Biodiesel Purification.” Sociendade Brasileira de Quimica Chem. Soc Vol.22 No. 3,558-563.
- [5] Fitriyantini Z, 2009. “Adsorpsi Karotenoid Dari Metil Ester Minyak Sawit Dengan Menggunakan Adsorben Atapulgit Dan Magnesium Silikat Sintetik.” Skripsi Teknologi Industri Pertanian Bogor.
- [6] Hartono R., Listiadi A.P., dan Bayupramana I.M., 2013 “Intensifikasi Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dengan Metode Interesterifikasi Dan Pemurnian Dry Washing.” Jurnal Teknologi Pengolahan Limbah Vol. 16 ISSN 1410-9565.
- [7] Haryati K., Rahmawati D.E., dan Sari I.H., 2009 “Potensi Betonit Sebagai Penjernihan Minyak Goreng Beka.” Jurnal Teknik Kimia Universitas Diponegoro.
- [8] Herdiani I.A, 2009 “Aplikasi Adsorben dalam Proses Pemurnian Biodiesel Jarak Pagar (*Jatropha curcas L.*) Menggunakan Metode Kolom.” Skripsi Teknologi Industri Pertanian Bogor.
- [9] Jatyaraga B.A dan Atmadja L.K., 2013 “Pengaruh Massa Magnesium Silikat (Magnesol) Dan Waktu Operasi.” Seminar Hasil Penelitian ITN Malang .
- [10] Khaidir., 2011 “Modifikasi Zeolit Alam Sebagai Material Molecular Sieve Dan Aplikasinya Pada Proses Dehidrasi Bioetanol.” Tesis Teknologi Industri Pertanian Bogor.
- [11] Mahatmanti F.Widhi., Sumarni W., 2003 “Kajian Termodinamika Penyerapan Zat Warna Indicator Metil Oranye (MO) dalam Larutan Air Oleh Adsorben Kitosan.” JSKA. Vol. VI. No. 2.
- [12] Panitia Teknis Energi Baru dan Terbarukan (PTEB), 2005 “Pelatihan Pengujian & Pengendalian Mutu Produksi Biodiesel.” Modul Biodiesel SNI 04-7182-2006 .
- [13] Puspaningrum S, 2007 “Pengaruh Jenis Adsorben Pada Pemurniaan Biodiesel Dari Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcus L.*)” Skripsi Teknologi Industri Pertanian Bogor.
- [14] Rini K.D dan Antonius Fendy., 2012 “Optimasi Aktivasi Zeolit Alam Untuk Dehumidifikasi.” Jurnal Fema Universitas Diponegoro Semarang Vol. 1, No.1.
- [15] Saiful, Pratiwi F., Maulana I., dan Ramli M., 2012 “Mixed Matrix Membrane Adsorbers For Glycerol Removal In Biodiesel.” Jurnal Natural Universitas Syiah Kuala Darussalam-Banda Aceh Vol. 12, No. 1.
- [16] Scientex., (2013). Material Safety Data Sheet. <http://www.scientex.com.au>. Diakses tanggal 5 September 2013.

Produksi Etanol dari Ampas Tebu Terdelignifikasi Alkali melalui Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak

Maulida Oktaviani^{1,*}, Triyani Fajriutami¹, Euis Hermiati¹

¹ Pusat Penelitian Biomaterial, LIPI, Jalan Raya Bogor KM 46, Cibinong, Bogor, 16911

* E-mail : maulida.oktaviani@lipi.go.id

Abstrak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi enzim dan waktu inkubasi optimum untuk memproduksi etanol dari ampas tebu terdelignifikasi alkali melalui proses sakarifikasi dan fermentasi serentak (SSF). Ampas tebu telah didelignifikasi (*pretreatment*) menggunakan NaOH 1% pada 121°C selama 60 menit. Sakarifikasi dan fermentasi serentak dilakukan menggunakan khamir *Saccharomyces cerevisiae* dan enzim selulase komersial (*Meicellase*) dengan konsentrasi 10-50 fpu/g berat kering ampas tebu. SSF dilakukan pada 38°C, 130 rpm selama 72 jam. Parameter seperti konsentrasi etanol, rendemen etanol, konsentrasi gula pereduksi dan pH medium fermentasi diukur setiap 24 jam sekali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi etanol tertinggi (22.64 g/L) dan rendemen tertinggi (29.18% per g berat kering ampas tebu) dihasilkan pada konsentrasi enzim 50 fpu/g berat kering ampas tebu setelah 72 jam SSF. Analisis gula pereduksi menunjukkan bahwa konsentrasi gula pereduksi meningkat pada 48 jam pertama SSF dan menurun hingga 72 jam SSF. Nilai pH medium fermentasi setelah SSF menunjukkan bahwa pH medium berkisar antara 4.5 dan 5.0.

Kata Kunci: Ampas Tebu, Bioetanol, Delignifikasi, Natrium Hidroksida, Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak.

1. Pendahuluan

Kebutuhan dan konsumsi energi yang semakin meningkat setiap tahun telah mendorong semakin intensifnya penelitian produksi sumber energi alternatif pengganti bahan bakar minyak. Bahan nabati yang telah dikonversi menjadi bahan bakar nabati dapat menjadi substitusi bahan bakar minyak. Bioetanol merupakan salah satu jenis bahan bakar nabati yang berpotensi sebagai substitusi bensin^[1].

Bioetanol dapat diperoleh melalui proses fermentasi gula dari biomassa yang mengandung karbohidrat (jagung, gandum), sukrosa (tebu) atau bahan lignoselulosa (ampas tebu, tandan kosong kelapa sawit, dsb.)^[2]. Bahan lignoselulosa seperti limbah ampas tebu merupakan bahan baku etanol yang menjanjikan disebabkan keberadaannya yang melimpah, murah, serta tidak digunakan sebagai bahan pangan^[3]. Di Indonesia sendiri, potensi perolehan etanol dari ampas tebu yang dihasilkan oleh pabrik gula dapat mencapai 614,827 kL/tahun^[4]. Di sisi lain, berdasarkan peraturan presiden No 5 tahun 2006 tentang *blue print* pengelolaan energi nasional 2006-2024, penggunaan energi baru dan terbarukan (EBT) diproyeksikan sebesar 17% pada tahun 2025, dengan bahan bakar nabati menyumbang sebesar 5%. Hal ini mengindikasikan bahwa pengembangan bioetanol dari ampas tebu masih sangat perlu dikembangkan.

Seperti biomassa lignoselulosa lainnya, ampas tebu merupakan substrat kompleks yang terdiri dari campuran polimer karbohidrat (selulosa dan hemiselulosa), lignin, dan senyawa-senyawa yang larut dalam air (abu). Selulosa merupakan senyawa yang paling banyak terkandung dalam ampas tebu dan merupakan bagian terpenting yang akan dikonversi menjadi produk lain seperti bioetanol. Proses konversi ampas tebu menjadi bioetanol memerlukan beberapa tahap, yaitu *pretreatment*, hidrolisis selulosa menjadi gula sederhana dan fermentasi gula sederhana menjadi etanol^[4].

Pretreatment bertujuan untuk menghilangkan lignin (delignifikasi), mengurangi kristalinitas selulosa, dan meningkatkan porositas bahan sehingga aksesibilitas enzim dalam mengubah selulosa menjadi gula pereduksi semakin meningkat^[5]. Penggunaan alkali seperti natrium hidroksida (NaOH)