

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI MEMBRANE KERAMIK TiO₂ UNTUK ULTRAFILTRASI

Anwar Ma'rif^{1*}, Basit Budiana¹, Abdul Haris Mulyadi¹

¹ Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Jl. Raya Dukuh Waluh, Kembaran, Purwokerto.

*Email: anwarump@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membuat membran keramik TiO₂ dengan keramik zeolit alam sebagai support. Proses pembuatan membran TiO₂ – zeolit alam dilakukan dengan metode pencelupan (*dip coating*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa bulk density membran TiO₂ – zeolit alam mengalami penurunan 0,65 – 2,67%. Sifat daya penyerapan air membran keramik TiO₂ – zeolit alam yang dihasilkan berkisar antara 35,034 – 41,346%. Sifat porositas air membran keramik TiO₂ – zeolit alam yang dihasilkan berkisar antara 36,63 – 39,62%. Semakin tinggi pemanasan maka akan semakin tinggi sifat penyerapan air dan porositasnya.

Kata kunci : Membran Keramik, TiO₂, zeolit alam

1. PENDAHULUAN

Membran keramik merupakan tipe membran yang relatif baru karena skala komersialnya baru diperkenalkan pada pertengahan tahun 1980an oleh Membralox USA. Membran jenis ini digunakan pada crossflow filtration untuk larutan yang mengandung konsentrasi partikel yang tinggi. Membran keramik berpori adalah membran dengan tipe asimetrik yang memiliki ketebalan support sekitar 1 – 3 mm. Lapisan mikrofiltrasi biasanya berukuran 10 – 30µm dan oksida yang umum digunakan untuk membran adalah zirconia (ZrO₂) dan alumina (Al₂O₃). Membran ultrafiltrasi tebalnya hanya beberapa mikrometer dan terbuat dari alumina, zirconia, titania (TiO₂) dan cerium (CeO₂). Membran nanofiltrasi ketebalannya kurang dari 1µm, umumnya terbuat dari zirconia dan titania. Support dan lapisan mikrofiltrasi dihasilkan dari teknik keramik klasik, dimana proses sol-gel digunakan untuk lapisan ultra dan nanofiltrasi. Membran keramik kebanyakan dibuat dalam dua bentuk geometri utama : tubular dan flat. Membran keramik terutama yang berbasis Palladium telah lama digunakan pada mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi karena sifatnya yang stabil terhadap pengaruh panas, bahan kimia dan solvent (Baker, 2004).

Kelebihan membran keramik terletak pada stabilitas termalnya yang baik, tahan terhadap senyawa kimia, degradasi biologis ataupun mikroba. Sifat-sifat menunjukkan keunggulan bila dibandingkan dengan membran yang terbuat dari senyawa polimer, dan relatif mudah untuk dibersihkan dengan cleaning agent. Ketahanan terhadap zat kimia menyebabkan membran keramik banyak digunakan pada prosesing makanan, produk bioteknologi dan farmasi.

Kekurangan membran keramik terutama timbul dari proses preparasinya dimanasangat sulit mencapai kualitas produk akhir yang *reproducible*. Hal ini karena padadasarnya sifat brittle dari membran keramik membuatnya lebih mahal daripada sistem membran polimer. Selain itu, harga sistem membran meningkat signifikan seiring dengan meningkatnya kebutuhan sifat-sifat produk, antara lain porositas, ukuran pori, *reproducibility*, dan *reliability*.

Pembuatan zeolit telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti. Geus et. al. (1991), telah melakukan penelitian pembuatan membrane keramik zeolit dengan metode dip-coating untuk pemisahan gas. Teknik dip-coating dapat diaplikasikan untuk pembentukan matrik deposisi selektif pada zeolit kristal. Hristov et. al. (2012) telah melakukan penelitian tentang pembuatan dan karakterisasi keramik membran porous untuk microfiltration dari zeolit alam. Proses pembuatan membran keramik dilakukan dengan mencetak zeolit alam dengan semi-dry pressing dengan diameter 30 mm dan ketebalan 4 mm kemudian dipanaskan dalam furnace dari suhu 800 °C – 1000 °C. Analisis karakterisasi sifat-sifat fisik meliputi membrane meliputi daya absorpsi air, density, posity dan kuat tekan. Selain ini karakterisasi membran juga dilakukan untuk melihat penampakan melalui SEM (*Scanning Electron Microscope*) dan komposisi membran dengan XRD (*X-Ray Diffraction*). Ciora and Liu (2011), melakukan penelitian pemanfaatan membran keramik untuk pemurnian air limbah. Kasam (2012), melaksanakan penelitian pemanfaatan membran keramik

untuk pengolahan limbah batik. Haria (2012) membuat membran Titania dengan support keramik lantai konvensional.

2. METODOLOGI

2.1. Penyiapan Zeolit Alam

Zeolit alam dihaluskan dengan menggunakan penggerus. Zeolit yang telah halus disaring dengan menggunakan saringan berukuran 75 μm .

2.2. Pembuatan Support Membran Keramik Zeolit Alam

Zeolit alam, tepung beras (sebagai binder/bahan pengikat) dan aquadest dengan perbandingan 10 gr : 7 ml : 1 gr diaduk hingga homogen. Campuran ini kemudian di casting diatas cetakan dan di cetak membentuk lingkaran dengan diameter 3,2 cm tebal 4 mm. Membrane zeolit kemudian dipanaskan melalui beberapa tahap pemanasan. Pemanasan pertama 50 °C selama 24 jam, kemudian suhu 100 °C selama 24 jam. Selanjutnya pemanasan akhir dalam furnace pada suhu 800 °C selama 6 jam.

2.3. Pembuatan Membran Keramik TiO₂

Larutan TiO₂ dibuat dengan melarutkan TiO₂ 1 gr ke dalam larutan HNO₃ 0,1 M 100 ml. proses pembuatan membran menggunakan metode pencelupan (*dip coating*). Membrane keramik dicelupkan ke dalam larutan TiO₂ selama 2 jam. Kemudian dipanaskan pada temperatur 400 – 600 °C. Membrane yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi meliputi densitas, porositas, penyerapan air dan morfologi membrane dengan menggunakan SEM.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Support Membrane Keramik Zeolit Alam

Zeolit alam merupakan senyawa aluminum silikat. Berdasarkan hasil analisis XRF (*X-Ray Fluorescence*) kandungan SiO₂ 75,62% dan Al₂O₃ 11,34%. Analisis lengkap zeolit alam dengan menggunakan XRF dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1. Analisis proksimat zeolit alam

Parameter	Unit	Zeolite	Method
SiO ₂	%	75.62	
Al ₂ O ₃	%	11.34	
Fe ₂ O ₃	%	1.47	
CaO	%	2.21	GL 3081
MgO	%	0.56	
K ₂ O	%	2.566	
Na ₂ O ₃	%	1.33	
SO ₃	%	0.06	

Support membran keramik dari zeolit alam mempunyai bulk density rata-rata 0.9579, porositas rata-rata 41,58%, dan penyerapan air rata-rata 43,41%.

Tabel 3.2. Karakteristik support membrane keramik zeolit alam

Sampel	bulk density, gr/cm ³	%water absorptivity	Porosity,%
1	0.952	43.94786	41.84663
2	0.961	43.27485	41.608
3	0.960	43.00847	41.28991
avg	0.9579	43.4104	41.5815

3.2. Karakteristik Membrane TiO₂ – Zeolit Alam

3.2.1. Bulk Density

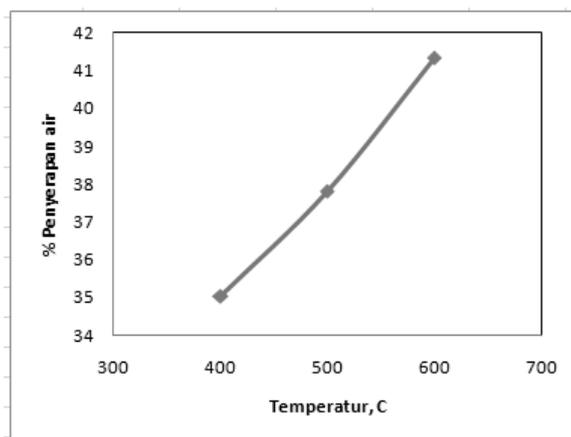
Membrane keramik TiO₂ – zeolit alam mempunyai density lebih rendah dari support membrane zeolit alam. Hal ini karena adanya pemanasan pada 400 – 600 °C. Semakin tinggi temperatur pemanasan akan semakin besar penurunan densitas membran keramik TiO₂ yang dihasilkan.

Tabel 3.3. Bulk density membran TiO₂ – zeolit alam

Temperatur	bulk density membran zeolit alam	bulk density membrane TiO ₂ - zeolit alam	% penurunan
400	1.066073	1.05887	0.675676
500	0.995853	0.969208	2.675585
600	0.979865	0.958363	2.194357

3.2.2. Penyerapan Air

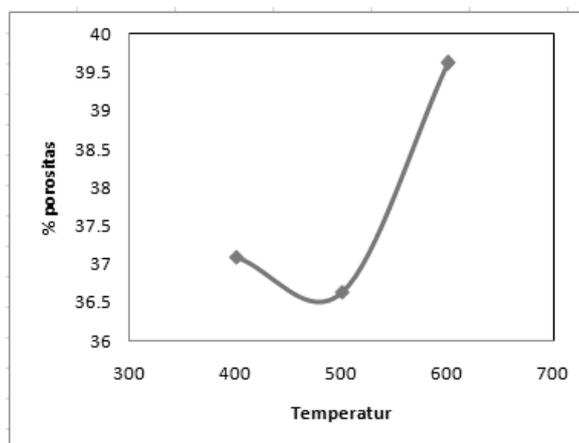
Sifat daya penyerapan air membran keramik TiO₂ – zeolit alam yang dihasilkan berkisar antara 35,034 – 41,346%. Semakin tinggi pemanasan maka akan semakin tinggi sifat daya penyerapan airnya.



Gambar 3.1. Sifat daya penyerapan air membran keramik TiO₂ – zeolit alam

3.2.3. Porositas

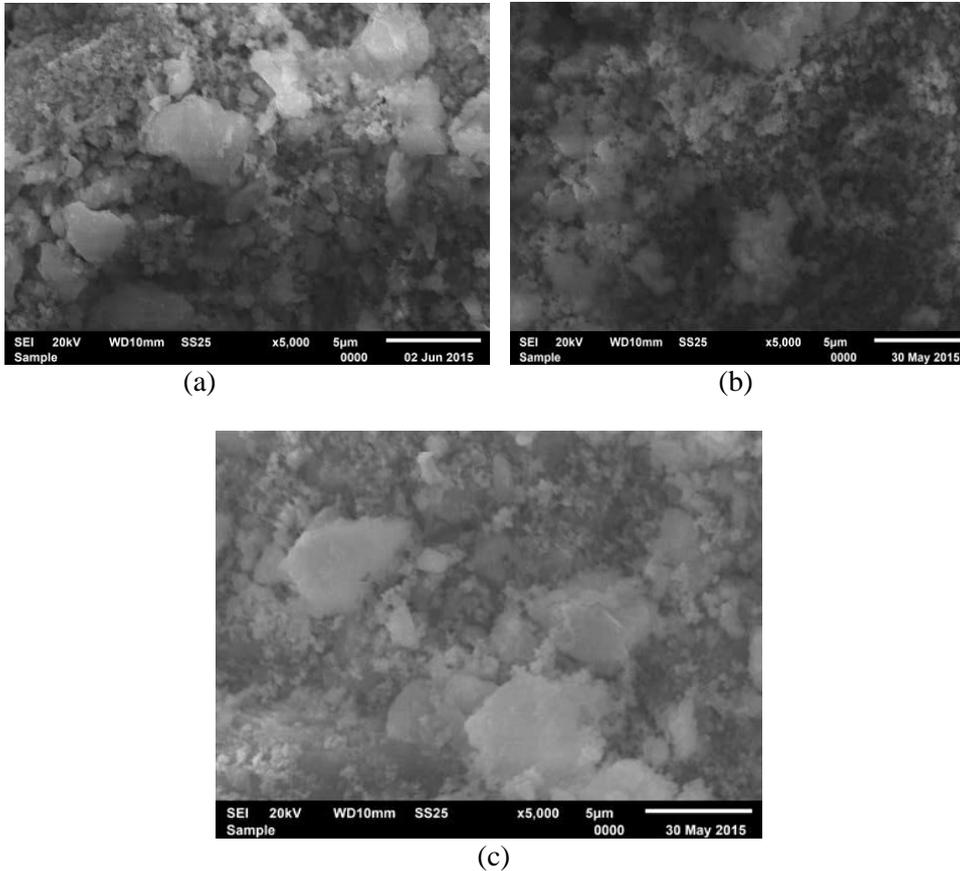
Sifat porositas air membran keramik TiO₂ – zeolit alam yang dihasilkan berkisar antara 36,63 – 39,62%. Semakin tinggi pemanasan maka akan semakin tinggi sifat porositasnya.



Gambar 3.2. Sifat porositas membran keramik TiO₂ – zeolit alam

3.3. Morfologi Membrane TiO₂ – Zeolit Alam

Hasil foto SEM menunjukkan struktur permukaan membran TiO₂ yang terbentuk tidak merata, menunjukkan bahwa proses pencelupan tidak merata. Dilihat pori-pori yang terbentuk sudah cukup kecil sehingga dapat digunakan pada proses ultrafiltrasi dengan ukuran pori 0,001 – 0,1 μm.



Gambar 3.3. Morfologi membran keramik TiO₂ – zeolit alam (a) 400 °C, (b) 500 °C, (c) 600 °C

Berdasarkan gambar 3.3. dapat dilihat bahwa permukaan membrane TiO₂ tidak rata ketebalannya, akan tetapi ukuran pori yang terbentuk sudah kecil (kurang dari 0,1 μm).

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan :

- Semakin tinggi pemanasan bulk density akan semakin turun sementara sifat penyerapan air dan porositas akan semakin naik.
- Pemanasana yang optimal pada 400 °C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (DIKTI) atas pembiayaan penelitian dengan program Hibah Penelitian Hibah Bersaing.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, R. W., 2004, Membran Technology and Applications, 2nd ed.; John Wiley & Sons, Ltd.: Chichester)
- Ciora, R.J., and Liu, P.T.K., 2011, Ceramic Membranes for Environmental Related Applications, Fluid/Particle Separation Journal, 15, 1,51 -60.

- Geus, E.R., et.al., 1991, "Synthesis of A Ceramic Zeolite Membrane by Means of a Dip-coating Technique", *Key Engineering Materials*, 61, 461-464.
- Haria, R., 2012, "Penggunaan Membran Keramik Dimodifikasi dengan Titania yang dilengkapi dengan Prefilter dalam Penjernihan Air Rawa Gambut, Tesis, Universitas Andalas, Padang.
- Hristov, P., 2012, "Preparation and Caharacterization of Porous Ceramic Membranes for Micro-Filtration from Natural Zeolite", *Journal of The University of Chemical Technology and Metallurgy*, 47, 4, 476-480.
- Kasam, et. al., 2012, "Using of Ceramic Membrane to Remove of Total Suspended Solid (TSS) and Chemical Oxygen Demand (COD) in Batik Wastewater, *International Journal of Engineering and Science*, 3, 1.