

PENGARUH PENAMBAHAN CANGKANG KERANG PADA MEMBRAN KERAMIK DARI ZEOLIT ALAM UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH CAIR BERMINYAK

Abdul Haris Mulyadi¹, Anwar Ma'ruf¹, Bintar Winastia¹, dan Haryanto¹

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Jl. Raya Dukuh Waluh, Kembaran, Purwokerto.

Email : anwarump@yahoo.com

Abstrak

Pembuatan membran keramik berbahan zeolit alam telah digunakan secara luas. Membran tersebut dibuat dengan beberapa tahapan yaitu tahap persiapan bahan baku, pencampuran, casting (pencetakan) dan sintering (pembakaran). Struktur membran yang baik sangat tergantung pada unsur penyusunnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh penambahan cangkang kerang pada membran keramik dari zeolit alam. Data yang diambil berdasarkan hasil eksperimen dan dianalisa dengan grafis dan statistik menggunakan anova. Hasil penelitian menunjukkan bahwa densitas membran keramik dengan variasi konsentrasi cangkang 0%-20% dengan temperatur pemanasan 900°C yaitu antara 1,18-1,78 gr/cm³. Water absorption dengan variasi konsentrasi cangkang 0%-20% dengan temperatur pemanasan 900°C yaitu antara 37,43%-43,63%. Hasil pengukuran apparent porosity dengan variasi konsentrasi cangkang 0%-20% dengan temperatur pemanasan 900°C yaitu antara 47,42%-75,02%. Nilai fluks membran berkisar antara 2,453-5,661 L/m².jam. Dibuktikan dari hasil pengujian reaktor cross flow bahwa didapat hasil BD dan pH yang lebih baik dibandingkan konsentrasi awal.

Kata kunci: Membran keramik, Zeolit alam, Cangkang kerang

1. PENDAHULUAN

Masalah limbah merupakan masalah yang cukup penting bagi sebuah industri. Limbah industri dapat berupa limbah padat, limbah cair, maupun gas. Salah satu industri yang cukup besar yang menghasilkan limbah adalah industri pengolahan minyak. Karakteristik khusus dari limbah industri minyak adalah kandungan minyaknya yang cukup tinggi pada air limbahnya.

Berbagai upaya terus dilakukan untuk mengkaji proses pengolahan limbah industri minyak, baik secara fisik, kimia maupun biologis. Teknologi membran merupakan salah satu teknologi yang menjanjikan untuk mengolah limbah industri minyak sehingga limbah yang dibuang ke lingkungan telah memenuhi baku mutu yang disyaratkan. Teknologi membrane dapat dikelompokkan menjadi mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, nanofiltrasi dan reverse osmosis.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk pengolahan limbah cair berminyak. Notodarmojo dkk. (2004) telah melakukan penelitian pemanfaatan Membran ultrafiltrasi aliran *cross-flow* dalam pengolahan limbah cair emulsi minyak. Membran yang digunakan adalah membran polimer *selulosa asetat* (CA). Penelitian ini diarahkan pada fenomena fouling pada membran. Salah satu jenis membrane yang potensial untuk pengolahan limbah industri perminyakan adalah membrane keramik. Membrane keramik lebih unggul jika dibandingkan dengan membrane polimer. Membrane keramik memiliki keunggulan dalam ketahanan terhadap bahan kimia maupun temperatur.

Pada penelitian ini akan dikaji potensi pemanfaatan membrane keramik dari zeolit alam untuk pengolahan limbah industri perminyakan. Parameter penting dalam pengolahan limbah dengan membrane keramik adalah fluks, dan koefisien rejeksi. Parameter penting dari limbah pengolahan minyak setelah ditreatment dengan teknologi membrane adalah kekeruhan, COD dan BOD. Parameter-parameter ini kemudian dibandingkan dengan baku mutu air limbah yang disyaratkan.

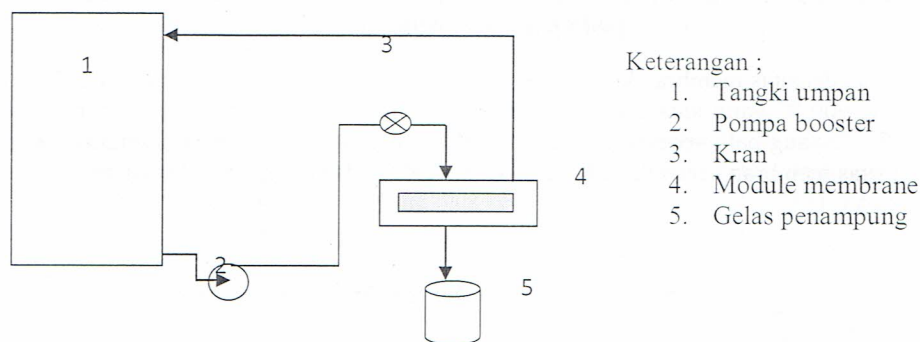
2. METODE

2.1. Pembuatan Membran Keramik

Zeolit alam dan cangkang kerang dihaluskan dengan *ball mill* kemudian ayak zeolit alam dan cangkang kerang dengan ukuran 45 mesh. Zeolite alam dan cangkang kerang dicampur dengan perbandingan tertentu (0 – 20% cangkang kerang). Campuran kemudian masukkan adonan kedalam cetakan yang membentuk lingkaran (Φ 3,1 cm) dengan ketebalan 0,5 cm, lalu press menggunakan alat pressing. Kemudian dibakar dalam furnace dengan suhu pemanasan 900°C selama 6 jam.

2.2. Proses Pengolahan Air Limbah

Air limbah dimasukkan ke dalam tangki penampung. Kemudian dipompa dengan pompa booster, atur tekanan dengan mengatur kran menuju membrane. Filtrate yang keluar dari membrane ditampung dalam gelas penampung, catat volume yang tertampung tiap 3 menit. Filtrat kemudian dijadikan satu dan diukur kekeruhannya, COD dan BOD.

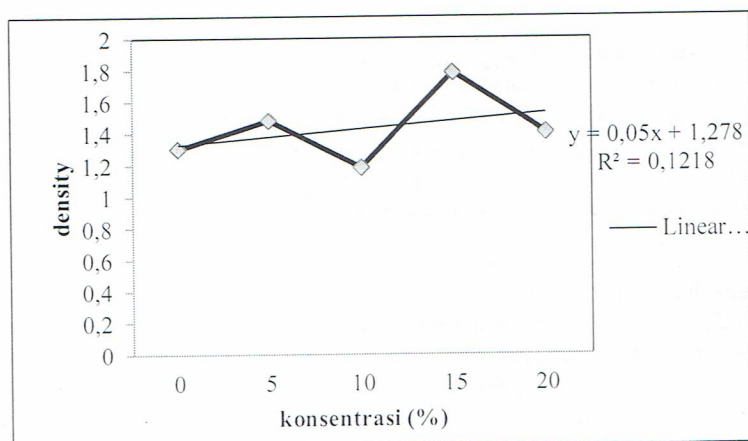


Gambar 1. Skema pengolahan air limbah dengan membran keramik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

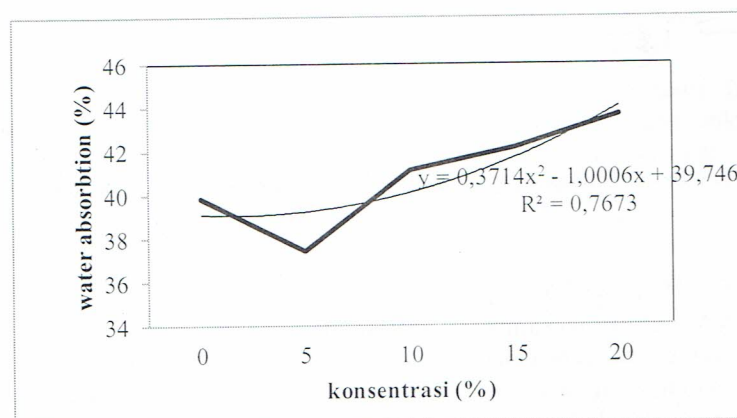
3.1. Karakteristik Membran Keramik – Cangkang Kerang

Pada tahap pertama adalah pembuatan membran keramik, pada penelitian ini membran keramik dibuat dengan campuran zeolit alam dan cangkang kerang. Proses pembuatan terdiri dari langkah penghalusan zeolit alam dan kulit kerang sampai kehalusan $< 45 \mu\text{m}$. zeolit alam dan kulit kerang dicampur dengan perbandingan 0 – 20% kemudian dicetak dan dikalsinasi pada temperatur 900 °C. Karakterisasi membran keramik terdiri dari *bulk density*, *water absorption* dan *porosity*.



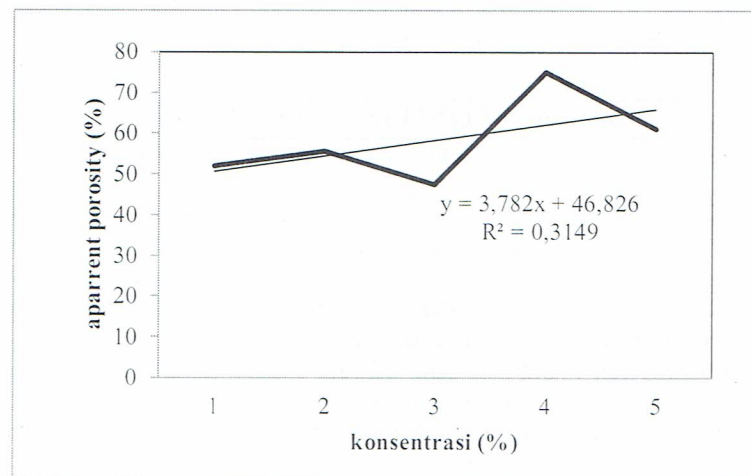
Gambar 2. Pengaruh konsentrasi cangkang kerang terhadap densitas membran keramik pada pemanasan 900 °C

Hasil pengukuran densitas membran keramik dengan variasi konsentrasi cangkang 0%-20% dengan temperatur pemanasan 900 °C yaitu antara 1,18 - 1,78 gr/cm³. Parameter density untuk membrane zeolit pada temperature 900 °C yang baik sebesar 1,86 gr/cm³ (Hristof, 2012). Pengaruh konsentrasi cangkang kerang terhadap densitas membran keramik pada pemanasan 900 °C dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi cangkang terhadap *water absorption* pada pemanasan 900°C

Hasil pengukuran *water absorbtion* dengan variasi konsentrasi cangkang 0%-20% dengan temperatur pemanasan 900 °C yaitu antara 37,43%-43,63%. Parameter *water absorbtion* untuk membrane zeolit pada temperatur 900 °C yang baik sebesar 7,20% (Hristof, 2012). Pengaruh konsentrasi cangkang terhadap *water absorption* pada pemanasan 900 °C.



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi cangkang terhadap *apparent porosity* pada pemanasan 900°C

Hasil pengukuran *apparent porosity* dengan variasi konsentrasi cangkang 0%-20% dengan temperatur pemanasan 900 °C yaitu antara 47,42%-75,02%. Parameter *apparent porosity* untuk membrane zeolit pada temperatur 900 °C yang baik sebesar 13,39% (Hristof, 2012). Pengaruh konsentrasi cangkang terhadap *apparent porosity* pada pemanasan 900 °C.

3.2. Pemurnian Limbah Berminyak dengan Membran Keramik

Uji fluks dilakukan untuk mengetahui volum permeat yang melewati suatu membran pada waktu tertentu dengan adanya daya dorong atau tekanan. Uji fluks juga dapat menentukan seberapa kuat membran dapat dilewati suatu cairan (feed). Kecepatan permeat inilah yang menjadikan nilai permeabilitas membran semakin meningkat. Tetapi apabila nilai permeabilitas membran terlalu besar >75 L/m².jam membran tersebut kurang baik untuk digunakan sebagai media untuk filtrasi (Handayani, 2009). Hal ini dikarenakan membrane dengan nilai permeabilitas terlalu besar tidak dapat bekerja menahan spesi yang tidak diinginkan.

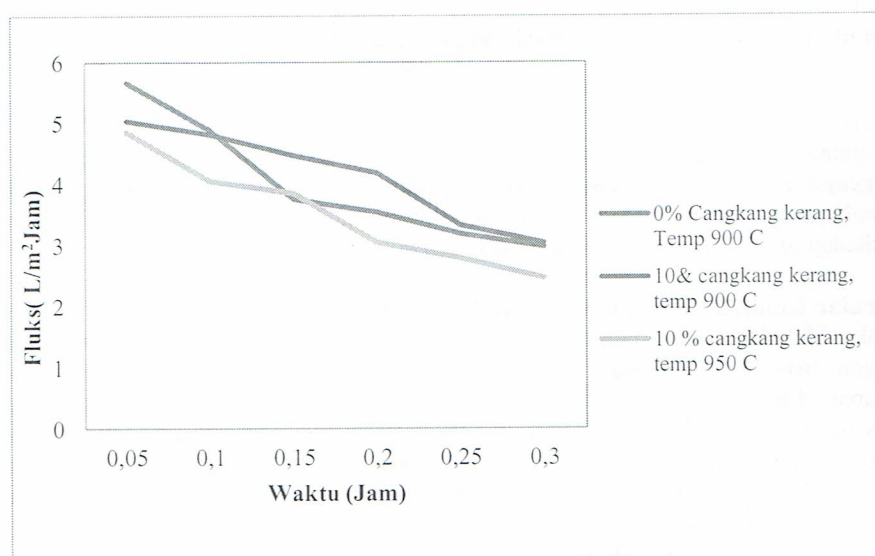
Hasil pengukuran fluks membran dengan variasi temperatur pemanasan 900 °C dan 950 °C pada tingkat konsentrasi cangkang 0% dan 10% yaitu antara 2,453-5,661 L/m².jam. Permeat yang dihasilkan dalam pengujian membran dengan reaktor cross flow kemudian diuji kekeruhannya menggunakan alat turbidimeter dalam satuan NTU. Berdasarkan analisa awal dari air pengolahan holding basin dapat diketahui bahwa kekeruhan 13,4 NTU, sedangkan dari masing-masing membran setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil kekeruhan pada konsentrasi 0% cangkang kerang pemanasan 900 °C adalah 5,21 NTU ; TDS = 2,20 ; konduktivitas = 4,36 ; pH = 7. Pada membrane dengan konsentrasi 10% cangkang kerang pemanasan 900 °C adalah 4,725 NTU ; TDS = 2,22 ; konduktivitas = 4,46 ; pH = 7. Sedangkan pada membrane konsentrasi 10% cangkang kerang pemanasan 950 °C adalah 4,775 NTU ; TDS = 2,23 ; konduktivitas = 4,43 ; pH = 7. Dari konsentrasi awal dan konsentrasi permeat dapat diketahui koefisien rejeksi dari kekeruhan.

Didapatkan hasil koefisien rejeksi pada konsentrasi 0% cangkang kerang pemanasan 900 °C adalah 61,119 %, pada konsentrasi 10% cangkang kerang pemanasan 900 °C adalah 64,738 %, pada konsentrasi 10% cangkang kerang pemanasan 950 °C adalah 64,365 %. Hasil pengujian menunjukkan bahwa uji fluks memiliki nilai yang menunjukkan bahwa membran dapat bekerja dengan baik.

Tabel.1. Perhitungan Koefisien Rejeksi

Membran	Cf (NTU)	Cp(NTU)	R (%)
0%, 900 ⁰ C	13,4	5,210	61,1194
10%,900 ⁰ C	13,4	4,725	64,73881
10%,950 ⁰ C	13,4	4,775	64,36567

Menurut Notodarmojo,dkk (2004) masalah serius yang sering ditemui dalam proses uji fluks adalah kecenderungan terjadinya penurunan fluks sepanjang waktu pengoprasian akibat pengendapan atau pelekatan material dipermukaan membran, yang dikenal dengan istilah *fouling* dan *scaling*. *Fouling* biasanya disebabkan oleh adanya pengendapan oksida logam, material koloid, pertumbuhan biologis oleh bakteri ataupun mikroorganisme. Sedangkan *scaling* terjadi akibat pelekatan material seperti CaSO_4 , CaCO_3 , BaSO_4 , SrSO_4 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$.



Gambar 5. Fluks membrane keramik pada pengolahan air holding basin

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Membran keramik dari zeolit alam dapat digunakan untuk pemurnian air limbah yang mengandung minyak.
2. Hasil uji fluks memiliki nilai yang bervariasi. Nilai fluks membran berkisar antara 2,453-5,661 L/m².jam. Dibuktikan dari hasil pengujian reaktor *cross flow* bahwa didapat hasil BD dan pH yang lebih baik dibandingkan konsentrasi awal.
3. Koefisien rejeksi pengolahan air holding basin sebesar 61,119 - 64,738%

Saran

1. Karakterisasi membran keramik yang lebih mendalam terkait dengan mechanical Strength.
2. Perbaiki karakteristik membran untuk meningkatkan koefisien rejeksi

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, R. W., 2004, *Membran Technology and Applications*, 2nd ed.; John Wiley & Sons, Ltd.: Chichester)
- Beydaghi, H., Javanbakht, M., and Badiei, A., 2014, Cross-linked poly(vinyl alcohol)/sulfonated nanoporous silica hybrid membranes for proton exchange membrane fuel cell, *J Nanostruct Chem*, 4:97
- Ciora, R.J., and Liu, P.T.K., 2011, Ceramic Membranes for Environmental Related Applications, *Fluid/Particle Separation Journal*, 15, 1,51 -60.
- Drioli, E., Curcio, E., and Fontananova E., 2006, *Mass Transfer Operation : Hybride Membrane Process*, Chemical Engineering and Chemical Process Technology, Vol. II.
- Elma, M, et. al., 2012, Microporous Silica Based Membranes for Desalination, *Water*, 4, 629 – 649
- Fatmasari, S. R., 2012, “Pemanfaatan Silika Sekam Padi sebagai Bahan Baku Pembuatan Membran untuk Desalinasi Air Laut”, Scientific Conference of Environmental Technology IX.
- Hamad, J.Z., Ha, C., Kennedy, M.D. and Amy, G.L., 2013, Application of ceramic membranes for seawater reverse osmosis (SWRO) pre-treatment, *Desalination and Water Treatment*, 51 : 4881–4891.
- Malekpour, A., Samadi-Maybodi, A., Sadati, M.R., 2011, Desalination of Aqueous Solutions by LTA and MFI Zeolite Membrane using Pervaporation Method, *Brazilian Journal of Chemical engineering*, 28, 4, 669 – 677.
- Maruf, A., and Mulyadi, A.H., 2014, Characterization of Porous Ceramic Membranes for Microfiltration from Natural Zeolite and Rice Husk Ash with Natural Starch as a Binder, 2nd International Seminar on Fundamental and Application of Chemical Engineering 2014 (ISFAChe 2014)
- Nigiz, F.U., and Hilmioglu N. D., 2013, Desalination via Innovative Membrane Process, Digital Proceeding of The ICOEST'2013, Turkey.
- Notodarmojo, S., dkk., 2004, Efek Pretreatment Terhadap Pembentukan Lapisan Cake dan Struktur Membrane pada Membran Ultrafiltrasi Aliran Cross-flow dalam Pengolahan Limbah Cair Emulsi Minyak, *PROC. ITB Sains & Tek*. Vol. 36 A, No. 2, 127-144
- Saffaj, N., et al., 2010, EFFICIENCY OF ULTRAFILTRATION CERAMIC MEMBRANES FOR TOXIC ELEMENTS REMOVAL FROM WASTEWATERS, *Studii și Cercetări Științifice*
- Xie, Z., et al., 2012, Separation of Aqueous Salt Solution by Pervaporation Through Hybrid organic-inorganic membrane : effect of operating conditions, *CSIRO Material and Science Engineering*, Australia