Merdeka Indonesia Journal International (MIJI)

Vol. 2, No. 1, Juni 2022

**SINTESA DAN PENGEMBANGAN MATERIAL KOMPOSIT FLY ASH DAN KAOLIN APLIKASI PEMBUATAN MEMBRAN KERAMIK DENGAN METODE EKTRUKSI**

**Eny Apriyanti, Widi Astuti, Ummi Chasanah**

Universitas Pandanaran

Email: enyapriyanti66@gmail.com, widi.unp@gmai.com, chsanah.ummi01@yahoo.co.id

Abstrak

Penggunaan material komposit sebagai membran keramik berpori semakin meningkat saat ini dan terdapat peluang untuk memanfaatkan limbah anorganik seperti abu terbang batubara (fly ash) sebagai bahan baku pembuatan keramik, pengembangan membran keramik dengan memanfaatkan limbah fly ash berpeluang menjadi kajian yang relevan dan inovatif. Pada pembuatan komposit fly ash/kaolin/alumina menggunakan metode ektruksi dan suhu pembakaran 1150oC dengan waktu penahan pembakaran 6 jam, parameter untuk karakterisasi membran adalah uji analisa yang mencakup permeabilitas, uji tekan membran dan SEM. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan bahwa membran keramik dengan komposisi abu batubara : kaolin clay : Kitosan (57% : 41% : 2%) yang paling optimum dan tekanan 1 bar untuk membran keramik M1. Hasil analisa SEM menunjukkan bahwa membran keramik M1 memiliki ukuran pori yang relatif seragam dengan rentang diameter pori sekitar 10-20 µm, maka material komposit fly ash dan kaolin layak digunakan sebagai material filter.

**Kata kunci**: ekstruksi, fly ash, komposit, kaolin, material

**Pendahuluan**

Saat ini material komposit mengalami perkembangan yang sangat pesat, perkembangan dibidang teknologi dan sains mendorong material komposit berbasis fly ash banyak digunakan pada berbagai macam aplikasi produk. Kemajuan teknologi yang semakin maju menimbulkan pembuatan material keramik berpori semakin meningkat, salah satu material berpori adalah membran keramik, bahan baku yang digunakan untuk pembuatan membran keramik adalah abu batubara, kaolin clay dan alumina, abu batubara merupakan limbah padat hasil samping dari industri PLTU termasuk dalam golongan limbah berbahaya dan beracun. Abu batubara terbentuk dari hasil samping dari pembakaran batubara pada suhu 1200oC – 1700oC, komponen utama dari abu batubara adalah silika (SiO2 ), alumina (Al2O3) , iron oxides (Fe2O3) dan karbon dengan jumlah bervariasi (Blissett dan Rowson, 2012). Material yang biasa digunakan sebagai bahan baku pembuatan membran keramik senyawa oksida seperti alumina (Al2O3), silika (SiO2), titania (TiO2), Zirkonia (ZrO2). Pada umumnya keramik berpori atau membran menggunakan material dengan kandungan alumina yang tinggi seperti fly ash karena alumina mempunyai keunggulan pada kekuatan, kekerasan dan ketahanan terhadap tekanan, panas maupun bahan kimia, abu terbang (fly ash) memiliki kandungan silika dan alumina yang cukup tinggi sehingga dapat digunakan sebagai alternatif bahan baku keramik berpori. Berdasarkan latar belakang tersebut dapat dirumuskan masalah bahwa penggunaan membran keramik sebagai filter semakin meningkat saat ini, untuk memperoleh membran keramik yang berkualitas baik dari segi kuat tekan, porositas, ukuran pori membran dan mikrostruktur. Pengembangan produk membran keramik dengan memanfaatkan limbah fly ash berdasarkan proses ekstruksi menjadi kajian yang relevan dan inovatif. Pembuatan membran keramik dapat dilakukan dengan metode slip casting, ektruksi, injektion molding, semi-dry pressing dan dry pressing. Proses pembentukan membran keramik ditunjukkkan pada Tabel 1, dibandingkan dengan metode pembentukan keramik lainnya metode ekstruksi mempunyai beberapa keunggulan, yaitu bahan keramik menjadi lebih seragam dan dapat digunakan untuk proses kontinyu baik pada skala produksi kecil maupun skala besar.

Tabel 1. Metode pembentukan membran keramik

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Metode | Kelebihan | Kekurangan | Produk |
| Slip Casting | Capital cost relatif rendah | Waktu proses relatif lama, presisi dimensi produk relatif rendah | Berbentuk rumit dan berdinding tipis |
| Ekstruksi | Skala produksi besar, dapat dilakukan secara kontinyu | Memerlukan pencampuran/blending yang baik terhadap komposisi bahan yang diekstruksi | Daya tekan pada arah radial/lateral dan relatif panjang |
| Injektion molding | Presisi dimensi produk relatif tinggi | Biaya awal peralatan relatif tinggi dan banyak menggunakan bahan aditif | Berukuran kecil dengan bentuk rumit |
| Pressing | Skala produksi besar dengan presisi dimensi produk relatif tinggi, beban pengeringan rendah | Memerlukan pengendalian penggunaan tekanan dalam proses | Bentuk sederhana, berukuran besar dengan densitas tinggi |

Reed,1995

Kaolin (Al2Si2O3(OH)4) merupakan salah satu material keramik yang berbasis aluminosilikat dan digolongkan pada jenis refarktori alumina rendah yang banyak digunakan untuk porcelain, chinaware, furnace lining, bata tahan api dan bahan abrasive, tetapi untuk penggunaanya belum dioptimalkan khususnya dibidang teknik dan masih sedikit penelitian yang menggunakan kaolin sebagai keramik maju (advance ceramic). Dengan memanfaatkan potensi-potensi tersebut maka dibuat material komposit keramik dengan fly ash sebagai material matrik dan kaolin sebagai material penguatnya (reinforcement) dengan pengaruh perbandingan komposisi komposit keramik fly ash dan kaolin. Penambahan kaolin pada penelitian ini adalah untuk memperoleh sifat densitas dan kekuatan bending yang lebih baik dari bahan utama. Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk membuat produk keramik berpori dengan bahan dasar fly ash dan kaolin menggunakan metode ektruksi serta mempelajari pengaruh komposisi fly ash, kaolin dan air dalam campuran bahan baku terhadap sifat-sifat fisik sampel produk membran keramik berpori yang dihasilkan, yaitu susut bakar, kuat lentur, porositas, distribusi ukuran pori dan mikrostruktur membran. Untuk mencapai tujuan penelitian ini maka penelitian ini meliputi persiapan bahan baku.

**Metode Penelitian**

Bahan penelitian yang dipergunakan dalam pembuatan membran keramik adalah Fly ash, kaolin, CMC, FeSO4, PEG, sodium citrate, TiO2, Aquadest dan penelitian ini dilakukan di laboratorium Proses kimia Universitas Pandanaran. Pada pembuatan membran keramik dilakukan melalui beberapa tahap, penelitian ini menggunakan fly ash sebagai matrik atau bahan dasar pembuatan keramik yang diperoleh dari PLTU Paiton dan kaolin teknis yang diperoleh dari Brataco chemical. Tahapan proses pembuatan membran keramik meliputi : 1) tahap pencampuran bahan kering, 2) tahap pencampuran basah, 3) tahap plastisasi proses terpenting yang merupakan tahap persiapan massa plastis, 4) tahap pencetakan dengan cara ektruksi, 5) tahap pengeringan, 6) tahap pembakaran (kalsinasi) pada T= 1150oC, 7) tahap finishing. Pembentukan badan keramik dengan cara ekstruksi terjadi dengan pemompaan massa plastis dari sisi bertekanan tinggi kesisi bertekanan rendah melaui cetakan ekstruder (die), tekanan operasional yang digunakan saat pencetakan 10 kg/cm2, 20 kg/cm2, 30 kg/cm2. Pembentukan membran keramik menggunakan metode ektruksi dalam pencetakannya. Sebelum dicetak dilakukan pembuatan adonan dengan komposisi (57 : 41 : 2)% berat ; (47 : 51 : 2)% berat ; (37 : 61 : 2)% berat dan dikompaksi pada tekanan yang berbeda 10 kg/cm2 ; 20kg/cm2 ; 30kg/cm2. Untuk proses sintesis material komposit fly ash, kaolin dan bahan aditif ditunjukkan pada diagram alir berikut ini

**Diagram Alir Penelitian :**

Pengayakan

*d = 200 mesh*

Abu batubara

Al2O3 : 0,005 %wt

NaOH : 0,2 %wt

H2O : 0,795 %wt

Pembuatan Aluminate Solution

*T = suhu kamar*

Al(OH)3 : 1 M

PEG : 1 %wt

PVA : 2 %wt

Kaolin : 51 %wt

γ- Alumina : 2 % wt

Abu batubara : 47 %wt

alumina

Additive : 1 %wt

Deionized : 1 %wt

water

Pugging

*t = 30 menit*

SiO2 : 0,096 %wt

NaOH : 0,160 %wt

H2O : 0,744 %wt

Pembuatan Silicate Solution

*T= suhu kamar*

Pencampuran

Aging

*t = 30 menit*

Mixing

*pengadukan 15 menit*

Pencelupan

*t = 12 detik*

Mixing

*pengadukan 15 menit*

*Aluminate 500C*

Pencetakan

*d = 4,5 cm*

*tebal =2,5 mm*

**10 wt.%**

**binder solution**

Pengeringan

*t = 24 jam*

*T = kamar*

Deposisi Zeolite Solution

*t = 2, 3, dan 4 jam*

*T = 900C*

Pengeringan

t = 3 hari

*T = kamar*

Kalsinasi

*t = 7 jam*

*T = 1100oC*

Pencucian

Pengeringan

*t = 1 jam*

*T = 250 0C*

Pengeringan

*t = 3 jam*

*T = 1500C*

Support +

Mesoporous layer

Kalsinasi

*t = 6jam*

*T = 1150 0C*

**Membran Zeolit**

Mesoporous Layer

***Zeolit Solution***

Pembuatan Support Layer

Support Layer

Produk membran keramik

Gambar 1. Tahapan Penelitian

**Hasil dan Pembahasan**

1. Analisa bahan
2. Tabel 1. Variasi komposisi material komposit

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Komposisi 1 | Komposisi 2 | Komposisi 3 |
| Fly Ash : 57 %wt  Kaolin : 41 % wt  Alumina : 2 %wt  Additif : 1 %wt | Fly Ash : 47 %wt  Kaolin : 51 % wt  Alumina : 2 %wt  Additif : 1 %wt | Fly Ash : 37 %wt  Kaolin : 61 % wt  Alumina : 2 %wt  Additif : 1 %wt |
| Deionized : 30 %wt  Water dari berat  total bahan | 30 %wt  dari berat  total bahan | 30 %wt  dari berat  total bahan |

Dari tabel 1. menunjukkan komposisi campuran bahan baku dan bahan aditif yang digunakan dalam pembuatan membran keramik komposit fly ash dan kaolin dengan variasi komposisi 1, komposisi 2 dan komposisi 3.

1. Uji permeabilitas

Gambar 1. Hasil uji Permeabilitas Membran

Dari gambar 1 grafik hasil uji permeabilitas menunjukkan besrnya permeabilitas terhadap air dari film yang dibuat dari berbagai macam konsentrasi larutan kitosan dalam asam asetat. Semakin tinggi konsentrasi kitosan maka semakin rendah permeabilitas film, hal ini disebabkan semakin tinggi konsentrasi maka viskositas larutan semakin tinggi, sehingga tahanan yang ditimbulkan film juga semakin tinggi dan laju volumetrik air menjadi semakin kecil. Pada konsentrasi kitosan 3% kitosan tidak bisa larut sempurna sehingga film yang dihasilkan tidak homogen dan berpori. Hal ini akan berakibat pada peningkatan laju alir, pengaruh nilai permeabilitas terdapat pada kenaikan konsentrasi larutan dan karakteristik kitosan berdasarkan berat molekul rejeksi.

1. Uji SEM (Scanning Electron Microscopy)

Uji SEM (Scanning Electron Microscopy) ini dilakukan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui morfologi lapisan membran fly ash dan kaolin.

C:\Users\lenovo\AppData\Local\Temp\Rar$DIa0.932\P10 C2 10K.tif C:\Users\lenovo\AppData\Local\Temp\Rar$DIa0.482\P10 C2 20K.tif

Gambar 2. Hasil uji SEM Hasil dengan perbesaran

10.000 x dan pori membran 10 µm

C:\Users\lenovo\AppData\Local\Temp\Rar$DIa0.689\P10 C2 5K.tif C:\Users\lenovo\AppData\Local\Temp\Rar$DIa0.886\P20 C2 5K.tif

Gambar 3. Hasil uji SEM perbesaran 20.000 x dan

pori membran 20 µm

Hasil uji SEM ditunjukkan pada gambar 2 dan 3 yang menjelaskan bahwa morfologi membran keramik dipengaruhi oleh udara yang terjebak didalam material berpori saat proses sintering Al2O3 sehingga mengalami pemuaian lebih banyak dibanding SiO2. Karena adanya tekanan ekstruksi saat pencetakan membran keramik, maka semakin besar pula ukuran pori membran yang terbentuk yang dipengaruhi proses kalsinasi pada suhu 1150oC.

**Kesimpulan**

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Penambahan kaolin dalam penelitian ini akan meningkatkan kekuatan bending komposit fly ash dan kaolin dan mencapai nilai maksimum pada penambahan 41% kaolin, hal ini menunjukkan porositas fly ash lebih besar dibandingkan dengan spesimen kaolin karena terjadi peningkatan kandungan silika pada spesimen kaolin sebesar 51% sedangkan pada specimen 100% fly ash hanya sebesar 47%.
2. Pada uji permeabilitas menunjukkan bahwa saat proses pelarutan menghasilkan permeat dengan kualitas baik, hal ini ditunjukkan kerja yang optimum pada posisi konsentrasi support layer (kitosan) 2%.
3. Untuk hasil uji SEM (Scanning Electron Microscopy) diperoleh morfologi struktur penyusun fly ash yang lebih dominan adalah gugus Al2O3. Maka gugus atom Al memiliki ukuran pori yang lebih besar dibandingkan Si, sehingga semakin besar rasio Al/Si pada material matrik sehingga dihasilkan membran dengan ukuran pori yang lebih besar, dalam hal ini sebagai support pada pembuatan membran keramik.
4. Secara keseluruhan dari beberapa hasil analisa membran komposit keramik ini menunjukkan bahwa fly ash layak digunakan sebagai bahan baku pembuatan membran keramik menggunakan material komposit kaolin yang menghasilkan membran yang mempunyai struktur kuat karena pengaruh tekanan dengan metode ekstruksi dan mempunyai porositas yang baik.

**Bibliografi**

Auerkari, P. 2016. Mechanical and Physical Properties of Engineering Alumina Ceramics. Finland: Technical Research Centre

Alaerts G, 2014. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 20th edition. USA

Arfiantinosa N. 2009. Aplikasi Membran Ultrafiltrasi Untuk Pemurnian Air. Tugas Akhir : Teknik Lingkungan ITS

Agmalini, 2017 Recycling of Fly Ash for Preparing Porous Mullite Membrane Supports with Titania Addition. Journal of Hazardous Material. 180: 173-180

Dong il. and Huang, R.Y.M. (2006). “Liquid Separation by Membrane Pervaporation : A Review”. Industrial Engineering Chemical Resources.36 : 1048-1066.

Fang, J., G.Qin, W.Wei, dan X.Zhao. 2011. Preparation and Characterization of Tubular Supported Ceramic Microfiltration Membranes from Fly Ash Journal of Separation and Purification Technology. 80: 585-591

Fernandez, C.M., M.J.Ramos, A.Perez, dan J.F.Rodriguez. 2010. Production of Biodiesel from Winery Was te: Extraction, Refining, and Transesterification of Grape Seed Oil. Journal of Bioresource Technology. 101: 7019-7024

Kaban, J. (2009). Modifikasi Kimia dari Kitosan dan Aplikasi Produk yang Dihasilkan. Universitas Sumatera Utara : Pidato Pengukuhan Guru Besar.

Kaban, J., Bangun, H., Dawolo, A.K., Daniel. (2006). “Pembuatan Membran Kompleks Polielektrolit Alginat Kotosan”. Jurnal Sains Kimia. 10(1) : 10-16.

Mahardani, Nila S., Kusuma, Ferdyan H., (2010). “Pengolahan Air Baku Menjadi air Minum Dengan Teknologi Membran Mikrofiltrasi dan Ultrafiltrasi “, PKMP-10-1

Moller, H., Grelier, S., Pardon, P., and Coma, V. (2004).“Antimicrobial and Phsycochemical Properties of Chitosan-HPMC-Based Films”. Journal of Agricultural and Food Chemistry.52 : 6585-6591.Mulder, M. (1996). “Basic Principles of Membrane Technology.2nd ed”. Kluwer Academic Publisher, London.

Mahsunah,. (2011) , “ Sistem Mikrofiltrasi Pada Pemurnian Air” Jurnal Kimia Universitas Negeri YogyakartaOng, C; Lau, W.J ; Goh, P (2014) , “ Investigation of submerged membrane photocatalytic reactor (sMPR) operating parameters during oily wastewater treatment process”, Journal Desalination, Vol. 353, : 48 – 56.

Reynold, Richards. (1996) . “ Unit Operations and Process in Environmental Engineering” . 2nd editon. PWS Publishing Company.

Shao, P. and Huang, R.Y.M. (2007). “Review Polymeric Membrane Pervaporation”. Journal of Membrane Science.287 : 162-179.

Susanto, H. and Ulbricht, M. (2009a). “Characteristic, Performance and Stability of Polyethersulfone Ultrafiltration Membranes Prepared by Phase Separation Method Using Different Macromolecular Additives”. Journal of Membrane Science.327 : 124-135.

Susanto, H. and Ulbricht, M. (2009). “Polymeric Membranes for Molecular Separation”, Weinheim : Wiley-VCH.

Shafiquzzaman and A. Zaid (2011).“Pervaporation with Chitosan Membranes I. Separation of Water from Ethylene Glycol by A Chitosan/Polysulfone Composite Membrane”. Journal of Membrane Science.116 : 67-76.

Wenten, IG. 1999. “Teknologi Membran Industri”. Bandung.*Zhang, Qingle ; Lu, Xiaolong ; Zhao, Lihua. (2014) “ Preparation of Polyvinilydene Flouride (PVDF) Hollow Fiber Hemodialysis Membranes”, Journal Membranes, Vol. 4 : 81 - 95*