

POTENSI MEMBRAN KERAMIK DARI TANAH LIAT DAN *FLY ASH* BATUBARA UNTUK MENGOLAH AIR GAMBUT MENJADI AIR BERSIH

Mutia Putri¹⁾, Lita Darmayanti²⁾, Edward HS³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan

²⁾Dosen Teknik Sipil ³⁾Dosen Teknik Lingkungan

Laboratorium Pengendalian dan Pencegahan Pencemaran Lingkungan
Program Studi Teknik Lingkungan S1, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5, Simpang Baru, Panam,
Pekanbaru, 28293

Email: tiamutiaa@gmail.com

ABSTRACT

The supply of clean water in Riau Province can only reach urban areas, thus encouraging some people in rural areas to use peat water to meet their needs. Peat water does not meet the specified clean water quality standards because it has the characteristics of a brownish red color, low acidity and high organic matter content. One of the ways to treat peat water into clean water is by using a ceramic membrane filtration process. Therefore, this article will present a brief review of the potential of ceramic membranes to treat peat water into clean water.

Keywords: *peat water, ceramic membrane, filtration*

1. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan vital bagi seluruh makhluk hidup. Kebutuhan air bersih terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan industri. Menurut Nurwahyuni dkk (2020), penyediaan air bersih di Indonesia masih tergolong rendah, terlebih untuk masyarakat yang berada di daerah pedesaan. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2019, sebanyak 1,36 juta orang (19,96%) penduduk Provinsi Riau tidak memiliki akses terhadap layanan sanitasi yang layak dan berkelanjutan. Pada umumnya perusahaan-perusahaan yang menyediakan air bersih hanya dapat menjangkau daerah perkotaan, sehingga mendorong masyarakat pada daerah pedesaan untuk memanfaatkan air tanah atau air permukaan untuk memenuhi kebutuhan meskipun air tersebut belum tentu layak untuk digunakan (Triono, 2018). Salah

satu sumber air permukaan yang digunakan dalam kegiatan sehari-hari oleh sebagian masyarakat Provinsi Riau adalah air gambut (Amady, 2020).

Air gambut merupakan air yang telah terkontaminasi oleh bahan-bahan organik yang ada di dalam tanah dengan ciri-ciri warna merah kecoklatan, rasa asam, dan kandungan zat organik yang tinggi (Suwanto dkk, 2017). Zat organik tersebut adalah asam humat yang terdiri dari asam humat, asam fulvat dan humin (Sutzkover-Gutman dkk, 2010). Selain itu air gambut juga mengandung logam besi (Fe) yang tinggi sehingga bila dikonsumsi secara terus-menerus dapat menyebabkan gigi keropos, gangguan pada usus, dan dapat menyebabkan kanker (Zein dkk, 2016). Air gambut mengandung warna 350 Pt-Co, zat organik 265,44 mg/l, COD 168 mg/l, BOD 50,6 mg/l, pH 4,26 (Zein dkk,

2016) dan Fe 1,37 mg/l (Trimaily dkk, 2027). Keadaan air gambut yang seperti ini tidak memenuhi persyaratan kualitas air bersih yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 Tahun 2017. Air gambut bisa menjadi air bersih yang layak digunakan untuk kebutuhan sehari-hari maupun industri apabila telah melalui pengolahan yang tepat.

Salah satu metode pengolahan air gambut menjadi air bersih yang dapat digunakan adalah filtrasi menggunakan membran. Membran keramik banyak menarik perhatian peneliti dalam beberapa tahun terakhir karena memiliki kestabilan kimia yang baik, kekuatan mekanik dan ketahanan yang tinggi terhadap panas, asam dan basa, konsumsi energi yang rendah, ukuran pori yang sempit dan biaya operasional rendah (Diana dkk, 2018). Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja membran keramik adalah bahan yang digunakan untuk membuat membran, ukuran partikel, bentuk membran keramik seperti *disk*, *candle*, maupun *pot*, dan parameter operasional seperti tekanan dan temperatur pembakaran (Agmalini dkk, 2013).

Bahan utama penyusun membran keramik seperti mineral alumina, titania, *zirconia* dan *silica* memiliki ketersediaan yang rendah dan harga yang relatif mahal. Mineral alternatif yang lebih murah dan mudah ditemui di alam seperti tanah liat yang merupakan material berpori dan mengandung aluminium silikat hidrous perlu dikaji dan dikembangkan sebagai material substitusi untuk pembuatan membran keramik. Adapun *fly ash* merupakan bahan hasil pembakaran batubara pada tungku pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk halus (Jow, 2017). *Fly ash* batubara tersebut umumnya dibuang di *landfill* atau ditumpuk begitu saja di dalam area industri serta belum termanfaatkan dengan baik (Wardani, 2018). *Fly ash* memiliki kandungan mineral SiO₂ (52,0%),

Al₂O₃ (31,9%), Fe₂O₃ (5%), CaO (3%) dan MgO (5%) (Nurhayati dkk, 2017). Kandungan silika dan alumina yang tinggi pada *fly ash* batubara menunjukkan bahwa *fly ash* dapat digunakan sebagai material substitusi untuk pembuatan membran keramik karena silika memiliki gugus aktif sehingga dapat berfungsi sebagai adsorben zat warna (Hardyanti dkk, 2017; Aisah dkk, 2018), dan sifat alumina yang berfungsi sebagai penguat bahan keramik (Agmalini dkk, 2013). Sehingga penggunaan membran keramik yang berbahan tanah liat dan *fly ash* batubara diharapkan dapat meningkatkan selektivitas dan kinerja dari membran keramik.

Oleh karena itu, artikel ini menyajikan mini *review* terhadap potensi membran keramik untuk mengolah air gambut menjadi air bersih dan faktor-faktor yang mempengaruhi kinerjanya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Artikel ini merupakan *review* dari beberapa penelitian yang berhubungan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja membran keramik (permeabilitas dan selektivitas), yaitu bahan dan perbandingan komposisinya, ukuran partikel, tekanan dan temperatur pembakaran yang digunakan dalam pengaruhnya untuk mengolah air gambut menjadi air bersih.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam studi ini, kami mengumpulkan data penggunaan membran keramik dari berbagai mineral alam dan limbah padat dan berbagai kondisi operasi untuk pengolahan air gambut. Dari data yang ada, kami tidak menyertakan paten dan kutipan. Artikel yang terkumpul kemudian diklasifikasikan berdasarkan bahan dan metode yang digunakan dalam membuat membran keramik untuk mengolah air gambut menjadi air bersih yang dikategorikan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Klasifikasi Bahan dan Metode Pembuatan Membran Keramik untuk Pengolahan Air Bersih

Faktor mempengaruhi	Kondisi optimum	% Removal					Referensi
		Fe	Warna	Zat Organik	Kekeruhan	TSS	
Komposisi bahan							
<i>Fly ash</i> : clay (40:60; 50:50; 60:40) %	50:50 %	91,44	-	35,78	97,50	31,25	1
Cangkang telur : zeolit : PVA (67,5:22,5:10; 45:45:10; 22,5:67,5:10) gram	45:45:10 gr	53,12	40	77	48	-	2
Tanah liat : zeolit alam (90:10; 80:20; 70:30; 60:40; 50:50) %	50:50 %	-	-	-	99,95	-	8
Kaolin : <i>fly ash</i> (0:1; 1:2; 1:1; 2:1; 1:0)	1:1	-	-	98,46	-	-	3
Temperatur pembakaran (°C)							
700 – 900	900	91,44	-	35,78	97,50	-	1
900 – 1000	950	80,70	-	-	89,65	-	4
850 – 1000	850	-	79,5	-	-	-	5
Tekanan (bar)							
1,38 – 1,72	1,38	91,54	-	84,33	-	-	6
1 – 2	1	-	-	98,46	-	-	3
0,25 – 1	0,25	-	-	-	-	76,45	7
Ukuran partikel (mesh)							
40 – 80	80	53,12	40	77	48	-	2
50 – 80	80	-	-	-	99,95	-	8
200	200	-	-	84	-	-	9

Sumber: ¹ Nurhayati dkk, 2015

² Ayunata dkk, 2020

³ Rawat dan Bulasara, 2017

⁴ Zereffa dan Bekalo, 2017

⁵ Arief dkk, 2013

⁶ Agmalini dkk, 2013

⁷ Diana dkk, 2018

⁸ Saifuddin dkk, 2017

⁹ Dewi, 2020

Berdasarkan tabel 3.1, diperoleh informasi bahwa penggunaan membran keramik pada berbagai kondisi operasi berpotensi untuk menyisihkan Fe, warna, zat organik, kekeruhan dan TSS pada air gambut, dimana selektivitasnya dipengaruhi oleh bahan yang digunakan dan komposisi campurannya, ukuran partikel bahan, temperatur pembakaran membran keramik dan tekanan yang digunakan pada saat proses filtrasi. Membran keramik yang dibuat dari *fly ash* dan *clay* dapat menyisihkan Fe, zat organik, kekeruhan dan TSS pada air gambut berturut-turut sebesar 91,44%, 35,78%, 97,50% dan 31,25%, membran keramik dari cangkang telur, zeolit dan PVA dapat menyisihkan Fe, warna, zat organik dan

kekeruhan berturut-turut sebesar 53,12%, 40%, 77% dan 48%, dan membran keramik dari kaolin dan *fly ash* dapat menyisihkan zat organik sebesar 98,46%. Semakin tinggi kandungan tanah liat maka membran keramik akan semakin kuat dan padat yang menandakan pori yang terbentuk pada membran keramik semakin sedikit. Penambahan bahan aditif berupa bahan yang mudah terbakar mampu menaikkan pori-pori di antara partikel-partikel keramik (Sisnayati, 2018), sehingga akan memperluas permukaan membran yang tersedia untuk menyerap zat warna. Menurut Aprianto dkk (2018), membran keramik berbahan *fly ash* digolongkan sebagai teknologi mikrofiltrasi karena ukuran *fly ash* yang bervariasi yaitu

sekitar 1 μm – 100 μm dan luas permukaannya berkisar antara 200 hingga 700 m^2/kg , sehingga penggunaannya dapat meningkatkan selektivitas dan kinerja membran keramik.

Selain itu dapat dilihat pada tabel 3.1 bahwa selektivitas membran keramik juga dipengaruhi oleh tekanan, semakin tinggi tekanan yang diberikan pada saat proses filtrasi maka efisiensi akan semakin rendah. Hal ini dikarenakan saat penambahan tekanan maka zat terlarut dalam air umpan akan dipaksa masuk ke pori-pori membran keramik sehingga akan mudah untuk lolos melewati membran keramik (Diana dkk, 2018). Temperatur pembakaran juga memiliki pengaruh terhadap membran keramik yaitu pada temperatur 300–800°C bahan karbon (pengotor di tanah liat) terbakar, kemudian pada temperatur 900°C ke atas dimulainya proses *sintering*, dimana partikel tanah liat mulai merekatkan diri bersama-sama (memadat) sehingga porositasnya mengecil. Selektivitas juga akan meningkat seiring dengan mengecilnya ukuran partikel. Semakin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin tinggi pula tingkat efisiensinya. Hal ini dikarenakan dengan mengecilnya ukuran partikel, maka pori yang ada pada membran semakin kecil dan luas permukaannya semakin besar sehingga semakin banyak zat yang dapat tertahan dan teradsorpsi.

4. KESIMPULAN

Melalui mini *review* ini, kami menemukan bahwa proses filtrasi menggunakan membran keramik telah banyak diteliti, dengan selektivitas yang berbeda-beda tergantung dari bahan yang digunakan dan kondisi operasinya. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, untuk memperoleh penyisihan optimum air gambut agar dapat diolah menjadi air bersih, komposisi bahan tanah liat dan aditif yang digunakan yaitu 50:50 %, temperatur pembakaran berada pada

rentang (850-950) °C, tekanan (0,25-1,38) bar dan ukuran partikel (80-200) *mesh*. Oleh karena itu, membran keramik merupakan salah satu alternatif yang berpotensi untuk meningkatkan efisiensi penyisihan polutan organik pada air gambut, sehingga dapat diteliti dan dikembangkan lebih lanjut.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Agmalini, S., Lingga, N.N., Nasir, S. 2013. Peningkatan Kualitas Air Rawa Menggunakan Membran Keramik Berbahan Tanah Liat Alam dan Abu Terbang Batubara. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 19, No.2, Hal. 59-68.
- Aisah, S., Zulfikar., dan Sulistiyo, Y.A. 2018. Sintesis Silika Gel Berbasis Fly Ash Batu Bara PLTU Paiton sebagai Adsorben Zat Warna Rhodamin B. *BERKALA SAINSTEK*, Vol. 6, No. 1, Hal. 31-35.
- Amady, M.R.E. 2020. Kearifan Lokal Masyarakat Desa Gambut di Provinsi Riau. *Jurnal Penelitian Sejarah dan Budaya*, Vol. 6, No.2, Hal. 145-170.
- Aprianto, Y dan Triastianti, R.D. 2018. Pemanfaatan Limbah Padat Slag Nikel, Abu Sekam Padi, dan Fly Ash Menjadi Paving Block. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, Vol. 18, No. 1, Hal. 1-12.
- Arief, S., Devina, N., dan Imelda. (2013). Studi Membran Anorganik Berbahan Dasar dari Alam serta Potensinya sebagai Filter. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung, 2013*.
- Ayunata, Y., Laili, F., dan Ulli, K. (2020). Pengolahan Air Gambut dengan Media Filter Keramik Berpori. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, Vol. 08, No. 2, Hal. 49-57.
- Dewi, R. 2020. Sintesa dan Karakterisasi Membran Keramik Berbasis Kaolin Sabang serta Aplikasinya pada Pengolahan Air Gambut. Disertasi Doktor, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatra Utara.
- Diana, S., Zaharani, L., dan Fona, Z. 2018. Pemanfaatan Fly Ash dan Clay dalam

- Pembuatan Membran Keramik dengan Penambahan PVA sebagai Perekat untuk Merejeksi TSS pada Air Sungai. *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*: 91-95. Lhokseumawe, September 2018: PNL.
- Hardyanti, I.S., Nurani, I., Hardjono, D.S., Apriliani, E., dan Wibowo, E.A.P. 2017. Pemanfaatan Silika (SiO) dan Bentonit Sebagai Adsorben Logam Berat Fe pada Limbah Batik. *Jurnal Sains Terapan*, Vol. 3, No. 2, Hal. 37-41.
- Jow, J. 2017. *Coal Combustion Products (CCP's), Chapter 10: Air Classification*. 2017. Cambridge, CA: Woodhead Publishing.
- Nurhayati, C dan Susanto, T. 2015. Pemanfaatan Fly Ash Batubara sebagai Bahan Membran Keramik pada Unit Pengolah Air Gambut. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, Vol. 26, No. 2, Hal. 95-105.
- Nurwahyuni, I., Sinaga, R., Pratama, R.Y., dan Fathurrahman. 2020. Penerapan Teknologi Penjernihan Air dengan Bantuan Tenaga Surya dan Antimikroba kepada Masyarakat Desa Tanjung Selamat Kecamatan Sunggal Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, Volume 26, No. 1, Hal. 34-38.
- Rawat, M dan Bulasara, V.K. 2017. Synthesis and Characterization of Low-Cost Ceramic Membranes from Fly Ash and Kaolin for Humic Acid Separation. *Korean Journal of Chemical Engineering*, ISSN: 0256-1115, Hal. 1-9.
- Saifuddin, S., Elisa, E., dan Sami, M. 2018. Efisiensi Kinerja Membran Keramik Tanah Liat & Zeolit Aktif sebagai Media Filter untuk Filtrasi Air Sungai. *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*: 240-247. Lhokseumawe, September 2018: PNL.
- Sisnayati., Komala, R., dan Suryani R. 2018. Pengaruh Komposisi Aditif Sekam Padi terhadap Ukuran Pori, Luas Permukaan dan Porositas Membran Keramik. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 24, No. 3, Hal. 51-56.
- Sutzkover-Gutman, I., Hasson, D., dan Semiat, R. 2010. Humic Substances Fouling in Ultrafiltration process, *Desalination*, Vol. 261, Hal 218-231.
- Suwanto, N., Sudarno., Sari, A.A., dan Harimawan. 2017. Penyisihan Fe, Warna, dan Kekeruhan pada Air Gambut Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol. 6, No.2, Hal. 1-12.
- Trimaily, D., Nofrizal., dan Maryanti, E. 2017. Efektivitas Penggunaan Tawas dan Tanah Lempung pada Pengolahan Air Gambut Menjadi Air Bersih. *Jurnal Dinamika Lingkungan Indonesia*, Vol.4, No.1, Hal 40-52.
- Triono, M.O. 2018. Akses Air Bersih pada Masyarakat Kota Surabaya serta Dampak Buruknya Akses Air Bersih Terhadap Produktivitas Masyarakat Kota Surabaya. *Jurnal Ilmu Ekonomi Terapan*, Vol. 3, No. 2, Hal. 93-106.
- Wardani, L.D. 2018. Karakteristik Fly Ash (Abu Layang) Batubara sebagai Material Adsorben pada Limbah Cair yang Mengandung Logam. Skripsi Sarjana, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Zein, R., Mukhlis., Swesti, N., Novita, L., Novrian, E., Ningsih, S., dan Syukri. 2016. Peat Water Treatment by Using Multi Soil Layering (MSL) Method. *Der Pharma Chemica*, Vol. 12 No. 8, Hal. 254-261.
- Zereffa, E.A dan Bekalo, T.B., 2017. Clay Ceramic Filter for Water Treatment. *Materials Science and Applied Chemistry*, Vol. 34, Hal. 69-74.