

Pengaruh Komposisi Fly Ash Dan Karakterisasi Pada Pembuatan Membran Keramik Fly Ash-Kaolin Dengan Penambahan Aditif TiO₂

Eny Apriyanti^{1*}, Ricka Prasdiantika², Shintawati Dyah Purwaningrum³

Fakultas Teknik Universitas Pandanaran

Jalan Banjarsari Barat no.1, Pedalangan, Banyumanik, Semarang

*Email : enyapriyanti66@gmail.com

Abstract

The effect of material composition on membrane porosity and characterization of TiO₂ ceramic membranes supported by fly ash will be studied in this study. The process of making TiO₂-fly ash membranes was carried out using the dip coating method. The addition of TiO₂ as an additive in this study serves to improve anti-clogging properties and improve the mechanical properties of the membrane so that it is stable against photocorrosion. The results showed that the best composition variation on the A3 membrane with variations in the composition of fly ash, kaolin and alumina (20%:30%:40%) by weight. Membrane molding was carried out with a compaction pressure of 10 bar, 20 bar, 30 bar with a combustion temperature of 1200°C for 7 hours resulting in a membrane that had the highest compressive strength at position 65.45 kg/cm², the higher the combustion temperature, the higher the compressive strength obtained. The porosity properties of the resulting TiO₂-fly ash ceramic membrane ranged from 42.82 – 50.22%, this indicated that the water absorption properties and porosity of the membrane increased with increasing heating temperature.

Keywords : fly ash, kaolin, ceramic membrane, porosity, TiO₂

ABSTRAK

Pengaruh komposisi material terhadap porositas membran dan karakterisasi membran keramik TiO₂ dengan penopang fly ash akan dipelajari dalam penelitian ini. Proses pembuatan membran TiO₂-fly ash dilakukan dengan metode dip coating. Penambahan TiO₂ sebagai aditif pada penelitian ini berfungsi untuk meningkatkan sifat anti clogging dan memperbaiki sifat mekanik membran sehingga stabil terhadap fotokorosi. Hasil penelitian menunjukkan variasi komposisi terbaik pada membran A3 dengan variasi komposisi fly ash, kaolin dan alumina (20%:30%:40%) berat. Pencetakan membran dilakukan dengan tekanan pemadatan 10 bar, 20 bar, 30 bar dengan suhu pembakaran 1200°C selama 7 jam menghasilkan membran yang memiliki kuat tekan tertinggi pada posisi 65,45 kg/cm², semakin tinggi suhu pembakarannya, semakin tinggi kuat tekan yang diperoleh. Sifat porositas membran keramik TiO₂-fly ash yang dihasilkan berkisar antara 42,82 – 50,22%, hal ini menunjukkan bahwa sifat penyerapan air dan porositas membran meningkat dengan meningkatnya suhu pemanasan.

Kata kunci : fly ash, kaolin, membran keramik, porositas, TiO₂

Info Artikel :

Masuk : 30 November 2022 Revisi : 20 Desember 2022 Diterima : 22 Desember 2022

Terbit : 31 Desember 2022

PENDAHULUAN

Membran merupakan alat pemisah yang berupa penghalang yang bersifat selektif dapat memisahkan

dua fase dari berbagai campuran (Fauzan, 2009). Beberapa tahun terakhir ini keberadaan membran sangatlah penting bagi kehidupan manusia, baik itu

membran alami maupun membran sintetik (Iman R, 2017). Membran merupakan lapisan tipis di antara dua fasa yang bersifat selektif (semi-permeable) dan berfungsi mengatur perpindahan komponen pada dua kompartemen yang berdekatan (Henych, 2013). Dalam penelitian ini digunakan bahan komposit fly ash batubara, kaolin, alumina dan bahan aditif TiO_2 untuk pembuatan membran keramik. Membran keramik memberikan banyak keuntungan dibandingkan membran polimer karena membran keramik stabil pada suhu tinggi dan mempunyai kekuatan mekanis yang baik dan mempunyai sifat yang tidak mudah mengembang dalam air, mudah membentuk suspensi untuk melapisi membran sebagai supportnya (Dong et. Al, 2013).

Pengembangan membran keramik menggunakan bahan alami seperti tanah lempung (clay), batubara, zeolit dan bahan anorganik lainnya banyak dilakukan karena biaya lebih murah yang dapat diaplikasikan sebagai filter (Saffaj et al, 2017 ; I. Jedidi et al, 2009). Dengan memanfaatkan potensi bahan yang berasal dari sumber daya alam tersebut, maka dibuatlah material komposit keramik dengan fly ash sebagai material utama pembentuk membran keramik dan kaolin sebagai material penguatnya dengan penambahan TiO_2 sebagai zat aditif yang dapat diaplikasikan untuk pengolahan air (Apriyanti E, 2021). Penambahan kaolin dimaksudkan untuk memperoleh nilai fluks atau selektivitas membran yang baik dan kekuatan morfologi membran (Apriyanti E, 2021).

METODE PENELITIAN

Bahan yang dipakai dalam penelitian pembuatan membran keramik ini yaitu Fly ash yang diperoleh dari limbah padat hasil samping industri PLTU PAITON, kaolin dan Alumina yang di preparasi menggunakan penggerus, fly ash yang telah halus disaring menggunakan shaker berukuran 200 mesh ($75\mu\text{m}$) bertujuan untuk mendapatkan ukuran partikel fly ash, kaolin dan alumina yang sama. Fly ash, kaolin

dan alumina sebagai bahan binder/bahan penguat dicampur dengan zat aditif berupa carboxymethyl cellulose (CMC), Sodium citrate, Polyethylene glycol dan MgSO_4 dengan perbandingan komposisi bahan yang berbeda yaitu A1 (40% : 20% : 30%) ; A2 (30% : 30% : 30%) : A3 (20% : 40% : 30%) di aduk hingga homogen, adonan menjadi bentuk pasta kemudian dibiarkan pada suhu kamar dan dijauhkan dari sinar matahari langsung selama 30 menit (proses ageing) kemudian pasta atau campuran ini kemudian di casting dengan cetakan bentuk tubular. Membran keramik komposit fly ash, kaolin dan alumina selanjutnya dikeringkan pada suhu 2500°C selama satu jam untuk menghilangkan kandungan organiknya, setelah itu membrane support keramik dikalsinasi pada suhu 1000°C , 1100°C dan suhu 1300°C selama 7 jam setelah proses kalsinasi dilakukan dengan cara dip coating (pencelupan) menggunakan larutan TiO_2 untuk meningkatkan stabilitas membran, membran keramik yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi meliputi uji densitas, porositas dan morfologi membrane menggunakan SEM. Sedangkan untuk peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah shaker, screen, cetakan membran, oven, furnace, magnetic stirrer, beaker glass, neraca analitis, alat permeabilitas, alat uji swelling, alat uji SEM.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fly ash merupakan senyawa alami yang merupakan limbah dari industri PLTU, termasuk limbah berbahaya dan beracun (B3). Limbah padat ini digunakan sebagai bahan dasar pada pembuatan membran keramik, berdasarkan hasil dari uji AAS (Atomic Adsorption Spectrophotometry) diperoleh kandungan SiO_2 39,85% dan Al_2O_3 12,74%, dari hasil analisa tersebut maka fly ash layak digunakan sebagai bahan substitusi pada pembuatan membran keramik.

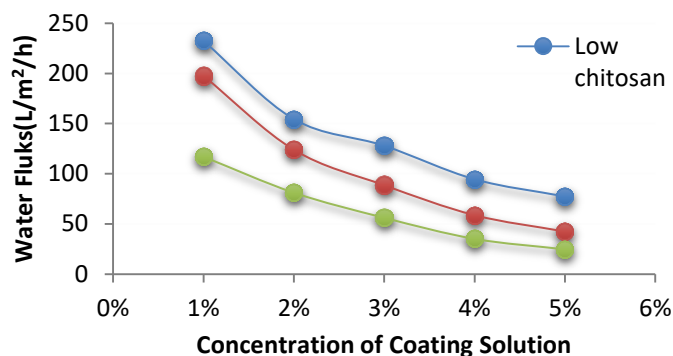
Tabel 1 Kandungan Mineral Fly Ash

No	Sample	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	Ca ²⁺ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
1	Slurry	3.25	39.12	2.05	15.78
2	3 : kamar	5.93	38.40	2.71	15.64
3	3 : 80°C	4.87	40.25	3.03	15.90
4	6 : kamar	5.10	41.30	3.17	16.34
5	6 : 80°C	4.70	40.36	3.46	15.91
6	40 kh2 3 jam+ alumina	9.89	43.09	3.97	16.23
7	Gel heating + 3jam	8.43	37.15	2.98	17.35
8	Vulcano Ash	8.13	47.26	2.99	17.76
9	40 kh2 6jam + alumina	9.34	42.88	4.36	18.09
10	Larutan AAS	1.09	2.30	4.51	18.45

Dari hasil analisa bahan baku dapat dilihat bahwa Fly Ash layak digunakan sebagai bahan membran support keramik karena kandungan Al₂O₃ dan SiO₂ cukup tinggi.

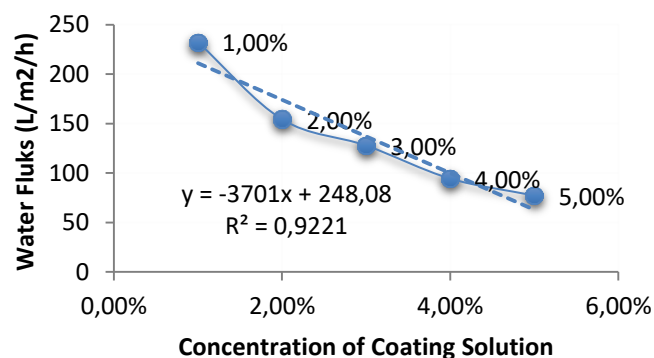
Uji Permeabilitas

Permeabilitas membran dipengaruhi oleh jumlah dan ukuran pori, tekanan yang diberikan, serta ketebalan membran, permeabilitas dapat dinyatakan sebagai suatu besaran fluks yang didefinisikan sebagai jumlah volume permeat yang melewati satu satuan luas membran dalam suatu waktu tertentu dibagi dengan tekanan yang digunakan (L/m².jam.bar). Dari hasil uji permeabilitas di peroleh konsentrasi larutan kitosan dalam asam asetat yang sangat mempengaruhi. Semakin tinggi konsentrasi kitosan, semakin rendah permeabilitas film. Hal ini disebabkan semakin tinggi konsentrasi kitosan maka viskositas larutan semakin tinggi sehingga tahanan yang ditimbulkan film juga semakin tinggi dan laju volumetrik air menjadi semakin kecil. Pada konsentrasi kitosan diatas 3%, kitosan tidak bisa larut sempurna sehingga film yang dihasilkan tidak homogen dan berpori. Grafik menunjukkan pada BM rendah angka yang didapat lebih kecil,



Gambar 1. Hasil uji permeabilitas

Grafik hubungan konsentrasi larutan coating BM rendah menunjukkan hasil angka pada konsentrasi terendah 1% yaitu 232,13 L/m²jam dan konsentrasi tertinggi 5% yaitu 77,05 L/m²jam.



Gambar 2. Uji permeabilitas dengan variabel BM Chitosan

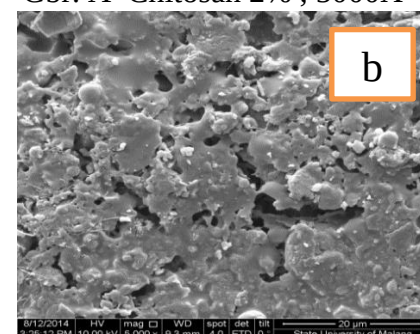
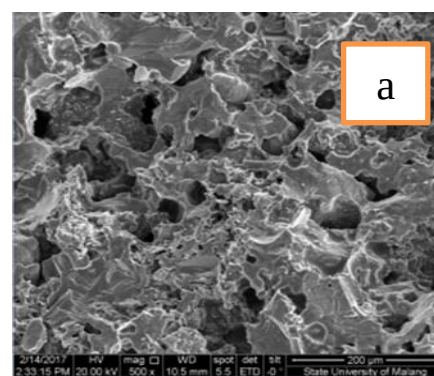
Tabel 2. Hasil Uji tekan/Compression

No	Nama Sample		Hasil	
			Maximum Stress (N/mm ²)	Masimum Force (N)
1.	P 10- C1	Specimen-1	0,02	28,25
		Specimen-2	0,03	31,30
2.	P 20-C1	Specimen-1	0,01	16,35
		Specimen-2	0,03	39,39
3.	P 30-C1	Specimen-1	0,05	56,48
		Specimen-2	0,03	30,88
4.	P 20-C1	Specimen-1	0,03	32,13
		Specimen-2	0,03	34,95
5.	P 20-C2	Specimen-1	0,06	65,45
		Specimen-2	0,03	34,93
6.	P 20-C3	Specimen-1	0,02	20,14
		Specimen-2	0,04	45,09

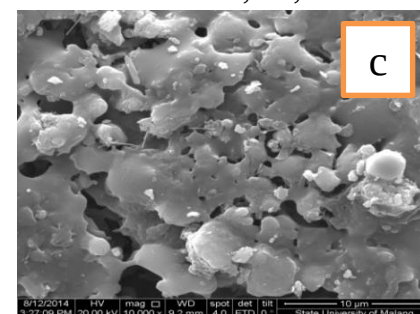
KARAKTERISASI MEMBRAN

Uji Scanning Electron Microscopy (SEM) ini dilakukan untuk mengetahui struktur mikro Al_2O_3 dan SiO_2 sebagai penyusun material utama pada pembuatan membran dengan struktur pembentuk kristalografi permukaan membrane keramik fly ash menggunakan SEM (Scanning electron microscopy) merk JEOL JSM-6510LA, hasil uji SEM menunjukkan permukaan membran TiO_2 -fly ash yang terbentuk tidak merata karena saat pencelupan tidak merata maka akan berpengaruh pada proses fouling, pori-pori membran yang terbentuk sudah cukup kecil sehingga dapat digunakan pada proses mikrofiltrasi dengan ukuran 0,001-0,13 μm dengan perbesaran 5000 X.

Dari hasil uji SEM dengan perbesaran 5000X dan konsentrasi kitosan 2% diperoleh bahwa semakin kecil ukuran partikel suatu partikel dari membran keramik maka semakin reaktif dan pori pori membran semakin mudah untuk di lewati permeat. Faktor ini menentukan laju alirnya karena membran keramik abu vulkanik support kitosan yang dihasilkan mempunyai laju permeasi yang baik sehingga memudahkan dalam proses penyaringan untuk pengolahan air bersih.



Gbr. B Chitosan 2,5%, 5000X



Gbr.C Chitosan 3% 5000X

Gambar 3. Hasil uji karakterisasi membran (SEM)

SIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah membran keramik hasil penelitian memiliki porositas air berkisar antara 42,82%-50,22%, semakin tinggi suhu pemanasan membran keramik TiO_2 -Fly ash sifat penyerapan air dan porositas akan semakin naik. Membran A3 merupakan membran dengan komposisi optimal terdiri dari fly ash sebanyak 20% serta kaolin sebesar 30% dan alumina sebanyak 40% dengan komposisi ini membran memiliki kuat tekan tertinggi pada posisi 65,45 kg/cm^2 . Penggunaan fly ash berpengaruh terhadap pembentukan pori membran dengan bertambahnya konsentrasi fly ash maka pori yang terbentuk semakin banyak berarti fly ash sangat baik sebagai bahan pembentuk pori. Pori yang pada membran tersebar secara acak dengan ukuran sekitar ukuran 0,001-0,13 μm dilihat dari foto SEM. Membran keramik yang dihasilkan termasuk membran asimetrik berdasarkan struktur dan prinsip pemisahannya pada proses mikrofiltrasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Azeez, S.O., Saheed, I.O., Adekola, F., 2022, Preparation of TiO_2 - Kaolinite Composite for Photocatalytic Degradation of Rhodamine B Dye Chemical Society of Ethiopia, 1(1011-3924): 13-24.
- Apriyanti, E., 2021, Development of Fly Ash Coal/ TiO_2 Pored Composite Materials in The Making of Ceramic Membrane for Water Treatment Process, 4th Conference Proceeding on Informatics Engineering Science And Technology, Bandung, Maret 10.
- Boroski, M., Rodrigues, A.C., Garcia, J.C., Sampaio, L.C., Nozaki, J & Hioka, N., 2009, Combined Electrocoagulation and TiO_2 Photoassisted Treatment Applied to Wastewater Effluents from Pharmaceutical and Cosmetic Industries. Journal of Hazardous Materials, 162: 448-454.
- Chasri, N., 2015, The Utilization of Coal Fly Ash as Ceramic Membranes for the Unit of Peat Water Treatment J. Dinamika Kim. 26(2), pp.95-105.
- Dong, Y., S.Hampshire, J.Zhou, B.Lin, Z.Ji, X.Zhang, dan G.Meng., 2010, Recycling of Fly Ash for Preparing Porous Mullite Membrane Supports with Titania Addition. Journal of Hazardous Material. 180: 173-180.
- Henych, J.I., Stengl, V.C., 2013, Feasible Synthesis of TiO_2 Deposited on Kaolin for Clay Minerals, 61(3): 165-176.
- Hosseeini, S.A., Niaei, A., Salari, 2011, Production of $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ from Kaolin, Open Journal of Physical Chemistry, 1(2): 23-27.
- Iman, R., 2017, Manufacture and Characterization of Ceramic Membrane Variation of Rice Flour As An Additive for Microfiltration Process, Journal sains and Terapan Kimia, Vol. 11(2) : 52-60.
- Jedidi, I., S.Saidi, S.Khmaken, A. Larbot, N.E.Ammar, A.Fourati, A.Charfi, 2009, New Ceramic Microfiltration Membranes from Mineral Coal Fly ash, Arabian Journal of Chemistry, 2: 31-39.
- Jedidi, I., S.Saidi, S.Khmarkem, A.Larbot, N.E. Ammar, A.Fourati, A.Charfi, A.B Salah, 2009, Elaboration of New Ceramic Coal Fly Ash Applied to Waste Water Treatment, Journal of Hazardous Materials, 172: 152-158.
- Lu, Z., Wu, A., Ou, X., Zhang, S., Niu, J., Ji, S, Ling, Y, 2017, Enhanced Antiaging And Mechanical Properties of Polyamide 1010 by Sol-Hydrothermal Synthetic Titanium Dioxide-Coated Kaolinite Addition, Journal of Alloys and Compound, 693: 381-388.
- Sugiarto, C., Setiawan, A, Mayangsari, N.E, 2021, Efektifitas, Metode Fotokatalisis TiO_2 -Zeolit Fly Ash dalam Mendegradasi Kandungan Amonia Pada Limbah Artifisial, 4th Conference Proceeding on Waste Treatment Technology, Surabaya, Oktober 30.