

# KARAKTERISASI SIFAT FISIS MEMBRAN PADAT SILIKA (SiO<sub>2</sub>) UNTUK FILTRASI AIR LAUT MENJADI AIR TAWAR

Oleh:

Ali Mufid<sup>1</sup>, Erna Hastuti<sup>2</sup>

**ABSTRAK:** Air laut merupakan salah satu sumber daya alam terbesar Indonesia, yang memiliki kandungan garam, partikel logam serta mikrobakteri. Teknologi alternatif diperlukan untuk mereduksi kadar garam, partikel logam serta mikrobakteri yang terkandung dalam air laut. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan silika pada membran. Matriks yang digunakan adalah campuran PEG, PVA, Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, HNO<sub>3</sub>, Aquades dan filler serbuk silika (SiO<sub>2</sub>) yang berasal dari limbah tempurung kelapa. Hasil SEM menunjukkan bahwa dengan penambahan variasi silika 0 gram, 1 gram, 3 gram, 5 gram membuat membran berpori, dengan ukuran rata-rata pori-pori adalah 385.1 nm, 1.59 μm, 1.55 μm dan 375.6 nm. Dari hasil karakteristik sifat fisis membran (debit aliran, kerapatan serta porositas), penambahan variasi silika menjadikan membran lebih selektif. Filtrasi terbaik ditunjukkan membran dengan penambahan silika 5 gram dimana debit alir membran semakin menurun dengan nilai 0.058 (ml/menit), kerapatan membran semakin kecil 1.67 (gr/cm<sup>3</sup>) dengan porositas 6.67 % dan lebih baik dari penambahan silika 0 gram, 1 gram, 3 gram.

**Kata Kunci:** Air Laut, PMC, Membran Silika, Tempurung Kelapa, Filtrasi

**ABSTRACT:** Membrane technology is used to reduce salt, metal particles and mycobacterial that contained in sea water to be fresh water that can be consumed. In this research, membrane is made with an addition of silica variation. Composites are consisting of a polymer matrix and filler silica powders which is from coconut shell waste. SEM showed that an addition of silica variation 0 gram, 1 gram, 3 grams, 5 grams are making a porous membrane, with porosity 385.1 nm, 1.59 μm, 1.55 μm and 375.6 nm. Results of the physical characterization (flow rate, density and porosity), an addition of silica are makes the membranes more selective. An addition of 5 grams silica indicated the best filtration, with flow rate is 0.058 (ml / min), density is 1.67 (gr/cm<sup>3</sup>) and porosity is 6.67%.

**Keyword :** Sea water, PMC, Silica Membrane, coconut shell, filtration

## PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu kebutuhan penting dalam kehidupan. Air bersih sangat sulit didapatkan pada daerah pesisir. Banyak cara yang sudah digunakan untuk mengubah air garam (laut) menjadi air tawar yang layak untuk dikonsumsi, diantaranya adalah destilasi, filtrasi elektro dekolonisasi, dll. Aryanti dkk (2009)[1] meneliti pengaruh komposisi Poly Ethylene Glycol (PEG) dalam sintesis membran padat silika dari sekam padi dan aplikasinya untuk dekolonisasi limbah cair batik. Hasil Dekolorisasi air limbah batik dengan perendaman membran terlebih dahulu dalam Mn(OH)<sub>2</sub> paling baik ditunjukkan oleh membran dengan komposisi PEG yang paling kecil yaitu 0,15 g sebesar 51,5 ppm atau 23,41%. Penelitian Adhi, Pratama Harya (2010)[2] yaitu membuat membran SiO<sub>2</sub> dari limbah sekam padi, didapatkan bahwa system filtrasi yang dibuat mampu mereduksi kandungan Fe pada minyak nilam sebanyak 84.496 % dan telah memenuhi SNI. Selain itu, membran silika nanopori berbahan dasar ampas tebu merupakan solusi alternative untuk mengatasi pencemaran lingkungan kawasan industry

---

<sup>1</sup> dan <sup>2</sup> Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

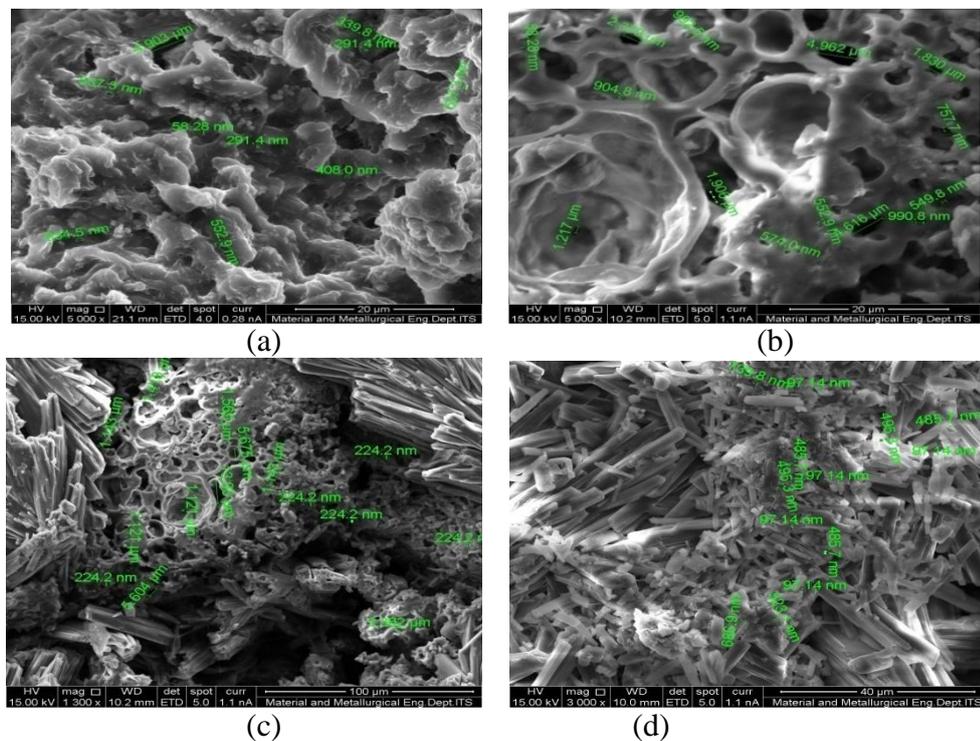
dari logam berat (Endah dkk, 2011)[3]. Pada penelitian ini dibuat teknologi alternatif untuk pengolahan air laut menjadi air tawar dengan memanfaatkan limbah silika ( $\text{SiO}_2$ ) organik dari tempurung kelapa.

Tahap pertama adalah proses pengambilan silika dari tempurung kelapa. Silika diperoleh dari proses pemanasan pada temperatur  $950\text{ }^\circ\text{C}$  dengan aktifasi selama 2 jam[4]. Proses ini dilakukan menggunakan perangkat alat oven furnace tipe 6000. Kemudian silika diayak menggunakan ayakan berukuran 100 - 200 mesh untuk mendapatkan sebaran ukuran partikel yang merata.

Silika yang didapatkan kemudian digunakan sebagai filler dalam pembuatan membran padat silika dengan matriksnya adalah campuran dari *poli etilen glikol* (PEG), *poli vinil alkohol* (PVA), *metasilikat* ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ), dengan tambahan larutan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) dan aquades dengan komposisi masing-masing *poli etilen glikol* (PEG) sebanyak 0.3 ml, *poli vinil alkohol* (PVA) sebanyak 3.4 ml, *metasilikat* ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) sebanyak 4 gram,  $\text{HNO}_3$  sebanyak 5 ml dan aquades sebanyak 10 ml [1]. *Filler* yang dicampurkan pada *matriks* dibuat bervariasi yaitu 0 gram silika, 1 gram silika, 3 gram silika dan 5 gram silika. Semua bahan dicampur dengan menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 500 rpm dan temperatur  $70\text{ }^\circ\text{C}$  selama 2 jam. Selanjutnya, membran dipanaskan kembali dalam furnace pada temperatur  $300\text{ }^\circ\text{C}$ . Pemanasan ini bertujuan untuk menghilangkan kadar air dan kadar  $\text{HNO}_3$  yang terjebak didalam membran. Selanjutnya membran padat Silika ( $\text{SiO}_2$ ) digunakan untuk filtrasi air laut menjadi air tawar.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

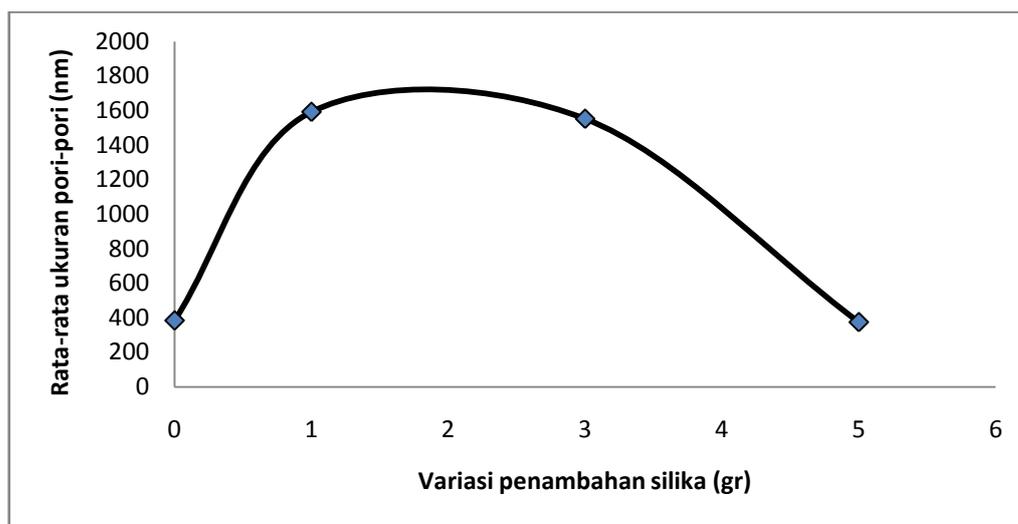
Struktur mikro membran dikarakterisasi menggunakan alat Scanning Electron Microscop (SEM) tipe S50.



Gambar 1. Hasil SEM membran dengan penambahan : (a) 0 gram silika; (b) 1 gram silika; (c) 3 gram silika; (d) 5 gram silika

Data SEM menunjukkan bahwa membran dengan penambahan silika 0 gram terdapat pori-pori dengan ukuran rata-rata 385.1 nm dan jumlahnya sangat sedikit. Pada penambahan 1 dan 3 gram silika, data SEM menunjukkan ukuran pori-pori membran sebesar 1.592  $\mu\text{m}$  dan 1.552  $\mu\text{m}$ , seperti ditunjukkan pada gambar 1 terlihat adanya sebaran pori-pori yang merata pada permukaan membran silika. Hasil SEM membran dengan penambahan 5 gram. Silika memiliki pori-pori 375.63 nm, dengan jumlah pori yang sangat banyak tersebar pada seluruh membran.

Dari hubungan variasi penambahan silika dengan rata-rata ukuran pori-pori diperoleh grafik hubungan antara variasi penambahan silika dengan rata-rata ukuran pori-pori membran silika yang ditunjukkan pada gambar 2



Gambar 2. Grafik hubungan variasi penambahan silika dengan ukuran pori

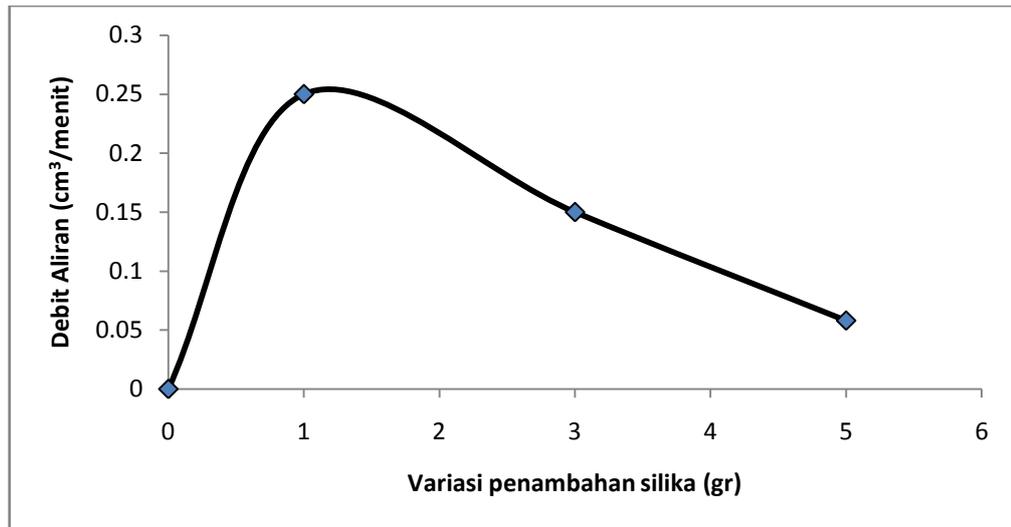
Untuk mengetahui efektifitas membran silika ( $\text{SiO}_2$ ) sebagai filtrasi air laut menjadi air tawar, dilakukan pengujian fisis debit aliran ( $Q$ ) dan kerapatan ( $\rho$ ) membrane. Pengujian filtrasi dilakukan dengan menggunakan sampel air laut pantai utara Desa paciran Kecamatan paciran Kabupaten lamongan.

Didapatkan data hasil pengukuran dan perhitungan dengan waktu filtrasi dibuat sama untuk semua membran silika yaitu 120 menit yang ditunjukkan pada tabel 1

Tabel 1. Debit Aliran hasil filtrasi membran silika

No	Silika (gr)	V (ml)	t (menit)	Q (ml/menit)
1	0	0	120	0
2	1	30	120	0.25
3	3	18	120	0.15
4	5	7	120	0.058

Dari tabel di atas dapat dibuat grafik hubungan antara variasi penambahan silika ( $\text{SiO}_2$ ) dengan debit aliran yang ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan variasi penambahan silika (SiO<sub>2</sub>) dengan debit aliran

Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin besar penambahan silika dalam membran, debit air semakin menurun. Debit aliran yang paling besar terjadi pada membran dengan penambahan silika 1 gram yaitu 0.25 (cm<sup>3</sup>/menit).

Hasil pengukuran dan perhitungan kerapatan dan porositas membran silika yang ditunjukkan pada tabel 2 dan 3 :

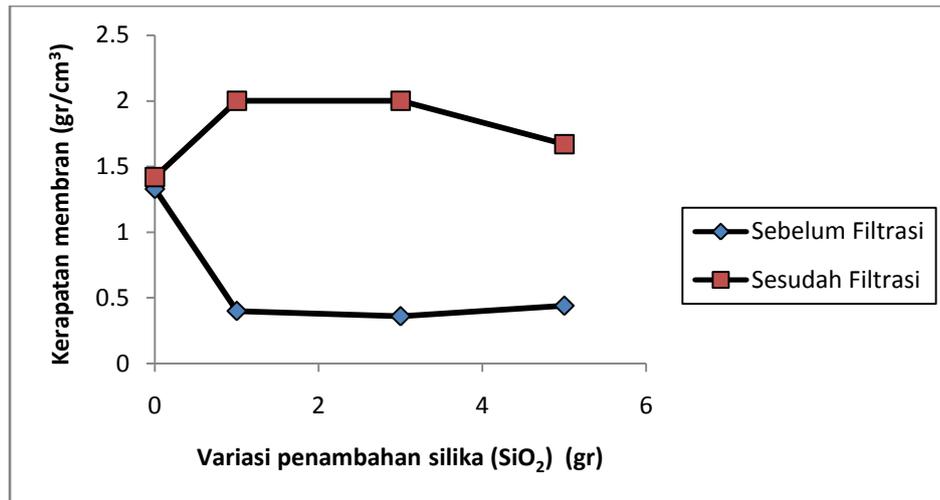
Tabel 2. Kerapatan membran sebelum dan setelah filtrasi air laut

Silika (gram)	Sebelum Filtrasi			Sesudah Filtrasi		
	m (gr)	v (cm <sup>3</sup> )	ρ (gr/cm <sup>3</sup> )	m (gr)	v (cm <sup>3</sup> )	ρ (gr/cm <sup>3</sup> )
0	8	6	1.33	7.4	5.2	1.42
1	0.6	1.5	0.40	2	1	2
3	1	2.8	0.36	2	1	2
5	2	4.5	0.44	2.5	1.5	1.67

Tabel 3. Porositas membran silika

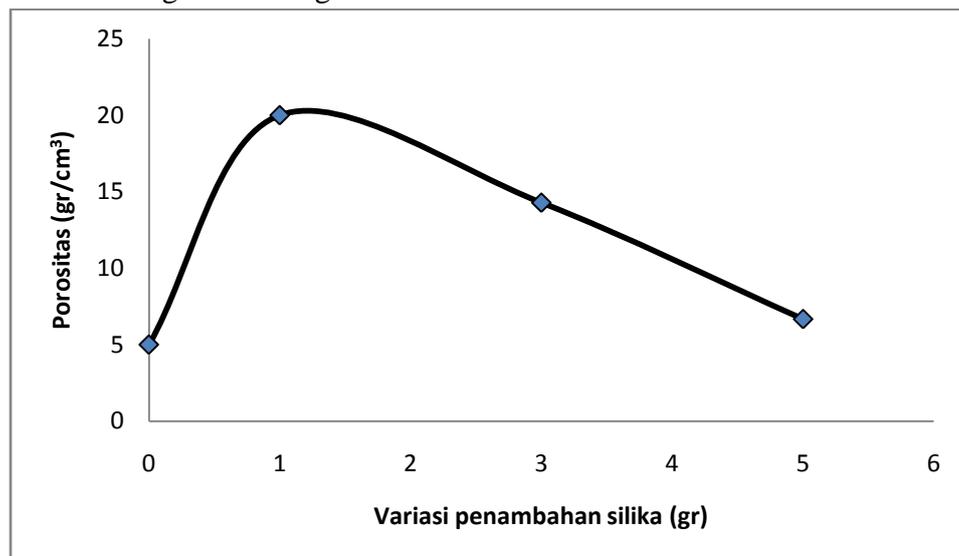
Silika (gr)	Massa Kering (gr)	Massa Basah (gr)	Volume (ml)	Porositas (%)
0	8	8.2	6	5
1	0.6	0.9	1.5	20
3	1	1.4	2.8	14.28
5	2	2.3	4.5	6.67

Sebelum proses filtrasi, penambahan silika 1 dan 3 gram menyebabkan nilai kerapatan membran menurun, dan sedikit meningkat pada penambahan silika (SiO<sub>2</sub>) 5 gram. Sesudah filtrasi, kerapatan membran silika (SiO<sub>2</sub>) meningkat pada penambahan silika (SiO<sub>2</sub>) 1 gram, 3 gram dan 5 gram.



Gambar 4. Grafik Hubungan variasi penambahan silika ( $\text{SiO}_2$ ) dengan kerapatan membran

Pengukuran porositas membran silika ( $\text{SiO}_2$ ) menunjukkan peningkatan nilai pada membran dengan penambahan silika. Porositas terbanyak terdapat pada membran dengan penambahan silika 1 gram dan 3 gram silika.



Gambar 5. Grafik Hubungan variasi penambahan silika dengan porositas

Membran yang dibuat dengan variasi penambahan silika memiliki bentuk morfologi yang berbeda-beda. Pada membran tanpa penambahan silika (0 gram) memiliki rata-rata ukuran pori-pori 385.1 nm. Pori-pori yang cukup besar dipermukaan membran menunjukkan bahwa meskipun tanpa menggunakan tambahan filler silika membran tersebut masih bisa berpori. Pori-pori ini terbentuk akibat dari udara yang masuk pada saat proses aktivasi membran dengan temperatur  $300^\circ\text{C}$ , dimana proses ini kemungkinan hanya terjadi pada bagian luar membran saja. Sedangkan pada bagian dalam bahan penyusunnya akan saling berikatan satu dengan yang lainnya. Hal ini terlihat dari tingginya nilai kerapatan dari membran silika yang dihasilkan. Pengukuran porositas juga menunjukkan jumlah yang sangat kecil. Setelah membran diaplikasikan untuk filtrasi air laut, membran tidak dapat mengalirkan air laut kemungkinan dikarenakan bagian dalam membran yang

berikatan sangat kuat sehingga membran menjadi *non porous*. Akibatnya partikel-partikel yang terdapat dalam air laut tidak mampu untuk menembus pori-pori membran silika ( $\text{SiO}_2$ ).

Hasil SEM membran dengan penambahan silika sebesar 1 dan 3 gram, menunjukkan rata-rata ukuran pori-pori 1.59  $\mu\text{m}$  dan 1.52  $\mu\text{m}$ , dan termasuk dalam membran mikrofilter yang dapat menyaring bakteri dan jamur [5]. Pori-pori ini cukup besar jika diaplikasikan untuk filtrasi air laut, disamping itu bahan penyusun membran seperti polimer poli vinil alkohol (PVA), poli etilen glikol (PEG) serta penambahan metasilikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) ikut berperan dalam pembentukan pori-pori membran. Masing-masing polimer memiliki karakter yang saling berhubungan antara satu dengan yang lainnya, sehingga harus dipadukan dengan pencampuran komposisi yang homogen. Sebelum mengalami pemanasan membran dengan 1 dan 3 gram silika didominasi oleh matriks polimer yang cukup besar, sehingga pada saat di panaskan kembali dengan temperatur 300 °C komposisi matriks akan susut dan berkurang, dikarenakan temperatur tersebut melebihi titik didih dari polimer baik itu polimer polivinil alkohol (PVA) maupun poli etilen glikol (PEG) yang masing-masing memiliki titik didih sekitar 230 °C dan 307 °C. Metasilikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) dan Silika ( $\text{SiO}_2$ ) memiliki titik didih yang sangat tinggi sekitar 1031 °C dan 1715 °C. Dari hasil filtrasi air laut, kemampuan membran dengan penambahan 1 dan 3 gram silika dalam proses penyaringan sangat besar. Debit aliran filtrasi sebesar 0.25 ( $\text{cm}^3/\text{menit}$ ) dan 0.15 ( $\text{cm}^3/\text{menit}$ ). Hal ini disebabkan kecilnya nilai kerapatan dan porositas membran yang dibuat. Penambahan silika 1 dan 3 gram membuat ukuran pori-pori membran menjadi sangat besar, dikarenakan komposisi matriks dan filler tidak berimbang. Terlihat dari besarnya nilai kerapatan setelah filtrasi, penambahan silika 1 dan 3 gram fluks membran menjadi lebih besar, hasil pengujian dengan pH meter diperoleh jumlah volume filtrat yang besar 30 ml dan 17 ml dalam rentang waktu selama 2 jam serta diperoleh besarnya pH masing-masing adalah 9.96 dan 9.94.

Membran yang diperoleh dari penambahan silika sebesar 5 gram memiliki rata-rata ukuran pori-pori 375.63 nm, dimana membran hanya terisi oleh kristal silika dari tempurung kelapa dengan metasilikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) yang menjadikan membran memiliki ukuran pori-pori lebih rapat yang dihasilkan dari berikatannya antar kristal silika dan metasilikat. Sehingga saat diaplikasikan pada proses filtrasi, membran menjadi lebih selektif dari pada membran dengan penambahan 0 gram, 1 gram serta 3 gram. Pengujian hasil filtrasi debit aliran dan kerapatan membran mengidentifikasi sifat fisis membran bahwa membran yang telah dibuat mereduksi partikel-partikel dalam air laut dengan ukuran antara 400 nm hingga 2  $\mu\text{m}$ .

## KESIMPULAN

Karakterisasi sifat fisis membran, menunjukkan bahwa semakin besar penambahan silika semakin baik kualitas filtrasi membran karena sebaran butir silika yang dihasilkan sangat rapat sehingga pori-porinya semakin kecil, terlihat dari data yang telah diperoleh dengan penambahan silika sebanyak 5 gram debit alir semakin kecil 0.058 ( $\text{cm}^3/\text{menit}$ ) dan kerapatan membran silika ( $\text{SiO}_2$ ) semakin besar 1.67 ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) dengan porositas membran 6.67 %.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Aryanti, dkk.2009. *Pengaruh Komposisi Polietilen Glikol(PEG) dalam Sintesis Membran Padat Silika Dari Sekam Padi Dan Aplikasinya Untuk Dekolorisasi Limbah Cair Batik*. Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, UNDIP, Semarang: *Jurnal Penelitian*
- [2] Adhi, Pratama Harya. 2010. *Pembuatan Membran SiO<sub>2</sub> Dari Limbah Sekam Padi Untuk Filtrasi Unsur Fe Pada Minyak Nilam*. Semarang: Jurusan Fisika, Fakultas MIPA UNDIP: *Jurnal Penelitian*
- [3] Endah, dkk. 2011. *Membran Silika nanopori Berbahan Dasar Ampas Tebu Sebagai Penyaring Limbah Cair Industri Logam Berat*. Jurusan Biokimia Institut Teknologi Bogor: *Jurnal Penelitian*
- [4] Tryana Sembiring, Meilita dkk. 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara: *Jurnal Penelitian*
- [5] Iwamoto, Yuji. dan Kawamoto, Hiroshi. 2009. *Trends in Research and Development of Nanoporous Ceramic Separation Membranes*. *Science & Technology quarterly review no. 32*. *Jurnal penelitian*