



Pengembangan Membran Magnesol untuk Pemurnian Biodiesel

The Development of Magnesol Membranes for the Purification of Biodiesel

Saiful*, Nurfitriana, Muliadi Ramli, Ilham Maulana

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Syiah Kuala
Jl. Syech Abdurrauf, Darussalam - Banda Aceh 23111
Telpon/Fax: 0651-7555264;
*E-mail: s.saiful@unsyiah.net

Abstrak

Membran magnesol telah dibuat dengan mencampur polimer kitosan dengan partikel magnesol melalui metode inversi fasa. Komposisi optimum membran adsorpsi adalah kitosan 3%, DMF 15%, dan partikel *loading* 60%. Porositas membran tersebut adalah 34,17% dan derajat pengembangan 51,91%. Fluks air dari membran ini adalah 224,2 Lm⁻²h⁻¹ pada tekanan transmembran 2,5 bar. Membran adsorpsi ini dapat digunakan untuk pemurnian biodiesel karena memiliki struktur berpori terbuka. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah waktu kontak 60 menit, angka asam berkurang 81,12% sesuai dengan standar kualitas SNI. Kadar sabun kalium yang diperoleh 86,74% dan kadar sabun natrium 86,73%. Membran yang telah diregenerasi dapat digunakan kembali dan memiliki kapasitas adsorpsi yang tinggi. Penggunaan metanol untuk regenerasi membran magnesol lebih baik daripada etanol. Membran magnesol akan menjadi metode alternatif baru untuk pemurnian biodiesel.

Kata kunci: angka asam, biodiesel, kitosan, magnesol, membran adsorpsi, sabun

Abstract

Magnesol membrane had been prepared by mixing chitosan polymer with magnesol particles via phase inversion method. The optimum compositions of adsorptive membranes were 3% chitosan, 15% DMF, and 60% loading adsorbent. The porosity of these membranes was 34.17% and swelling degree was 51.91%. The membrane clean water flux was 224.4 Lm⁻²h⁻¹ at a transmembrane pressure of 2.5 bar. The adsorptive membrane possessed an open and interconnected porous structure with a large surface area available for biodiesel purities adsorption. The results showed that after contacting in 60 minutes, numbers of acid value was reduced as much of 81.12% which is in accordance with value of SNI quality standards. In addition, the soap content adsorbed was 86.74% as potassium soap and 86.73% as sodium soap. The regenerated membrane can be reused with maintaining the high adsorption capacity. The methanol was better than ethanol to regenerate the magnesol membrane. The magnesol membrane will be a new alternative method for biodiesel purification.

Keywords: acid number, biodiesel, chitosan, magnesol, membrane adsorption, soap

1. Pendahuluan

Pengembangan bahan bakar alternatif sangat perlu dilakukan dan menjadi tantangan bagi pakar yang berkompeten pada saat ini. Salah satu bahan bakar alternatif adalah pemanfaatan biomassa (bahan hayati) untuk menghasilkan biodiesel sebagai pengganti bahan bakar solar. Indonesia, sebagai negara agraria, mempunyai peluang sangat besar untuk mengembangkan biodiesel sebagai sumber energi alternatif. Namun demikian pada saat ini harga jual biodiesel masih hampir sama mahalnnya dengan bahan bakar fosil karena masih tingginya biaya proses produksi biodiesel (Atadashi dkk., 2010). Salah satu isu sangat penting dalam

proses produksi biodiesel adalah tahapan pemurnian daripada "crude biodiesel". Metil ester hasil reaksi transesterifikasi tidak dapat digolongkan sebagai biodiesel sampai kualitasnya memenuhi standar ASTM D6751 (Amerika Utara), EN14214 (Eropa), atau SNI-04-7182-2006 agar bisa dijual di Indonesia (Cao dkk., 2008b; Atadashi dkk., 2011). Tahapan pemurnian biodiesel bertujuan menghilangkan beberapa parameter pengotor dalam campuran produk biodiesel yaitu asam lemak bebas, sabun, gliserol, air, alkohol, dan sisa katalis. Tingkat kemurnian biodiesel akan berpengaruh secara signifikan terhadap kinerja mesin baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Biodiesel yang tidak murni akan menyebabkan

degradasi pelumas mesin, korosi injektor akibat air dan katalis, tersumbatnya injektor bahan bakar akibat sabun, dan kebocoran mesin karena alkohol.

Adanya gliserol sangat mempengaruhi kinerja mesin dalam proses pembakaran, penyumbatan injektor dan dapat menyebabkan timbulnya asap yang mengandung senyawa akrolein, suatu senyawa fotokimia yang berbahaya. Penelitian ke arah pengembangan metode pemurnian biodiesel masih sangat diperlukan karena belum ada metode yang 100% efisien dalam menghilangkan pengotor dari biodiesel. Di samping itu kebutuhan akan metode pemurnian yang ekonomis, cepat, handal, dan *recycled* sangat diperlukan dalam industri biodiesel (Shuit dkk., 2012). Metode pemurnian biodiesel untuk menghilangkan pengotor yang umum digunakan adalah *water wash*. Kelemahan metode *water wash* dapat menyebabkan pembentukan emulsi antara air dan metil ester dan menghasilkan air limbah yang banyak, sehingga *water washing* belum efektif untuk memurnikan biodiesel.

Metode alternatif untuk meningkatkan efisiensi proses pemurnian adalah mengganti metode *water-wash biodiesel* dengan proses pencucian tanpa air (*drywash biodiesel*), yaitu menggunakan kolom adsorben (Faccini dkk., 2012). Bahan adsorben bisa dibuat dari adsorben alami atau sintesis. Meskipun demikian metode pencucian kering masih memiliki kelemahan-kelemahan yang perlu diatasi (Predojevic, 2008; Gomes dan Preira 2010). Kelemahan metode kolom adsorben adalah sensitif terhadap fouling dan penyumbatan, memerlukan tekanan tinggi, proses pemisahannya lama, dan kompresi dari kolom. Inovasi dan pengembangan metode kolom adsorben tradisional ini sangat diperlukan untuk dapat mengatasi kelemahan-kelemahan yang mendasar dan mendapatkan metode pemisahan lebih baik dan ekonomis. Kendala lain dalam pemisahan dan pemurnian biodiesel adalah banyaknya jenis kontaminan yang terkandung di dalam "crude biodiesel". Proses pembuatan biodiesel sebelumnya dengan menggunakan katalis hidrotalsit terimpregnasi CuO menghasilkan produk samping yang relatif banyak, sehingga dibutuhkan desain dan metode yang sesuai untuk pemurnian hasil reaksi tersebut (Maulana dan Mustafa, 2009). Membran adsorpsi merupakan suatu metode pemisahan dan pemurnian yang dapat dikembangkan untuk mengasi kelemahan-kelemahan dalam metode pencucian basah dan pencucian kering.

Membran adsorpsi didasarkan pada penyatuan dua metode yaitu: metode membran filtrasi dan kolom adsorben; dua teknik yang sangat penting dalam pemisahan dan pemurnian senyawa-senyawa organik dan anorganik dari campurannya. Kelebihan dan kekurangan kedua metode ini saling melengkapi satu sama lainnya. Penyatuan kedua metode tersebut (integrated) akan dihasilkan metode pemisahan yang handal karena dapat mempersingkat proses pemisahan dan pemurnian, hasilnya maksimal, lebih sederhana, ekonomis dan mudah di-*scale up* (Saiful, 2011). Metode alternatif yang digunakan untuk membuat membran adsorpsi yaitu dengan cara mendispersi adsorben dalam polimer pendukung yang dibentuk melalui cara inversi fasa. Teknik ini merupakan teknik pembuatan membran adsorpsi yang cepat, mudah, dan mempunyai kinerja yang tinggi. Membran ini mempunyai dua kinerja sekaligus yaitu menyaring dan menyerap dalam satu tahap. Membran ini mampu menyaring bahan pengotor dengan baik dan sekaligus mampu menyerap senyawa-senyawa yang ditargetkan.

Pada saat ini, pengembangan teknologi pemisahan membran adalah masih baru untuk pemurnian biodiesel. Namun demikian, beberapa hasil penelitian terbaru telah menunjukkan manfaat dari aplikasi teknologi membran dalam menghasilkan biodiesel. Kecocokan material membran, pengaruh parameter operasi dan kemungkinan penggunaan metode pemisahan membran dalam pemurnian biodiesel belum dipelajari secara mendalam dan meluas. Padahal teknologi membran memungkinkan untuk dikembangkan lebih lanjut untuk pemurnian biodiesel tanpa pencucian dengan air (Cao dkk., 2008a). Dalam penelitian ini telah dikembangkan membran adsorpsi yang dibuat dari bahan dasar polimer khitosan dan dicampurkan dengan adsorben magnesol. Membran dibuat dengan menggunakan metode pembalikan fasa melalui proses evaporasi pelarut (Saiful, 2010). Membran yang dihasilkan telah dikarakterisasi dan diaplikasikan untuk penurunan asam lemak bebas dan kadar sabun yang terkandung dalam biodiesel.

2. Metodologi

2.1. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengaduk, oven, magnetic, shaker, modul dead end ultrafiltrasi dan berbagai alat gelas. Bahan yang digunakan

adalah khitosan, magnesium silikat (magnesol), biodiesel, asam asetat, dimetil formamida, aquades, aluminium foil, NaOH, KOH, HCl (Merck 37%), etanol 95%, fenolphthalein, bromofenol blue, dan aseton 98%.

2.2. Pembuatan Membran Khitosan

Larutan khitosan dibuat dengan 1, 2, 3, 4% (b/v). Ditambahkan 15% (v/v) dimetil formamida sebagai aditif dalam pelarut asam asetat 1% (v/v). Dimasukkan dalam ruang tertutup dan diaduk dengan menggunakan pengaduk magnetis selama \pm 24 jam pada temperatur kamar. Kemudian membran dicetak tipis di atas lempeng keramik. Dicuci membran dengan NaOH 1% (b/v) dan dibilas dengan air, kemudian dikeringkan pada suhu ruang.

2.3. Pembuatan Membran Magnesol

Dibuat larutan polimer khitosan yang mengandung dimetil formamida yang diperoleh dari kondisi optimal sebelumnya. Larutan polimer diaduk selama 24 jam dalam erlenmeyer tertutup dengan menggunakan pengaduk magnetis. Setelah larutan homogen, ditambahkan magnesol dan diaduk 24 jam sampai homogen. Persen *loading* partikel yang digunakan adalah 60%. Untuk menentukan jumlah adsorben yang dicampurkan dalam polimer (% *loading*), dapat dihitung berdasarkan persamaan di bawah ini:

$$R \text{ loading} = \left(\frac{W_r}{W_p + W_r} \right) \times 100 \quad (1)$$

Keterangan:

R_{loading} : persen campuran adsorben dan polimer

W_r : jumlah adsorben (gram)

W_p : jumlah polimer khitosan (gram)

Setelah semua larutan homogen, larutan dicetak di atas lempeng keramik atau cawan petri dan dibiarkan sampai kering. Dicuci membran dengan NaOH 1% (b/v) dan dibilas dengan air, kemudian dikeringkan pada suhu ruang. Membran yang dihasilkan selanjutnya dikarakterisasi dan diuji kemampuan adsorpsinya.

2.4. Karakterisasi Membran

a. Uji Scanning Electron Microscopy (SEM)

Dilakukan dengan menggunakan peralatan Scanning Electron Microscopy (SEM) untuk melihat permukaan membran dengan be-

berapa kali pembesaran di Laboratorium Geologi Kuarter PPGL Bandung.

b. Uji Ketebalan

Ketebalan film diukur dengan menggunakan alat digital mikrometer pada tiga titik yang berbeda secara random dan dirata-ratakan. Angka ketebalan ditunjukkan oleh angka secara digital.

c. Porositas dan Derajat Pengembangan

Membran basah dan membran kering ditimbang masing-masing sebanyak tiga kali. Kemudian diukur diameter dan ketebalan masing-masing membran dengan menggunakan mikrometer digital. Porositas membran (ϵ) dan derajat pengembangan (swelling degree), dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$\epsilon (\%) = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1} \right) \times 100 \quad (2)$$

$$sd (\%) = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_2} \right) \times 100 \quad (3)$$

Keterangan:

ϵ (%) = porositas membran (%)

Sd (%) = derajat pengembangan (%)

m_1 = jumlah volume membran basah

m_2 = jumlah volume membran kering

d. Penentuan Fluks Air

Fluks air ditentukan dengan waktu 1 jam dan diperoleh volume *permeate* dengan menggunakan *modul dead end ultrafiltrasi* pada tekanan 2,5 bar suhu ruang. Nilai fluks dihitung berdasarkan volume *permeate* dengan persamaan:

$$J = \left(\frac{V}{\pi \cdot r^2 \cdot t} \right) \quad (4)$$

Keterangan:

J: fluks air (L/m²jam), r : jari-jari (m),

V : volume (L), t : waktu (jam)

2.5. Pemurnian Biodiesel dengan Metode Batch

a. Penentuan Waktu Kontak

Tiga lembar membran ditimbang beratnya dan dimasukkan ke dalam wadah tertutup. Penentuan waktu kontak dilakukan dengan menambahkan 27 ml biodiesel mentah ke dalam wadah yang telah mengandung membran. Kemudian di *shaker* pada 200 rpm terus-menerus pada suhu kamar

dengan variasi waktu 10, 20, 30, 60 dan 120 menit. Konsentrasi sampel diukur sebelum dan sesudah perlakuan.

b. Regenerasi Membran

Membran dimasukkan ke dalam masing-masing erlenmeyer yang berisi etanol dan metanol. Di *shaker* selama 1 jam. Dibilas dengan aquades dan dikeringkan dalam oven. Membran adsorpsi yang telah diregenerasi diuji kembali kemampuannya untuk pemurnian *crude* biodiesel.

2.6. Analisis Angka Asam

Diambil sebanyak 0,5 gram metil ester. Ditambah 2,5 ml alkohol 95%. Dipanaskan selama 10 menit dalam penangas air mendidih sambil diaduk. Larutan tersebut kemudian ditambahkan beberapa tetes indikator fenolftalein 1% dan dititrasi dengan KOH 0,01 N sampai terjadi perubahan warna menjadi merah muda. Dihitung angka asam dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$\text{Angka asam} = \left(\frac{A \times N \times 56,1}{G} \right) \quad (5)$$

Keterangan:

- A = jumlah ml larutan KOH yang dihabiskan untuk titrasi
 N = normalitas larutan KOH
 G = bobot sampel (gram)
 56,1 = bobot molekul KOH

2.7. Analisis Kadar Sabun

Ditimbang sampel biodiesel sebanyak 6 gram dalam labu erlenmeyer. Dimasukkan pelarut aseton 98% sebanyak 6 mL. Ditetesi beberapa tetes indikator bromofenol biru. Dilakukan titrasi tetes demi tetes dengan larutan HCl 0,01 N hingga terbentuk warna kuning yang stabil. Dihitung kadar sabun dengan persamaan di bawah ini:

$$\text{Kalium oleat (ppm)} = \frac{A \times 320000 \times N \text{ HCl}}{W} \quad (6)$$

$$\text{Natrium oleat (ppm)} = \frac{A \times 304000 \times N \text{ HCl}}{W} \quad (7)$$

Keterangan:

- A = mL HCl 0,01 N yang digunakan untuk titrasi
 W = gram sampel

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pembuatan Membran Khitosan Murni

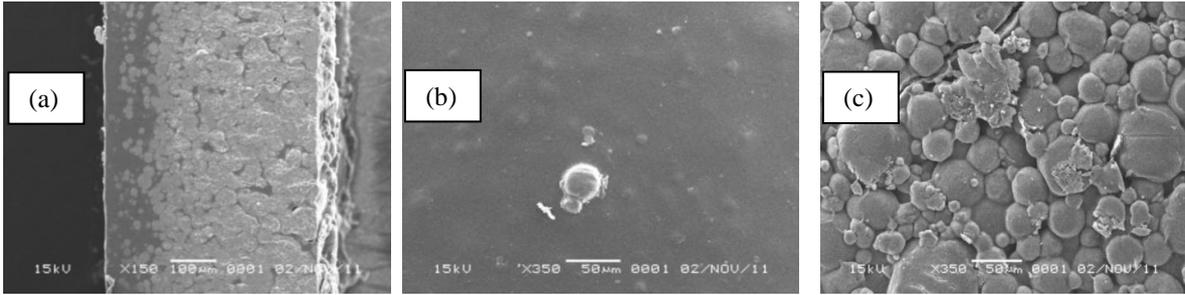
Membran khitosan murni dibuat dengan beberapa tahap yaitu pelarutan polimer,

penguapan pelarut dari larutan cetak dan solidifikasi serta diikuti proses pencucian. Polimer khitosan dengan variasi 1%, 2%, 3%, dan 4% (b/v) dilarutkan dengan menggunakan asam asetat 1% dan diaduk dengan pengaduk magnetik selama 24 jam dalam suhu ruang untuk memperoleh larutan polimer yang homogen. Larutan polimer yang sudah homogen dicetak di atas plat atau lempengan yang sesuai. Kriteria plat atau lempengan yang digunakan untuk media cetak adalah plat atau lempengan yang tidak memiliki interaksi antara larutan polimer dan lapisan tipis membran, sehingga saat membran sudah mengering, membran akan mudah lepas dari plat atau lempengan dan membran yang dihasilkan tidak memiliki cacat secara fisik. Pada penelitian ini, plat yang digunakan adalah keramik dan cawan petri plastik. Membran yang dicetak pada plat keramik dan cawan petri plastik mempunyai karakter yang sangat bagus secara visual. Membran khitosan murni yang sudah kering dicuci dengan menggunakan larutan NaOH 1%. Pencucian ini dilakukan untuk menghilangkan sisa pelarut seperti asam asetat dan zat aditif.

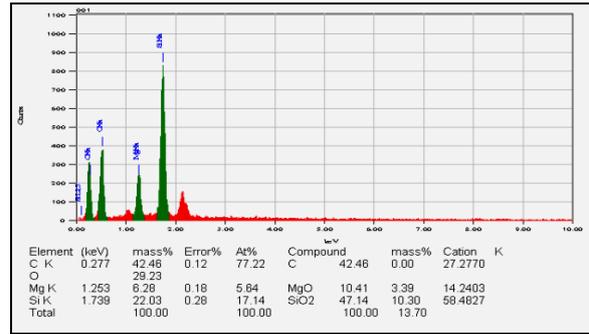
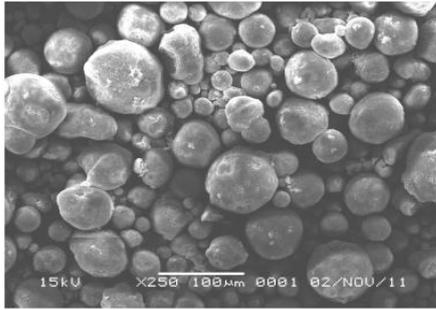
3.2. Pembuatan Membran Adsorpsi Magnesol

Membran adsorpsi magnesol dibuat dengan memasukkan partikel magnesol ke dalam larutan polimer khitosan 3% (b/v) dan diaduk selama 24 jam pada suhu ruang hingga homogen, kemudian dicetak dan dibiarkan sampai mengering. Partikel magnesol yang dimasukkan ke dalam larutan polimer khitosan sebesar 60% partikel *loading*. Morfologi membran adsorpsi magnesol diamati dengan SEM dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar tersebut menunjukkan bahwa partikel magnesol mempunyai struktur yang berpori. Adanya pori yang dimiliki oleh partikel ini akan mempermudah dalam mengadsorpsi senyawa yang ditargetkan. Maksimum partikel yang dimasukkan ke dalam larutan polimer adalah sekitar 60 - 65%. Di atas ambang batas tersebut, larutan yang dihasilkan akan memiliki viskositas yang sangat tinggi sehingga sulit dalam pencetakan. Membran adsorpsi yang diinginkan harus memiliki gugus fungsi yang tinggi sehingga mempunyai kemampuan yang tinggi dalam mengadsorpsi senyawa yang diinginkan. Membran adsorpsi magnesol mempunyai gugus fungsi (MgO-SiO₂).



Gambar 1. Morfologi membran adsorpsi magnesol. (a) penampang melintang ; 150 X. (b) permukaan atas; 350 X. (c) penampang bawah; 350 X.



Gambar 2. Hasil SEM-EDX partikel magnesol

Partikel magnesol yang dimasukkan ke dalam larutan polimer khitosan untuk menghasilkan membran adsorpsi mempunyai sisi aktif MgO-SiO₂. Gambar 2 menunjukkan partikel magnesol mengandung MgO 10,41% dan SiO 47,14% yang dikarakterisasi dengan menggunakan *Scanning Elektron Microscopy - Energy Dispersi X-ray* (SEM- EDX).

3.3. Karakterisasi Membran

Tabel 1 menunjukkan hasil karakterisasi membran khitosan murni dengan variasi khitosan 1%, 2%, 3%, dan 4% (b/v). Karakter membran khitosan murni yang diperoleh menunjukkan adanya peningkatan derajat pengembangan, porositas, dan ketebalan karena viskositas larutan membran khitosan murni yang meningkat.

Tabel 1. Hasil karakterisasi membran khitosan murni secara fisika (porositas, derajat pengembangan dan ketebalan)

| Jenis membran | Porositas (%) | Derajat pengembangan (%) | Ketebalan (mm) |
|-------------------|---------------|--------------------------|----------------|
| Khitosan 1% (b/v) | 15,83 | 18,80 | 0,020 |
| Khitosan 2% (b/v) | 15,44 | 18,27 | 0,021 |
| Khitosan 3% (b/v) | 15,39 | 18,19 | 0,030 |
| Khitosan 4% (b/v) | 15,67 | 18,58 | 0,060 |

Secara fisika, karakter membran khitosan murni yang baik diperoleh dengan kon-

sentrisi khitosan 3% dan 4% (b/v). Kedua membran ini mempunyai porositas sekitar 15% dan derajat pengembangan sekitar 18%. Dengan alasan ekonomis, maka membran khitosan dengan konsentrasi 3% (b/v) dipilih untuk digunakan dalam penelitian selanjutnya. Hasil karakterisasi fluks air untuk membran khitosan murni 3% (b/v) dengan DMF 15% (v/v), diperoleh nilai fluks 42,55 L/m²jam, pada tekanan 2,5 bar.

Penambahan partikel magnesol ke dalam membran khitosan juga mempengaruhi sifat fisika (porositas, derajat pengembangan, dan ketebalan) dan fluks air dari membran adsorpsi ini. Nilai fluks air membran adsorpsi magnesol jauh lebih tinggi yaitu 224,5 L/m²jam dibandingkan dengan khitosan murni. Ini karena keberadaan partikel magnesol dalam struktur membrane khitosan dapat meningkatkan nilai porositas membran. Karakter membran adsorpsi yang diperoleh menunjukkan adanya peningkatan derajat pengembangan dan peningkatan ketebalan karena viskositas larutan membran adsorpsi yang meningkat. Karakterisasi membran adsorpsi magnesol dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil karakterisasi membran adsorpsi magnesol secara fisika (porositas, derajat pengembangan, dan ketebalan)

| Porositas (%) | Derajat pengembangan (%) | Ketebalan (mm) |
|---------------|--------------------------|----------------|
| 34,17 | 51,91 | 0,170 |

3.4. Uji Adsorpsi Angka Asam dan Kadar Sabun

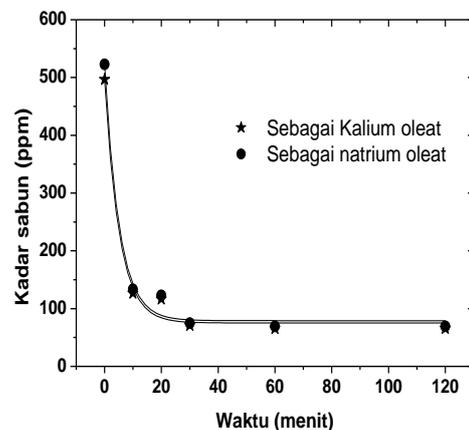
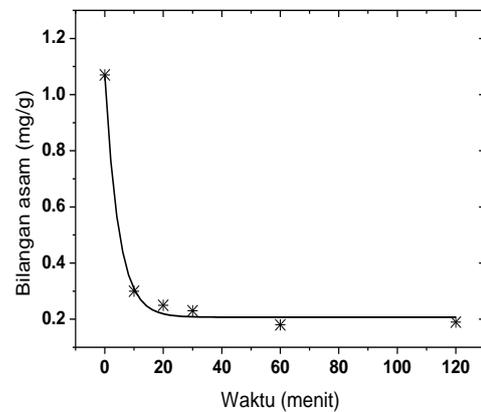
Pengujian kemampuan membran adsorpsi dilakukan dengan sistem *batch* untuk memurnikan biodiesel dari asam lemak bebas dan kadar sabun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu kontak optimum adsorpsi asam lemak bebas dan kadar sabun adalah pada 60 menit. Setelah 60 menit adsorpsi tidak menunjukkan penurunan yang signifikan (Gambar 3). Ini karena permukaan membran adsorpsi yang sudah jenuh oleh pengotor dan konsentrasi analit yang sudah berada dalam keadaan kesetimbangan. *Crude* biodiesel pada keadaan awal mempunyai angka asam 1,07 dan setelah waktu kontak 60 menit, angka asam yang tersisa adalah 0,202 mg/g sudah di bawah baku standar. Pada kondisi yang sama, kadar sabun kalium oleat yang tersisa adalah 69,3 ppm dengan kadar sabun awal 522,7 ppm dan kadar sabun natrium oleat yang tersisa adalah 65,9 ppm dengan kadar sabun awal 496,5 ppm. Waktu kontak optimum 60 menit digunakan untuk menguji kemampuan partikel magnesol bebas dan membran khitosan murni untuk memurnikan asam lemak bebas dan kadar sabun dalam biodiesel.

Angka asam yang tersisa dengan menggunakan membran khitosan murni adalah 0,314 mg/g dan partikel magnesol adalah 0,281 mg/g. Kadar sabun kalium oleat yang tersisa dengan menggunakan membran khitosan murni adalah 240 ppm dan partikel magnesol adalah 106,7 ppm. Sedangkan kadar sabun natrium oleat yang tersisa dengan menggunakan membran khitosan murni adalah 228 ppm dan partikel magnesol adalah 101,3 ppm.

Hasil ini menunjukkan bahwa membran khitosan murni dan partikel magnesol, keduanya mempunyai kemampuan untuk mengadsorpsi asam lemak bebas dalam biodiesel dan hasilnya memenuhi baku mutu, sedangkan untuk kadar sabun tidak memenuhi baku mutu tapi mengalami penurunan kadar sabun dari awal.

Membran adsorpsi yang sudah digunakan pada adsorpsi pertama diregenerasi dengan pelarut metanol dan etanol. Hasil regenerasi menggunakan metanol lebih baik kemampuan adsorpsinya dibandingkan membran yang diregenerasi dengan etanol. Metanol mempunyai kepolaran yang lebih besar dan ukuran molekul yang lebih kecil dibandingkan etanol sehingga lebih mudah untuk

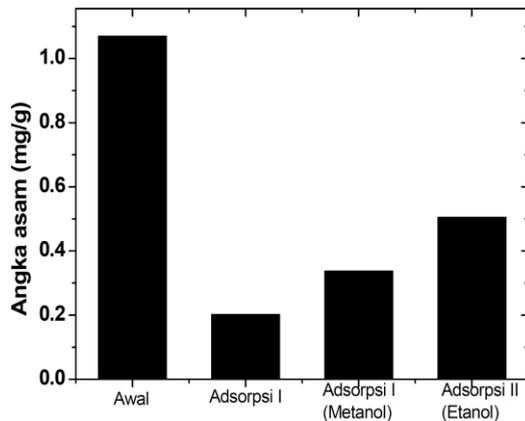
menarik pengotor yang menutupi pori membran.



Gambar 3. Pengaruh waktu kontak terhadap angka asam (atas) dan kadar sabun kalium oleat (bawah)

Walaupun demikian, kedua membran regenerasi tetap mempunyai kemampuan adsorpsi, dimana menurun dibandingkan dengan kemampuan adsorpsi pertama. Penggunaan membran adsorpsi dalam penelitian ini efektif memurnikan biodiesel dari asam lemak bebas yang ditunjukkan dengan nilai angka asam yang sudah berada di bawah baku mutu. Kadar sabun belum memenuhi baku mutu. Faccini dkk., (2012) mempelajari bahwa adsorben menunjukkan kinerja yang baik, hasil dari dua adsorben terbaik (magnesol 1% dan 2% silika) adalah 0,17 mg/g KOH untuk kadar asam, 61 ppm untuk kadar sabun. Sabudak dan Yildiz (2010) juga menggunakan adsorben magnesol untuk pemurnian biodiesel dengan hasil angka asam 0,29 mg/g KOH. Manique dkk. (2011) menggunakan adsorben magnesol untuk pemurnian biodiesel dengan angka asam 0,25 mg/g KOH. Penelitian tersebut membuktikan bahwa adsorben

mampu menghilangkan pengotor dalam biodiesel. Penggabungan membran dan adsorben menunjukkan hasil yang cukup baik. Nilai angka asam 0,202 mg/g KOH pada waktu optimum 60 menit sudah berada di bawah baku mutu layaknya penelitian sebelumnya tetapi kadar sabun 69,3 ppm belum di bawah baku mutu.



Gambar 4. Perbandingan kemampuan adsorpsi angka asam oleh membran adsorpsi setelah diregenerasi dengan pelarut metanol dan etanol

Untuk mencapai hasil adsorpsi yang maksimal dapat dilakukan dengan menggunakan jumlah membran yang cukup sesuai dengan rasio volume membran dan kadar sabun. Rasio volume membran : kadar sabun adalah 1 liter : 61200,8 ppm, artinya untuk memurnikan 61200,8 ppm kadar sabun membutuhkan 1 liter volume membran dan rasio volume membran : angka asam adalah 1 liter : 125,3 mg/g, artinya untuk memurnikan 125,3 mg/g asam lemak bebas membutuhkan 1 liter membran. Bila jumlah membran ditingkatkan, maka diperkirakan jumlah kadar sabun yang tersisa dalam biodiesel akan sesuai dengan baku mutu. Cara lain untuk menurunkan kadar sabun dalam biodiesel yaitu dengan mengulangi adsorpsi untuk biodiesel hasil adsorpsi pertama. Biodiesel hasil adsorpsi pertama dapat diadsorpsi kembali dengan menggunakan jumlah membran yang sama dan akan dapat menurunkan kadar sabun di bawah baku mutu.

4. Kesimpulan

Membran adsorpsi magnesol telah berhasil dibuat dengan komposisi khitosan 3%, DMF 15%, dan partikel *loading* 60%. Membran yang didapatkan terbukti dapat diaplikasikan untuk pemurnian biodiesel. Angka asam biodiesel yang telah dimurnikan dengan membran adsorpsi sudah berada di bawah baku mutu, sedangkan kadar sabun belum

berada di bawah baku mutu. Membran magnesol yang telah diregenerasi dapat digunakan kembali untuk pemurnian biodiesel.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Republik Indonesia yang telah membiayai penelitian ini melalui Penelitian Hibah Bersaing. Terima kasih juga disampaikan kepada Lembaga Penelitian Universitas Syiah Kuala, dan semua pihak yang telah membantu penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Atadashi, I. M., Aroua, M. K., Aziz, A. A. (2010) High quality biodiesel and its diesel engine application: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1999 - 2000.
- Atadashi I. M., Aroua M. K., Aziz, A. A., Sulaiman, N. M. N. (2011) Membrane biodiesel production and refining technology: A critical Review Article, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 5051 - 5062.
- Cao, P., Dubé, M. A., Tremblay, A. Y. (2008a) High-purity fatty acid methyl ester production from canola, soybean, palm, and yellow grease lipids by means of a membrane reactor. *Biomass and Bioenergy*, 32(11), 1028 - 1036.
- Cao, P., Dubé, M. A., Tremblay, A. Y. (2008b) Methanol recycling in the production of biodiesel in a membrane reactor, *Fuel*, 87(6), 825 - 833
- Faccini C. S., Cunha, M. E., Moraes, M. S. A., Krause, L. C., Manique, M. C., Rodrigues, M. R. A., Benvenuto, E. V., Caramão, E. B. (2012) Dry washing in biodiesel purification: a comparative study of adsorbents, *J. Braz. Chem. Soc*, 22(3), 558 - 563.
- Gomes, M. C. S., Pereira, N. C. (2010) Separation of biodiesel and glycerol using ceramic membranes, *Journal of Membrane Science*, 352(1-2), 271 - 276.
- Maulana, I., Mustafa, I. (2009) Sintesis metil ester asam lemak minyak nabati menggunakan katalis hidrotalsit terimpregnasi logam Cu, *Laporan Hasil*

- Penelitian Prioritas Nasional*. Banda Aceh.
- Manique, M. C., Faccini, C. S., Onorevoli, B., Benvenuti, E. V., Caramao, E. B. (2011) Rich husk ash as an adsorbent for purifying biodiesel from waste frying oil, *Fuel*, 92, 56 - 61.
- Predojevic, Z. J. (2008) The production of biodiesel from waste frying oils: A comparison of different purification steps, *Fuel*, 87(17-18), 3522 - 3528.
- Sabudak, T., Yildiz, M. (2010) Biodiesel production from waste frying oils and its quality control, *Waste Management*, 30(5), 799 - 803.
- Saiful, Borneman, Z. (2010) Preparation of double layer mixed matrix membranes, *Proceeding National Conference on Chemical Engineering Science and Application*, Banda Aceh, 22 - 23 Desember 2010, 198 - 209.
- Saiful (2011) Performance of mixed matrix membrane adsorbers for lysozyme separation, *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 8(1), 29 - 34.
- Shuit, S. H., Ong, Y. T., Lee, K. T., Subhash, B., Ta, S. H. (2012) Membrane technology as a promising alternative in biodiesel production: A review, *Biotechnology Advances*, 30(6), 1364 - 1380.