

Pembuatan Membran Keramik Sebagai Media Filter Untuk Penyaringan Air PDAM

S.Saifuddin¹, K.Khairina², Anwar Fuadi³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jalan Banda Aceh-Medan Km 280,3 Buketrata-Lhokseumawe, 24301 INDONESIA

¹saifuddin@pnl.ac.id, ²khairinalsw42@gmail.com

Abstrak— Pertumbuhan penduduk yang meningkat akan memberikan tekanan besar terhadap jumlah ketersediaan sumber-sumber air. Air PDAM yang banyak digunakan oleh masyarakat saat ini masih belum memenuhi syarat sebagai air minum yang sehat berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kemampuan membran dalam mengolah air PDAM dan mengetahui besarnya penurunan turbidity, TDS, pH, Fe dan Mn serta bakteri *E.coli*. Penelitian ini dilakukan dengan perbandingan komposisi dari tanah liat : pasir silika sebesar 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50. Pengujian karakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) terhadap membran keramik dengan komposisi Tanah liat : pasir silika yaitu 50:50 pada perbesaran 1500x menunjukkan struktur pori dari membran. Pengukuran *Fluks* Membran menunjukkan *fluks* membran terbesar pada komposisi Tanah liat : pasir silika yaitu 50:50 dengan ukuran partikel pasir silika 35/42 mesh sebesar 0,680 Kg/jam.m². Pengaruh komposisi membran terhadap efisiensi penyisihan *Total Dissolved Solid* dan kekeruhan yaitu efisiensi *Total Dissolved Solid* terbesar 56,25% dan efisiensi kekeruhan sebesar 99,96%. *Permeat* yang diperoleh sesuai dengan PERMENKES No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum.

Kata kunci— air PDAM, air minum, pasir silika, membran keramik.

Abstract— Increasing population growth will give a great deal of pressure on the amount of water resources available. PDAM water that is widely used by the community currently still does not meet the requirements as healthy drinking water based on the Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia Number: 492 / Menkes / Per / IV / 2010. This study aims to determine the ability of the membrane in treating PDAM water and determine the amount of reduction in turbidity, TDS, pH, Fe and Mn and *E.coli* bacteria. This research was carried out with the composition ratio of clay: silica sand of 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50. Characterization testing using *Scanning Electron Microscopy* (SEM) on ceramic membranes with a composition of clay: silica sand is 50:50 at 1500x magnification indicating the pore structure of the membrane. Membrane Flux Measurement shows the largest membrane flux in the clay composition: silica sand is 50:50 with a particle size of 35/42 mesh silica sand of 0.680 Kg / h.m². The effect of membrane composition on *Total Dissolved Solid* removal and turbidity efficiency is the largest *Total Dissolved Solid* efficiency of 56.25% and turbidity efficiency of 99.96%. The permeate obtained in accordance with PERMENKES No. 492 / Menkes / Per / IV / 2010 concerning drinking water quality requirements.

Key words - PDAM water, drinking water, silica sand, ceramic membranes.

I. PENDAHULUAN

Kesadaran masyarakat akan air layak minum di Indonesia semakin tinggi. Tidak semua air layak diminum karena berbau, berwarna, rasa tidak enak atau mengandung beberapa senyawa yang berbahaya bagi kesehatan. Pencemaran air yang disebabkan oleh aktivitas industri dan rumah tangga contohnya pembuangan limbah sembarangan akan mengakibatkan air terkontaminasi logam berat. Permasalahan yang dihadapi saat ini, Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) tetap diharapkan untuk memberikan pelayanan yang baik. Air PDAM juga dapat menjadi air yang sangat keruh dan tidak layak untuk diminum. Parameter mikrobiologis adalah salah satu parameter penting dari air minum yang ambang batasnya sering terlampaui [1].

Salah satu cara yang banyak digunakan dalam pengolahan air adalah filtrasi menggunakan teknologi membran. Penggunaan teknologi ini juga telah menjadi cukup komersil karena kegunaannya dan harga yang relatif murah.. Teknologi membran keramik menjadi alternatif

pengganti teknologi konvensional yang tetap menghasilkan air yang layak untuk diminum. Teknologi membran juga memiliki beberapa keuntungan, diantaranya: proses

pemisahan yang dapat terjadi pada suhu kamar, penggunaannya tidak bersifat destruktif sehingga tidak terjadi perubahan dari zat yang dipisahkan dengan air dan pemisahan dengan membran tidak membutuhkan zat kimia tambahan dan juga kebutuhan energinya sangat minimum [2].

Pembuatan membran keramik berbahan tanah liat alam dan abu terbang batu bara untuk meningkatkan kualitas air rawa. Hasil penelitian tersebut didapatkan kinerja filter keramik yang dibuat dari campuran tanah liat, abu terbang batu bara dan serbuk besi cukup efektif dalam menghasilkan permeat dengan kualitas yang baik. Hal ini tercermin dalam penurunan kandungan ion logam berat besi (Fe) dalam air rawa mencapai 91,54% serta kandungan zat organik (angka $KmnO_4$) mencapai 84,83% diikuti penurunan TDS sekitar 60,2% [3].

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan membran keramik sebagai media filter air minum. Bahan baku air yang digunakan adalah Air PDAM dan dimodifikasi dengan tanah liat dan pasir silika. Penelitian ini bertujuan untuk mencari alternatif pengolahan air PDAM. Pada dasarnya bahan keramik memiliki porositas yang cukup untuk memisahkan kotoran, relatif tahan lama dan memiliki kekuatan mekanik yang cukup serta tidak reaktif terhadap air. Filter air berbahan keramik akan menghasilkan air yang bebas dari kotoran

maupun mikroorganisme [4]. Pada penelitian ini, proses pembuatan membran keramik menggunakan bahan tanah liat, bahan tersebut memiliki ketersediaan yang cukup banyak di semua daerah, yang mendasari penelitian ini juga proses penjernihan air secara efektif yang dapat mengurangi bahan pencemar secara fisik, kimia dan biologi menghasilkan air bersih dan sederhana. Pengujian yang dilakukan berupa uji kekeruhan, jumlah padatan yang terlarut, pH, *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) serta analisa karakteristik membran yaitu SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari Air PDAM dari Lhoksukon, Tanah liat, pasir silika dari medan.

Peralatan yang diperlukan adalah timbangan digital, *Moisture Analyzer MX-50*, ayakan 35/42 mesh, 48/60 mesh, 80/100 mesh, turbidi meter, TDS meter, pH meter, dan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS).

B. Variabel Penelitian.

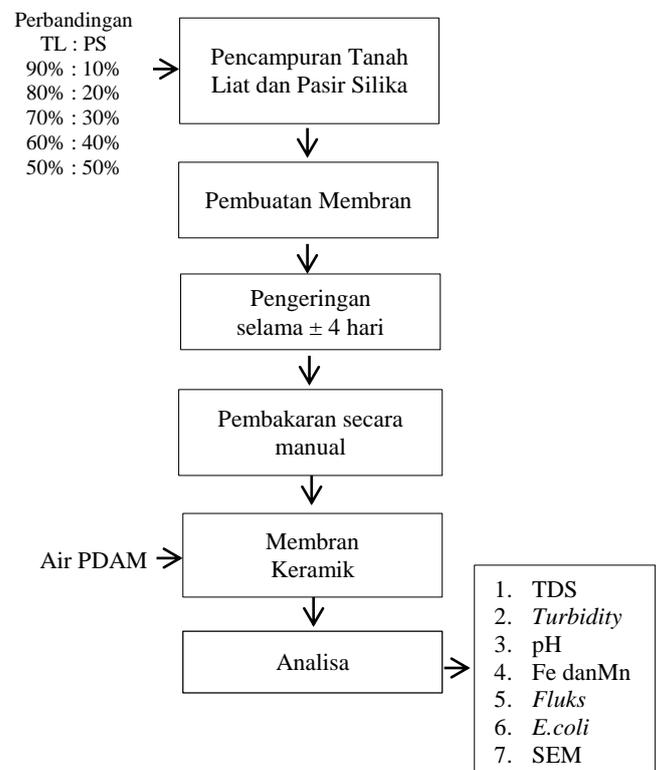
Variabel tetap meliputi sumber air PDAM dari Lhoksukon, spesifikasi membran dengan tinggi = 11 cm, lebar = 0,5 cm, diameter atas = 11 cm, diameter bawah = 7,8 cm, dan penyaringan air selama 600 menit. Variabel bebas terdiri dari perbandingan bahan baku Tanah liat : Pasir silika yaitu 90%:10% ; 80%:20% ; 70%:30% ; 60%:40% ; 50%:50% dan ukuran pasir silika 35/42 mesh, 48/60 mesh dan 80/100 mesh. Variabel terikat antara lain TDS, *turbidity*, pH, Fe²⁺ dan Mn²⁺, *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) dan Bakteri *E.Coli*.

C. Prosedur Penelitian.

Prosedur Kerja pada penelitian ini meliputi tahap persiapan bahan baku, pembuatan membran, pengujian sampel, pembersihan membran. Adapun prosedur kerja dari masing-masing tahapan sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan bahan baku
 - a. Pasir silika yang didapatkan dibersihkan untuk menghilangkan kotoran.
 - b. Setelah dibersihkan di hancurkan sesuai dengan ukuran partikel 35/42 mesh, 48/60 dan 80/100 mesh.
 - c. Pasir silika yang telah dihaluskan kemudian direndam dengan H₂SO₄ selama 1 jam (diaduk hingga merata).
 - d. Pasir silika yang telah aktif dicuci dengan aquadest sampai keasamannya mendekati netral (pH 7).
 - e. Pasir silika aktif ini disaring kemudian dikeringkan dalam oven pada temperatur 105 °C selama 24 jam.
2. Pembuatan Membran
 - a. Berat tanah liat + pasir Silika = 700 gram
 - 90% : 10% = 630 gr : 70 gr
 - 80% : 20% = 560 gr : 140 gr

- 70% : 30% = 490 gr : 210 gr
 - 60% : 40% = 420 gr : 280 gr
 - 50% : 50% = 350 gr : 350 gr
- b. Pencampuran tanah liat dan pasir silika yang telah diayak dengan ukuran mesh 35/42, 48/60 dan 80/100 dicampur dengan perbandingan tanah liat : pasir silika yaitu (90%:10%, 80%:20%, 70%:30%, 60%:40%, 50%:50%), sebelum dicampur terlebih dahulu dianalisa kadar air tanah liat dan pasir silika kemudian ditambahkan air dan diaduk rata.
 - c. Bahan dibuat secara manual seperti pot anggrek.
 - d. Bahan yang sudah dicetak dikeringkan pada suhu kamar selama 4 hari.
 - e. Bahan yang telah dicetak dibakar secara manual dengan suhu pembakaran diatur sedemikian sehingga tercapai tahap dehidrasi (pengeringan) secara sempurna dan vitrifikasi (perubahan unsur kimia dari lempung menjadi keramik) yang membentuk filter keramik.



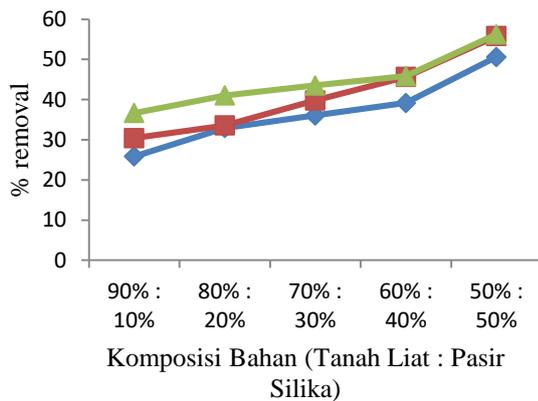
Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Pembuatan Membran Keramik

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanah liat dan pasir silika digunakan dalam pembuatan membran keramik. Proses diawali dengan tahap persiapan yaitu pasir silika di hancurkan dan divariasikan ukurannya dengan menggunakan ayakan 35/42 mesh, 48/60 mesh dan 80/100 mesh. Pasir silika yang telah diayak kemudian di aktivasi, dimana proses ini dilakukan pengaktifan pasir silika dengan penambahan asam sulfat (H₂SO₄) 1 N yang telah diencerkan sebanyak 1000 ml, hal ini dikarenakan asam mampu menurunkan kadar logam alkali, alkali tanah dan besi (Na, K, Ca, Fe) selain itu asam sulfat dapat melarutkan

pengotor yang dapat menutupi pori-pori sehingga pori-pori semakin melebar dan meluas. Pada membran keramik ini, proses yang digunakan adalah proses filtrasi dan adsorpsi. Proses filtrasi adalah metode pemisahan untuk memisahkan zat padat dari cairan dengan menggunakan media berpori. Sedangkan proses adsorpsi adalah proses penyerapan suatu substansi pada permukaan zat padat [5]. Selanjutnya proses pembuatan membran dengan cara mencampurkan tanah liat dan pasir silika dengan perbandingan 90%:10% ; 80%:20% ; 70%:30% ; 60%:40% ; 50%:50%. Setelah tanah liat dan pasir silika dibuat seperti pot anggrek, kemudian dibakar selama 10 jam. Pada saat pembakaran, membran akan mengalami penyusutan dan juga pori-pori pada membran akan terbuka. Pada penelitian ini tanah liat berfungsi sebagai perekat material pasir silika, dimana semakin lama proses pembakaran maka tanah liat akan semakin kuat dan pasir silika berfungsi sebagai pembentuk pori. Perbandingan tanah liat yang digunakan harus lebih besar dari pada pasir silika karena tanah liat memiliki kemampuan yang mudah dibentuk. Pasir silika yang sudah aktif memiliki porositas yang lebih besar dan daya serap yang lebih baik.

A. Pengaruh Komposisi Membran Terhadap efisiensi Penyisihan TDS



Gambar 4.1 Pengaruh Komposisi Membran Terhadap Efisiensi Penyisihan Kandungan TDS. 35/42 Mesh (◆), 48/60 Mesh (■), 80/100 Mesh (▲)

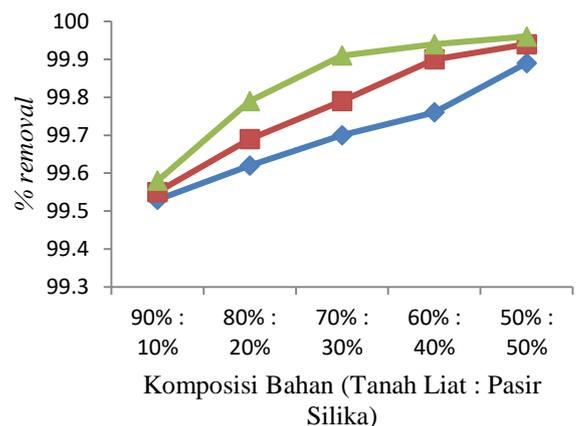
Berdasarkan dari gambar 4.1 dapat dilihat bahwa terjadinya efisiensi TDS tertinggi pada air PDAM untuk perbandingan 50% : 50% dengan ukuran pasir silika 80/100 mesh yaitu 56,25%. Dan efisiensi penyisihan yang terendah terdapat pada membran dengan campuran komposisi 90% : 10% dengan ukuran pasir silika 35/42 mesh yaitu sebesar 25,83%. Besarnya efisiensi penyisihan TDS dalam air PDAM dipengaruhi oleh ukuran partikel pasir silika, semakin kecil ukuran partikel pasir silika maka semakin besar persen *removal* TDS, sebaliknya semakin besar ukuran partikel pasir silika maka semakin kecil persen *removal* TDS. Hal ini disebabkan karena pori-pori yang dimiliki oleh membran pada ukuran 80/100 semakin kecil, sehingga partikel yang ada didalam air tertahan dan semakin sedikit. Pasir silika

yang digunakan berfungsi untuk membentuk pori-pori pada membran keramik. Semakin banyak komposisi pasir silika yang digunakan maka kandungan TDS dalam air semakin sedikit.

Penelitian sebelumnya pembuatan membran keramik menggunakan tanah liat dan arang aktif untuk pemurnian air gambut dengan hasil terbaik terdapat pada perbandingan 60% : 40% yang sudah memenuhi standar air bersih. Hal ini disebabkan karena banyaknya arang aktif pada membran keramik yang membuat kandungan TDS dalam air semakin sedikit [6].

B. Pengaruh Komposisi Membran Terhadap Efisiensi Penyisihan Turbidity

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa hasil kemampuan membran dalam menjernihkan air secara umum mendekati sempurna. Sampel air gambut sebelum melewati membran sebesar 142,9 NTU, hal ini menyatakan bahwa air PDAM masih sangat jauh dari standar golongan air minum.



Gambar 4.2 Pengaruh Komposisi Membran Terhadap Efisiensi Penyisihan Kandungan Turbidity. 35/42 Mesh (◆), 48/60 Mesh (■), 80/100 Mesh (▲)

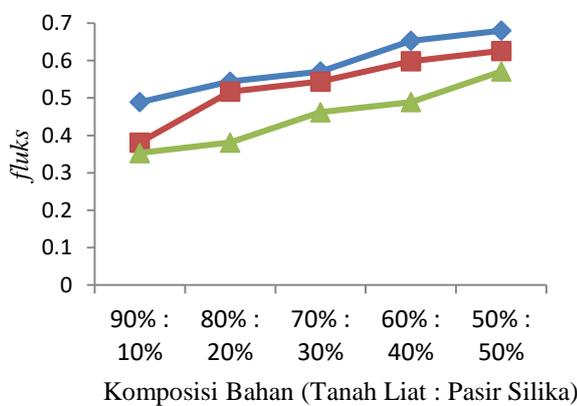
Hasil Penyaringan pada masing-masing tipe sampel mengalami penurunan. Efisiensi penyisihan kekeruhan tertinggi pada air PDAM terdapat pada membran dengan campuran komposisi 50% : 50% dengan ukuran pasir silika 80/100 mesh yaitu sebesar 99,96%. Dan efisiensi penyisihan yang terendah terdapat pada membran dengan campuran komposisi 90% : 10% dengan ukuran pasir silika 35/42 mesh yaitu sebesar 99,53%. Besarnya efisiensi penyisihan kekeruhan dalam air PDAM dipengaruhi oleh ukuran partikel pasir silika, semakin kecil ukuran partikel pasir silika maka semakin besar persen *removal turbidity*, sebaliknya semakin besar ukuran partikel pasir silika maka semakin kecil persen *removal turbidity*. Hal ini disebabkan karena pori-pori yang dimiliki oleh membran pada ukuran 80/100 semakin kecil, sehingga partikel yang ada didalam air tertahan dan semakin sedikit. Pasir silika yang digunakan berfungsi untuk membentuk pori-pori pada membran keramik. Semakin

banyak komposisi pasir silika yang digunakan maka kandungan *turbidity* dalam air semakin sedikit.

Penelitian sebelumnya pembuatan membran keramik menggunakan tanah liat dan arang aktif untuk pemurnian air gambut dengan hasil terbaik terdapat pada perbandingan 60% : 40% yang sudah memenuhi standar air bersih. Hal ini disebabkan karena banyaknya arang aktif pada membran keramik yang membuat kandungan *turbidity* dalam air semakin sedikit [7].

C. Pengaruh Komposisi Membran Terhadap Fluks Membran Pada Air PDAM

Dalam pelaksanaan operasi membran digunakan air baku yaitu air PDAM yang dialiri secara gravitasi dengan memvariasikan waktu penyaringan sebesar 600 menit.

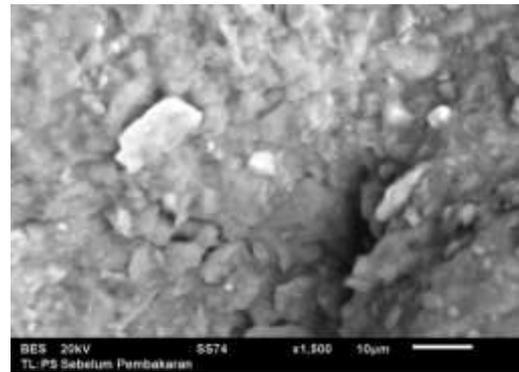


Gambar 4.3 Pengaruh Komposisi Membran Terhadap *fluks* membran pada air PDAM. 35/42 Mesh (♦), 48/60 Mesh (■), 80/100 Mesh (▲)

Dari grafik pada gambar 4.3 menunjukkan *fluks* yang dihasilkan selama 600 menit pada masing-masing sampel yang dialiri secara gravitasi dengan luas permukaan 0,03674 m². Pengukuran laju alir dengan campuran tanah liat dan pasir silika dengan perbandingan komposisi 90% : 10%, 80% : 20%, 70% : 30%, 60% : 40 % dan 50% : 50% mengalami kenaikan dengan nilai *fluks* tertinggi didapatkan pada komposisi 50% : 50% dengan ukuran 35/42 mesh yaitu sebesar 0,680 Kg/jam.m² dan yang terendah terdapat pada komposisi 90% : 10 % dengan ukuran 80/100 mesh yaitu sebesar 0,353 Kg/jam.m². Dari grafik diatas menunjukkan bahwa semakin banyak pasir silika yang digunakan maka *fluks* yang dihasilkan semakin besar, sebaliknya semakin banyak tanah liat yang digunakan maka akan memperlambat *fluks* yang turun, hal ini sesuai dengan prinsip filtrasi dimana semakin kecil ukuran pori membran, maka filtrat yang turun semakin lambat, sebaliknya semakin besar ukuran pori membran maka filtrat yang turun semakin cepat. Sehingga secara karakteristik membran ukuran 35/42 mesh dengan perbandingan 50% Tanah Liat : 50% Pasir Silika lebih baik dibandingkan dengan ukuran 48/60 mesh dan 80/100 mesh.

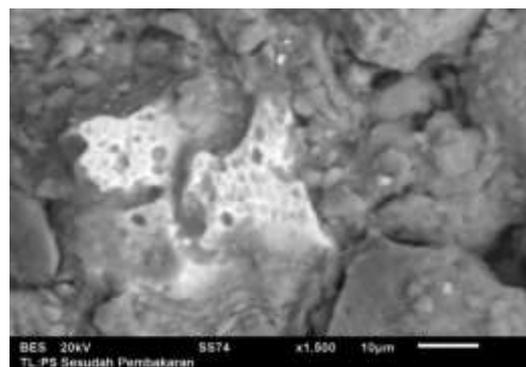
D. Scanning Electron Microscopy (SEM)

Pengujian SEM pada penelitian ini dilakukan pada sampel dengan komposisi 50% : 50% sebelum pembakaran dan sesudah pembakaran.



Gambar 4.4 Foto SEM pada sampel membran keramik sebelum pembakaran dengan komposisi 50% : 50% (Tanah Liat : Pasir Silika) perbesar 1500x

Pada gambar 4.4 menunjukkan foto permukaan membran keramik dengan dengan komposisi 50% : 50% pada pembesaran 1500x sebelum pembakaran menunjukkan struktur pori-pori membran belum terlihat. Pori-pori mulai terlihat banyak pada pembesaran 1500x setelah pembakaran.



Gambar 4.5 Foto SEM pada sampel membran keramik sesudah pembakaran dengan komposisi 50% : 50% (Tanah Liat : Pasir Silika) perbesar 1500x

Pada gambar 4.5 menunjukkan foto permukaan membran keramik dengan dengan komposisi 50%; 50% pada pembesaran 1500x sesudah pembakaran menunjukkan struktur pori-pori membran sudah tampak, hal ini disebabkan karena sebelum pembakaran bahan masih banyak mengandung air namun sesudah pembakaran air sudah menguap sehingga pori-pori semakin banyak terbentuk. Pada pembesaran 1500x terlihat bahwa struktur membran memiliki ukuran pori-pori sebesar 10 μm. Ini dapat dikategorikan kedalam membran mikrofiltrasi. Dimana mikrofiltrasi memiliki diameter pori-pori sekitar 0,1 -10 μm.

E. Fe²⁺ dan Mn²⁺

Pengujian Fe²⁺ dan Mn²⁺ telah diperoleh data awal sebelum melewati membran yaitu 0,2 mg/L dan 0,1 mg/L, dengan hasil tersebut Fe dan Mn secara standar air minum sudah diperbolehkan, namun pada saat air PDAM sudah melalui proses filtrasi dengan membran hasil yang diperoleh

keduanya adalah 0, hal ini disebabkan karena pasir silika berfungsi sebagai adsorben yang berguna untuk menyerap ion tersebut, sehingga keduanya sudah memenuhi standar air minum.

F. pH

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Pengukuran pH air PDAM sesudah difiltrasi melalui membran diperoleh pH netral atau 7, dimana pH tersebut masih berada pada rentang standar Permenkes/No. 492/Menkes/Per/IV/2010 untuk air minum yaitu 6,5-8,5.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pengaruh komposisi pasir silika pada pembuatan membran keramik sebagai media filter untuk penyaringan air PDAM sangat efektif menghilangkan partikel didalam air. Semakin banyak dan semakin kecil ukuran pasir silika yang digunakan, maka air yang dihasilkan akan semakin jernih. Membran keramik dengan campuran tanah liat dan pasir silika efektif menurunkan konsentrasi TDS, turbidity, pH, Fe²⁺ dan Mn²⁺ pada air PDAM dan sudah memenuhi Standar Permenkes/No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum [8]. Foto *Scanning Electron Microscopy* (SEM) menunjukkan bahwa pada sampel membran keramik dengan perbesaran 1500x setelah pembakaran telah nampak secara jelas struktur porinya dengan ukuran pori-pori sebesar 10 µm. Ini dapat

dikategorikan kedalam membran mikrofiltrasi. Dimana mikrofiltrasi memiliki diameter pori-pori sekitar 0,1 -10 µm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Susanto, Thedy. 2010. *Pengolahan Air Pdam Surabaya Menjadi Air Siap Minum Menggunakan Gac, Filter Pasir Silica Dan Uv*. Skripsi Mahasiswa Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya
- [2] Choiriyah, D., Riandini, E., Wulandari, A., Indah, P.D.O., Rachma, H.A dan Pramono, E. 2015. Pembuatan Dan Karakterisasi Membran Keramik Micro-filtrasi dari zeolit alam untuk filtrasi zat warna Procion Red Mx8b Dan Metilen Biru. *Jurnal penelitian kimia*. Vol. 11. No. 1. Hal: 8-14.
- [3] Agmalini, S., Lingga, N dan 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.
- [4] Nugroho, A., Sutomo, H.A., Irvati, S., Sarto dan Wijaya, R.Y. 2015. Studi Metode Penambahan Perak Nitrat Pada Saringan Keramik Terhadap Escherichia Coli Pada Air Minum. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol. 2. No. 10. Hal: 232-238.
- [5] Nasir, S., Budi, T dan Silviaty, I. 2013. Aplikasi Filtrasi Keramik Berbasis Tanah Liat Alam dan Zeolit Pada Pengolahan Air Limbah Hasil Proses Laundry. *Jurnal Bumi Lestari*. Vol. 13. No. 1. Hal: 45-51.
- [6] Maulida, E. 2017. *Pemurnian Air Gambut Menggunakan Membran Keramik Termodifikasi Arang Aktif dan Kaporit*. Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi DIV Teknologi Kimia Industri Politeknik Negeri Lhokseumawe. Karya tidak diterbitkan.
- [7] Haryadi, E.T. 2015. *Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan air (IPA) Lhoksukon II PDAM Tirta Mon Pase Aceh Utara*. Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi DIV Teknologi Kimia Industri Politeknik Negeri Lhokseumawe. Karya tidak diterbitkan.
- [8] Departemen Kesehatan. 2010. *Peraturan Menteri Kesehatan RI. No. 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*. Jakarta: Depkes.