

KARAKTERISASI TANAH LEMPUNG GAMBUT KALIMANTAN SELATAN SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN *MEMBRANE SUPPORT*

Muthia Elma¹, Isna Syaughiah², Nor Aldina³, Hesti Kesumadewi⁴

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat (ULM)^{1,2,3,4}
Jl. A. Yani KM 36, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714
E-mail: melma@unlam.ac.id¹

ABSTRACT

Inorganic materials (such as silica and alumina) is a material that is very important and the most desirable in the field of membrane technology. This is due to the physical characteristics and permeation properties owned by the two materials is much better when compared to other polymer-based material. Alumina, for example, this material mostly can be found in clay, and the price is much cheaper as well as easy to find if compared to silica material. The use of peat clay as raw material to produce alumina as membranes support from natural materials would save production costs. This material is also easy to find in South Kalimantan especially around the wetland areas. The aim of this study is to characterize the peat clay as raw material to fabricate membranes module (membranes support). The method is by drying the clay material in uniform particle size (monosize). The raw material powder is then mixed with the organic additives. This organic content provide the hydrophilicity and porosity agent. Furthermore, it then was calcined and characterized to determine the functional group of the material whether it is more hydrophilicity and porosity. The result shows that the addition of H₂O and starch content of functional groups affect the content of the Si-O-Si and Si-O-Al groups on clay material. The content of Si-O-Si and Si-O-Al decreases if content of H₂O and starch is higher. It is shown that the stretching the Si-OH groups that are more hydrophilic transform into Si-O-Si and Si-O-Al groups that are more hydrophobic. Therefore, the calcined material will be more hydrophobic and more porous.

Keywords : Alumina, Peat Clay, Membrane Support, Pore Size.

1. PENDAHULUAN

Tanah lempung gambut merupakan material inorganik yang terdapat di daerah Kalimantan Selatan yang sebagian besar mengandung *aluminosilicates*. Di antara sifat - sifat jenis tanah ini adalah memiliki butiran yang sangat halus sehingga memiliki sifat porositas yang bisa menyerap molekul air. Kandungan *aluminosilikat* inilah yang nantinya berperan penting sebagai bahan dasar dalam pembuatan membran *support* yang murah dan ekonomis (Alresheedi and Basu 2014; Vercauteren et al. 1996; Zhang, Luo, and Zhang 2012; Sarkar et al. 2012), ini dikarenakan bahan bakunya berasal dari alam. Struktur dari tanah lempung diketahui berpori - pori (Majouli et al. 2011) sehingga sangat cocok untuk diaplikasikan dalam proses desalinasi.

Lempung dan senyawa oksida seperti alumina (Al₂O₃), silika (SiO₂) merupakan material yang biasa digunakan sebagai bahan baku pembuatan keramik berpori (Purbasari and Samadhi 2005). Keunggulan keramik berpori sebagai filter atau membran adalah tahan terhadap suhu tinggi, keras dan cukup kuat untuk menahan tekanan pada saat proses filtrasi, tahan terhadap bahan kimia dan korosi, mempunyai massa pemakaian yang cukup lama, dan dapat dibersihkan (Bhave 1991).

Salah satu aplikasi dari keramik berpori ini untuk proses desalinasi air. Menurut penelitian terdahulu material yang digunakan adalah membran inorganik (membran silika). (Elma 2014; Elma et al. 2015; Elma et al. 2013; Elma et al. 2012; Yang et al. 2017). Membran ini dapat dioperasikan dalam waktu yang lama serta memiliki pori - pori

(3-5 Å) (Elma et al. 2012) yang mampu memisahkan zat pengotor dalam air. Kelemahan membran jenis ini adalah mudah terdensifikasi jika berkontak langsung dengan molekul air dikarenakan sifat *amorf* dari bahan silika itu sendiri (Leboda and Mendyk 1991). Sementara itu, perkembangan membran inorganik berbasis material dari alam seperti tanah lempung sudah diinvestigasi oleh beberapa *author* (Vercauteren et al. 1996; Sarkar et al. 2012; Zhang, Luo, and Zhang 2012; Alresheedi and Basu 2014). Dibandingkan dengan material lainnya (seperti: *zirconia*, *titania* dan *silica*) tanah lempung butuh temperatur yang lebih rendah selama proses pembakaran (Khemakhem, Larbot, and Ben Amar 2009). Dengan mempertimbangkan harga bahan baku yang murah serta proses pembakaran pada suhu yang lebih rendah sehingga bisa diaplikasikan sebagai bahan baku pada pembuatan *membrane support*.

Berdasarkan latar belakang tersebut disimpulkan bahwa material pembuatan keramik berpori dari tanah lempung alumina sebagai membran dapat dijadikan alternatif sebagai bahan baku pembuatan *membranes support*. Keramik berpori yang diperoleh dari metode ekstrusi tersebut dikarakterisasi menggunakan FTIR untuk mengetahui dan mengidentifikasi gugus fungsi material lempung.

2. METODOLOGI

2.1. Material

Material tanah lempung berasal dari tanah lempung gambut yang berada di Kalimantan Selatan. Material ini dikeringkan, ditumbuk, diayak dan kemudian dijadikan ukuran partikel yang sama dan seragam (*monosize*), yaitu 60 *mesh*.

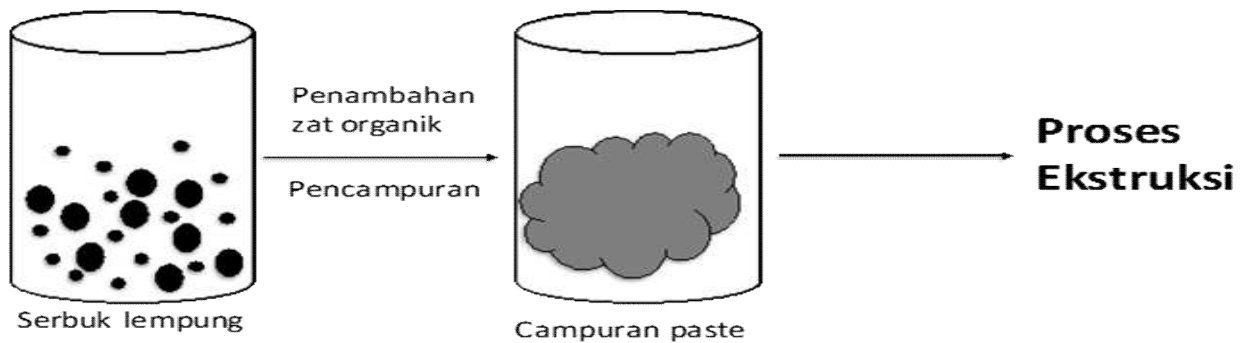
Bahan baku yang berbentuk bubuk tersebut kemudian dicampurkan dengan bahan *additives* yang bersifat organik (tanpa menambahkan kandungan air). Kandungan organik ini bisa menentukan *hydrophilicity* dan *porosity agent* (Majouli et al. 2011).

2.2. Proses ekstrusi

Tanah lempung kering yang sudah seragam ukuran partikelnya (60 *mesh*) dicampurkan dengan bahan - bahan organik dengan komposisi, yaitu: 49,7 % tanah lempung (ukuran 60 *mesh*) dan zat aditif organik sebanyak 4% CMC sebagai bahan pengikat, 4% *Methocel* sebagai *plasticizer*, 0,1% *starch* sebagai bahan penyerap, dilanjutkan proses pencampuran basah menggunakan *mixer* dengan menambahkan 42% aquadest dan 0,2% PEG 400 sampai terbentuk massa plastis. Proses ekstrusi dilakukan dengan tekanan bervariasi 15-60 kg/cm^2 (Gambar 2). Bahan campuran hasil ekstrusi dikeringkan dalam udara terbuka selama 24 jam sebelum dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 15 jam. Material keramik ini selanjutnya dikalsinasi dalam *furnace* pada suhu 900 °C selama 4 jam. Berikut tahapan diagram proses pembuatan membran alumina dari tanah lempung gambut (bisa dilihat pada gambar 1).

Tabel 1. Rasio (% b/b) Perbandingan Material Tanah Lempung Dengan Zat Aditif Organik

No	Nama Kode	Ukuran Partikel (mesh)	Massa Lempung (%)	Tekanan (kg/cm ²)	Zat Aditif Organik				
					PEG 400 (%)	Starch (%)	CMC (%)	Methocel (%)	H ₂ O (%)
1.	A ₁ -60	60	57,0	60	0,0	0,0	4	4	35
2.	A ₂ -60	60	49,7	60	0,2	0,1	4	4	42
3.	A ₃ -60	60	49,7	15	0,2	0,1	4	4	42
4.	A ₄ -60	60	49,7	20	0,2	0,1	4	4	42
5.	A ₅ -60	60	49,7	30	0,2	0,1	4	4	42



Gambar 1. Diagram Proses Ekstrusi Alumina dari Tanah Lempung Gambut.



Gambar 2. Alat Membrane Press untuk Proses Ekstrusi.

Peralatan lain yang dibutuhkan untuk karakterisasi material adalah *Fourier Transform Infra - Red* (FTIR) spektra digunakan untuk menginvestigasi gugus fungsional yang dimiliki oleh kandungan silika dan alumina kimia dari material tanah lempung.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengaruh Penambahan Zat Aditif Organik Terhadap Tanah Lempung Melalui Proses Ekstrusi

Penambahan bahan aditif organik (Tabel 1) seperti PEG 400, *starch*, *methocel*, *carboxy methyl cellulose* (CMC) dan konsentrasi air terhadap tanah lempung sangat mempengaruhi bentuk massa plastis yang dihasilkan (gambar 3).

Gambar 3 menunjukkan komposisi PEG 400 yang sama (2%) dengan kandungan air yang berbeda (42-50%). Semakin tinggi kandungan air maka akan semakin homogen campuran tanah lempung dengan penambahan komposisi zat aditif lainnya. Panah arah ke kanan menunjukkan penambahan kandungan air yang semakin sedikit, dan ini menunjukkan bahwa sifat plastisitas campuran akan semakin terlihat dan tidak semakin rata.



Gambar 3. Pengaruh Penambahan Kandungan Air terhadap Komposisi Tanah Lempung dan Zat Aditif Lainnya.

3.2. Karakterisasi Gugus Fungsional Tanah Lempung

Karakterisasi tanah lempung yang sudah melewati proses ekstrusi bertujuan untuk mengetahui kerapatan dari gugus matriks serta gugus fungsional yang terdapat pada material tanah lempung tersebut. Sebelum dilaksanakan karakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infra - Red* (FTIR), material campuran lempung dan bahan aditif

organik lainnya dikalsinasi (*sintering process*).

Pada tahap *sintering* ini terjadi penggabungan partikel - partikel dalam keramik berpori menjadi *agregat* yang mempunyai kekuatan mekanik tinggi (Reed 1995). Adanya oksida dari logam alkali dan alkali tanah dalam keramik berpori dapat meningkatkan kecepatan *sintering* dengan membentuk cairan yang dapat menarik

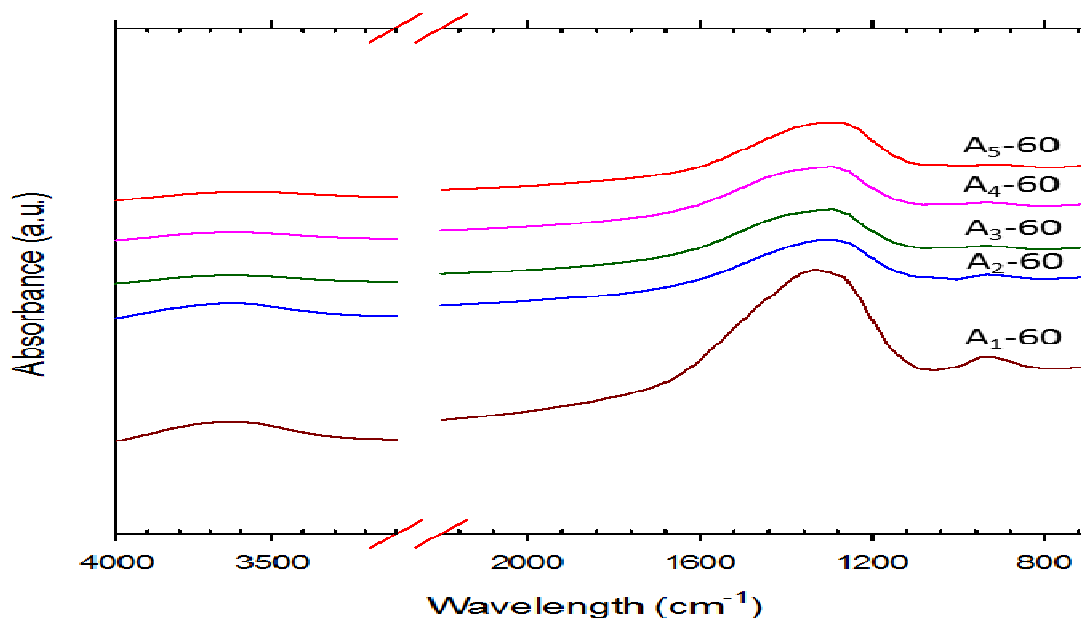
butiran - butiran bersama oleh gaya tegangan permukaan sehingga bentuk keramik berpori akan mengalami penyusutan dan peningkatan densitas (J. T. and M. F. 1993).

Seperti pada pengujian FTIR (Gambar 4) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan masing-masing peak diantara sampel tanah lempung yang sudah melewati proses ekstrusi. Sample A₁-60 menunjukkan *peak* yang sangat kentara dibandingkan *peak - peak* yang terdapat pada sampel - sampel lainnya pada panjang gelombang yang sama. Ini disebabkan karena tidak ditambahkan bahan kimia *starch* selama proses ekstrusi.

Sebagai mana dijelaskan diatas, *starch* berfungsi sebagai *porosity agent* yang dapat menyerap molekul air sehingga gugus Si-OH (silanol) pada panjang gelombang 929 sangatlah jelas terlihat. Sementara itu, untuk sampel A₂-60 sampai dengan A₅-60. Kandungan Si-OH (silanol) sangatlah sedikit (akibat adanya penambahan *starch* selama

proses ekstrusi. *Stretching* dari gugus -OH juga bisa ditemui pada panjang gelombang 1022 dan 2734 cm⁻¹.

Dari gambar 4 sangat jelas terlihat bahwa gugus hidroksil yang terdapat pada campuran tanah lempung terekstrusi sangat mudah bergabung dengan molekul air (Madejová 2003; Majouli et al. 2011). Selain itu, gugus hidroksil ini juga bisa bereaksi dengan gugus fungsi organik lainnya dengan cara vibrasi, *stretching* dan *bonding* gugus -OH. Selain itu, gugus Al-OH (Madejová 2003) juga sangat jelas terlihat pada sampel A₁-60 pada panjang gelombang 3720 cm⁻¹. Selanjutnya, pengaruh tekanan selama proses ekstrusi tidak berdampak signifikan terhadap sampel lempung. Ini dibuktikan dengan adanya variasi tekanan antara 15-60 kg/cm² tidak berpengaruh terhadap *stretching*, vibrasi dan binding dari gugus fungsional material tanah lempung.



Gambar 4. Analisa Gugus Fungsional Tanah Lempung Terekstrusi.

Variabel - variabel lain yang berpengaruh dalam proses ekstrusi adalah jenis dan kandungan binder atau bahan pengikat yang digunakan, kandungan partikel koloid, kandungan cairan, koagulasi partikel, kadar gas yang terjebak dalam batch plastis, pelumasan dan kecepatan ekstrusi (Reed 1995). Jadi, ekstrusi merupakan salah

satu metode untuk merencanakan pembentukan pori dalam bahan keramik, antara lain penambahan bahan yang dapat meninggalkan pori dalam badan keramik setelah pembakaran karena proses oksidasi atau dekomposisi termal yang membentuk produk gas, pengendalian interaksi partikel yang meliputi pemilihan jenis partikel dan

badan keramik, dan prosedur *sintering* (Reed 1995).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian yang dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa ekstrusi tanah lempung bermanfaat untuk mengetahui kandungan hidroksil maupun Si-O-Si dan Si-O-Al pada tanah lempung sebagai bahan baku pembuatan *membrane support*, yang selanjutnya diaplikasikan pada teknologi membran. Ini disebabkan oleh kandungan gugus hidroksil yang terkandung pada material hasil proses ekstrusi dimana gugus hidroksil ini akan sangat mudah bereaksi dengan molekul air. *Stretching* dan *bonding* gugus hidroksil dan gugus Si-O-Si dan Si-O-Al akan semakin terlihat kalau kandungan air material campuran rendah (35%). Sementara itu faktor variasi tekanan (15, 20, 30 & 60) selama proses ekstrusi tidak berpengaruh.

Hasil analisa *surface characterisation* menggunakan metode FTIR memperlihatkan bahwa spektrum yang terlihat pada hasil analisa membuktikan bahwa kandungan silika maupun alumina pada tanah lempung jelas terlihat pada panjang gelombang 1022, 2734 dan 3720 cm^{-1} . Kandungan silika dan alumina ini merupakan langkah awal dalam identifikasi dan karakterisasi tanah lempung gambut.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Hibah Penelitian Fakultas Teknik dan Hibah Universitas Lambung Mangkurat melalui dana PNBPN Tahun 2016 No. 416/UN8.1.31/SP/2016 yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alresheedi, Mohammad T., and Onita D. Basu. 'Support media impacts on humic acid, cellulose, and kaolin clay in reducing fouling in a submerged hollow fiber membrane system', *Journal of Membrane Science*, 450: 282-90, 2014.
- Bhave, R. R. 'Inorganic Membranes Synthesis, Characteristics and Applications', 1991.
- Elma, Muthia. 'Interlayer-free functionalised base-catalysed silica membranes for desalination', The University of Queensland, School of Chemical Engineering, PhD Dissertation, 2014.
- Elma, Muthia, David K. Wang, Christelle Yacou, and João C. Diniz da Costa. 'Interlayer-free P123 carbonised template silica membranes for desalination with reduced salt concentration polarisation', *Journal of Membrane Science*, 475: 376-83, 2015.
- Elma, Muthia, Christelle Yacou, João Costa, and David Wang. 'Performance and Long Term Stability of Mesoporous Silica Membranes for Desalination', *Membranes*, 3: 136-50, 2013.
- Elma, Muthia, Christelle Yacou, David K. Wang, Simon Smart, and João C. Diniz da Costa. 'Microporous Silica Based Membranes for Desalination', *Water*, 4: 629-49, 2012.
- J. T., Jones, and Berard M. F. 'Ceramics; Industrial Processing and Testing', 2nd edition, Iowa State University Press / AMES, Iowa, 1993.
- Khemakhem, S., A. Larbot, and R. Ben Amar. 'New ceramic microfiltration membranes from Tunisian natural materials: Application for the cuttlefish effluents treatment', *Ceramics International*, 35: 55-61, 2009.

- Leboda, R., and E. Mendyk. 'Hydrothermal modification of porous structure of silica adsorbents', *Materials chemistry and physics*, 27: 189-212, 1991.
- Madejová, J. 'FTIR techniques in clay mineral studies', *Vibrational Spectroscopy*, 31: 1-10, 2003.
- Majouli, A., S. Alami Younssi, S. Tahiri, A. Albizane, H. Loukili, and M. Belhaj. 'Characterization of flat membrane support elaborated from local Moroccan Perlite', *Desalination*, 277: 61-66, 2011.
- Purbasari, Aprilina, and T. Walmiki Samadhi. 'Pengembangan Produk Keramik Berpori dengan Proses Ekstrusi pada Skala Laboratorium', *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 4: 227-33, 2005.
- Reed, J. S.. 'Principles of Ceramics Processing', *John Wiley & Sons, New York*, 2nd edition, 1995.
- Sarkar, Sandeep, Sibdas Bandyopadhyay, André Larbot, and Sophie Cerneaux. 'New clay–alumina porous capillary supports for filtration application', *Journal of Membrane Science*, 392–393: 130-36, 2012.
- Vercauteren, S., J. Luyten, R. Leysen, and E. F. Vansant. 'Synthesis and characterization of a pillared clay membrane', *Journal of Membrane Science*, 119: 161-68, 1996.
- Yang, Hong, Muthia Elma, David K. Wang, Julius Motuzas, and João C. Diniz da Costa. 'Interlayer-free hybrid carbon-silica membranes for processing brackish to brine salt solutions by pervaporation', *Journal of Membrane Science*, 523: 197-204, 2017.
- Zhang, Lichao, Lei Luo, and Shuzhen Zhang. 'Integrated investigations on the adsorption mechanisms of fulvic and humic acids on three clay minerals', *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 406: 84-90, 2012.