



PERBANDINGAN KINERJA MEMBRAN KERAMIK BUATAN DENGAN MEMBRAN KERAMIK PABRIKASI PADA PENJERNIHAN AIR SUNGAI MUSI

Husnah

*Dosen PNSD dpk Program Studi Teknik Kimia
Universitas PGRI Palembang
e-mail: husnahpgri@gmail.com*

Abstrak

Membran yang umum digunakan dalam pengolahan air permukaan adalah membran keramik. Dalam penelitian ini digunakan dua jenis membran, yaitu membran buatan dan membran pabrikasi. Membran buatan merupakan hasil buatan manual dengan bahan dasar tanah liat, sedangkan Membran pabrikasi adalah membran keramik yang diproduksi oleh industri pengolahan air. Proses Pengolahan ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas air Sungai Musi. Proses filtrasi dilakukan dengan tekanan 32 dan 36 psi. Waktu pengambilan permeate dilakukan pada 15, 30, 45 dan 60 menit. Parameter yang diamati untuk melihat kinerja membran pada proses filtrasi ini adalah Fluks.

Kata kunci : Membran Keramik Buatan, Membran Keramik Pabrikasi, Filtrasi dan Fluks.

PENDAHULUAN

Sungai Musi saat ini tergolong **tercemar berat**, sebagaimana ditunjukkan oleh hasil penelitian dan pantauan lapangan. Penurunan kualitas air terlihat dari parameter seperti **kekeruhan (turbidity), pH, Total Dissolved Solids (TDS), dan warna** (Rosyidah, 2018). Dinas Lingkungan Hidup dan Pertanahan (LHP) Provinsi Sumsel juga mengonfirmasi bahwa sejak tahun 2016, kondisi Sungai Musi, bersama beberapa sungai lain di Palembang, mengalami pencemaran yang memprihatinkan dan masuk kategori berat.

Tabel 1. Nilai Status Mutu Air Sungai pada Titik pantau di Kota Palembang Tahun 2016

Lokasi Pemantauan	Nama Sungai	Status Mutu Air
Pulokerto	Musi	Buruk
Muara Keramasan	Keramasan	Sedang
Intake PDAM	Musi	Buruk
Kertapati	Ogan	Sedang
Jembatan Ampera	Musi	Buruk
Plaju/Sei Gerong	Komerling	Buruk

(Sumber Dinas Lingkungan Hidup dan Pertanahan Provinsi Sumsel)

Sungai Musi termasuk kawasan yang mengalami pencemaran berat, terutama di tiga titik pantau: Pulokerto, Jembatan Ampera, dan Borang. Meskipun sebagian industri di tepi sungai telah memiliki sistem pengolahan limbah sesuai aturan, pencemaran utama justru berasal dari limbah domestik masyarakat. Kondisi ini sangat mengkhawatirkan karena Sungai Musi masih menjadi sumber utama air untuk kebutuhan sehari-hari warga, termasuk memasak, mandi, mencuci, hingga buang air. Bahkan

PDAM juga memanfaatkan air sungai ini sebagai bahan baku air bersih. Untuk mengatasi pencemaran tersebut, salah satu teknologi yang digunakan adalah teknologi membran, yang memiliki keunggulan seperti tidak memerlukan bahan kimia tambahan dan efisiensi energi. Membran bekerja secara selektif menyaring molekul tertentu. Penelitian dilakukan dengan menggunakan dua jenis membran keramik, yaitu membran buatan dan membran pabrikan, untuk menilai kinerja masing-masing berdasarkan fluks. Tujuannya adalah menentukan membran yang lebih efektif dalam meningkatkan kualitas air Sungai Musi.

TINJAUAN PUSTAKA

Sumber-sumber air dapat digolongkan menjadi (Sutrisno, 2004) :

1. Air laut : Mengandung sekitar 3% garam (NaCl) dan bersifat asin, sehingga tidak langsung dapat digunakan untuk konsumsi.
2. Air permukaan : Terdiri dari air sungai, rawa, dan danau. Rentan tercemar oleh lumpur serta limbah rumah tangga dan industri selama alirannya.
3. Air atmosfer : Secara alami bersih, namun dapat tercemar partikel tersuspensi akibat polusi udara industri, sehingga tidak selalu memenuhi baku mutu air.
4. Air tanah : Umumnya berkualitas baik karena tersaring oleh lapisan tanah, meskipun tetap mengandung garam-garam mineral.

Sungai Musi, sebagai ikon Kota Palembang dan sumber air permukaan utama, mengalami pencemaran serius yang didominasi oleh limbah rumah tangga (70%) dan sisanya berasal dari limbah industri (30%), menurut data BLH Sumsel. Pencemaran ini disebabkan oleh meningkatnya aktivitas manusia dan industri, dengan kandungan bahan pencemar seperti fenol, besi, dan fosfat yang telah melampaui ambang batas, sehingga mengancam ekosistem sungai. Limbah rumah tangga umumnya masuk ke Sungai Musi melalui anak-anak sungainya, seperti Sungai Bendung, Aur, Sekanak, Buah, Ogan, dan lainnya, yang juga dipenuhi sampah plastik, kayu, dan daun. Meskipun kondisi air sudah hitam pekat dan berbau tidak sedap, sebagian masyarakat masih menggunakannya untuk mandi. Limbah, baik dari rumah tangga maupun industri, mengandung zat berbahaya yang dapat mencemari lingkungan dan membahayakan makhluk hidup. Akumulasi limbah ini menjadi penyebab utama polusi di Sungai Musi. Jenis pencemaran dibedakan antara lain :

- ❖ Berdasarkan tempat terjadinya ; pencemaran udara, pencemaran air dan pencemaran tanah
- ❖ Berdasarkan bahan pencemarnya ; Pencemaran kimiawi, Pencemaran biologi, Pencemaran fisik dan Pencemaran suara
- ❖ Berdasarkan tingkat pencemaran; Pencemaran ringan, Pencemaran kronis dan Pencemaran akut

Pencemaran lingkungan terjadi ketika zat pencemar masuk ke dalam lingkungan dan menimbulkan dampak negatif bagi makhluk hidup (Bahtiar, 2007). Penurunan kualitas air umumnya ditandai dengan perubahan warna dan bau tak sedap, meskipun masih digunakan oleh masyarakat sekitar sungai. Air dinyatakan tercemar bila tidak memenuhi baku mutu sesuai peruntukannya, berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Pengelolaan kualitas air dilakukan melalui upaya pengendalian pencemaran untuk menjaga fungsi air (Azwir, 2006). Pertumbuhan penduduk berkontribusi besar terhadap degradasi lingkungan, yang dipengaruhi oleh jumlah populasi, tingkat penggunaan sumber daya, dan dampaknya (Miller, 1982). Perilaku masyarakat, terutama yang tinggal di bantaran sungai, turut memengaruhi kualitas lingkungan (Heimstra & McFarling, 1974; Barry, 2007). Akibatnya, potensi sumber daya air tertekan, menyebabkan berkurangnya ketersediaan dan menurunnya kualitas air (Saimy & Yusof, 2013).

Untuk mengatasi pencemaran Sungai Musi agar airnya layak dijadikan air baku, digunakan teknologi pemisahan berbasis membran. Teknologi ini unggul karena tidak memerlukan bahan kimia tambahan, hemat energi, dan mampu menyaring molekul secara selektif. Selain itu, teknologi membran kini lebih efisien, murah, dan kompetitif dibanding metode konvensional (Hartono, 1997).

Membran adalah lapisan tipis yang dapat memisahkan dua fase atau lingkungan yang berbeda dan memiliki permeabilitas selektif terhadap beberapa jenis partikel atau zat. Membran digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari pemurnian air, proses industri, hingga biomedis. **Mikrofiltrasi** adalah teknologi membran yang bekerja pada tekanan rendah (sekitar 1 bar) dan digunakan untuk menyaring partikel berukuran 0,1 hingga 10 μm (Wibisono, 2014a). Teknologi ini banyak digunakan dalam pengolahan air untuk menghasilkan air bersih. **Fluks membran** merupakan parameter penting dalam proses pemisahan, yang menunjukkan jumlah fluida yang melewati permukaan membran per satuan luas dan waktu. Fluks dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti:

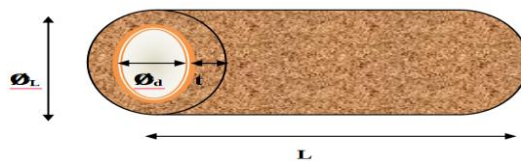
- ◆ Tekanan operasi
- ◆ Ukuran dan jenis pori membran
- ◆ Konsentrasi dan sifat fluida
- ◆ Adanya fouling (penyumbatan pori)
- ◆ Suhu proses

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini adalah skala laboratorium yang dilaksanakan di laboratorium Teknik Pemisahan Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Alat dan bahan utama yang digunakan adalah : Membran keramik buatan, Membran keramik Pabrikasi, Flow meter, Selang plastik, Pressure gauge, Pipa PVC, Pompa, pH meter, TDS meter, Gelas ukur dan gelas erlenmeyer, AAS, Tabung reaksi, air Sungai Musi.

Membran Keramik yang dibuat dengan campuran sekam padi dan serbuk besi memiliki perbandingan komposisi sebagai berikut : Tanah Liat (77,5%), Sekam Padi (20%) dan Serbuk Besi (2,5%). Sedangkan Membran Keramik Komersial yang dipakai dalam penelitian ini di produksi oleh : Clarence Water Filter, Australia. Penampang membran keramik yang dipakai pada penelitian ini terlihat pada gambar 1 dibawah ini :



Gambar 1. Penampang Membran Keramik

Skema Peralatan



Gambar 2 : Rangkaian Alat Penelitian Koagulan

Keterangan : 1. Tangki Air, 2. Pompa, 3. Flowmeter umpan 4. Membran Keramik

Pengambilan data dari sampel permeate dilakukan setiap 15, 30, 45 dan 60 menit. Parameter yang dianalisa untuk melihat kinerja membran adalah fluks.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu parameter untuk melihat kinerja dari membran adalah fluks yang merupakan jumlah volume permeat yang melewati satu satuan luas membran dalam waktu tertentu karena adanya gaya dorong tekanan yang masuk ke dalam alat sel ultrafiltrasi (Indriyani dkk., 2017). Fluks umumnya dirumuskan sebagai berikut :

$$J_v = \frac{V}{A \cdot t}$$

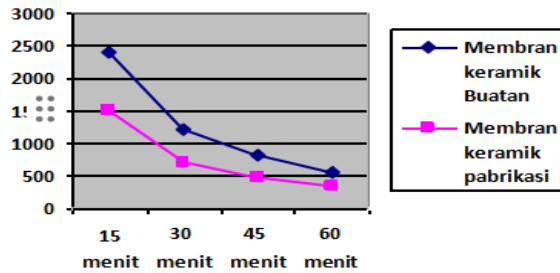
- J_v = fluks
 V = volume permeat (ml)
 A = Luas permukaan membran (cm^2)
 t = waktu (det)

Pada penelitian ini volume permeat yang dihasilkan pada tekanan 32 dan 36 psi dengan variasi waktu (15, 30, 45 dan 60 menit) diamati, sehingga nilai fluks dapat diketahui melalui perhitungan menggunakan persamaan untuk fluks.

Tabel dan grafik dibawah ini menggambarkan pengaruh jenis membran terhadap fluks.

Tabel 2. Fluks permeate pada tekanan 32 psi

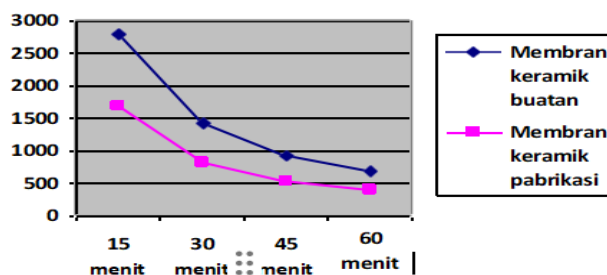
Jenis Membran	Waktu (menit)	Volume (L)	Fluks (L/m ² .jam)
Membran Keramik Buatan	15	25,90	2399,54
	30	26,20	1213,67
	45	26,10	806,02
	60	23,50	544,30
Membran Keramik Komersial	15	23,60	1506,95
	30	22,44	716,44
	45	22,28	474,22
	60	22,10	352,79



Gambar 3. Pengaruh jenis membran terhadap fluks pada tekanan 32 psi

Tabel 3. Fluks permeate pada tekanan 36 psi

Jenis Membran	Waktu (menit)	Volume (L)	Fluks (L/m ² .jam)
Membran Keramik Buatan	15	30,15	2793,28
	30	30,47	1411,46
	45	29,40	907,93
	60	29,40	680,95
Membran Keramik Komersial	15	26,55	1695,32
	30	25,20	804,56
	45	24,30	517,22
	60	24,20	386,32



Gambar 4. Pengaruh jenis membran terhadap fluks pada tekanan 36 psi

❖ Analisis Perbandingan Fluks pada Dua Tekanan

◆ Fluks Awal (15 menit)

Jenis Membran	Fluks @ 32 psi	Fluks @ 36 psi	Kenaikan Fluks (%)
Keramik Buatan	2399,54	2793,28	+16,4%
Keramik Komersial	1506,95	1695,32	+12,5%

Tekanan yang lebih tinggi (36 psi) meningkatkan fluks awal pada kedua jenis membran. Kenaikan fluks lebih signifikan pada **membran buatan**, menunjukkan **respons lebih baik terhadap peningkatan tekanan**.

◆ Fluks Akhir (60 menit)

Jenis Membran	Fluks @ 32 psi	Fluks @ 36 psi	Kenaikan Fluks (%)
Keramik Buatan	544,30	680,95	+25,1%
Keramik Komersial	352,79	386,32	+9,5%

Pada menit ke-60, tekanan 36 psi tetap memberikan fluks lebih tinggi. Menariknya, **kenaikan fluks lebih besar terjadi pada membran buatan**, menunjukkan bahwa membran ini **lebih peka terhadap tekanan** dibandingkan membran komersial.

◆ Evaluasi Penurunan Fluks (Fouling Effect)

Dari grafik fluks di atas terlihat bahwa nilai fluks permeate pada membran keramik buatan lebih besar dibandingkan fluks permeate pada membran keramik pabrikasi. Fluks pada tekanan 36 psi lebih baik dibandingkan pada tekanan 32 psi, memberikan kenaikan fluks sekitar **10–20%**. Secara umum terjadi tren penurunan fluks pada tiap membran keramik yang berarti bahwa adanya penurunan kinerja membran. Hal ini bisa diakibatkan adanya fouling sepanjang proses operasi filtrasi air baku, diantaranya akibat pengendapan dari padatan yang mungkin masih terlarut dalam air baku dan lolos

pada permukaan membran sehingga menutup sebagian pori-pori membran. Dari grafik juga terlihat garis fluks membran buatan selalu berada di atas garis membran komersial serta bentuk grafik menurun tajam pada menit awal, kemudian cenderung melandai menunjukkan ciri khas proses fouling: *cake formation* atau adsorpsi awal yang cepat.

KESIMPULAN

1. Pada penelitian ini fluks lebih besar didapat pada filtrasi yang menggunakan membran keramik buatan dibandingkan membran keramik pabrikasi .
2. **Peningkatan tekanan** dari 32 ke 36 psi meningkatkan fluks, tetapi tidak mencegah penurunan seiring waktu
3. **Fouling signifikan terjadi dalam 60 menit**, perlu strategi pembersihan atau pengoperasian berseling untuk mempertahankan performa filtrasi
4. Diharapkan alat pengolahan air ini bisa dimanfaatkan dalam meningkatkan kualitas air sungai musi sebagai air baku untuk memenuhi kebutuhan hidup masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Azwir. 2006. Analisa Pencemaran Air Sungai Tapung Kiri Oleh Limbah Industri Kelapa Sawit PT. Putra Masterindo di Kabupaten Kampar. Tesis. MIL Undip.
- Bahtiar, Ayi. 2007. Polusi Air Tanah Akibat Limbah Industri dan Rumah Tangga Serta Pencegahannya. Makalah Disampaikan Pada Pemberdayaan Masyarakat Tentang Konservasi Air Tanah di Wilayah Rancaekek Kabupaten Bandung.
- Barry, J., 2007. *Environment and Social Theory*. Routledge. London
- Hartono, A.J, (1997). *Teknologi Membran Pemurnian Air*. Edisi 1. Yogyakarta.
- Heimstra, N.W., dan McFarling, L., 1974. *Environmental Psychology*. Wadsworth. California.
- Indriyani, V., Novianty, Y. dan Mirwan, A., 2017, Pembuatan Membran Ultrafiltrasi Dari Polimer Selulosa Asetat Dengan Metode Inversi Fasa. *Jurnal Konversi UNLAM* 6(1): 11-16.
- Miller, Jr. G. T., 1982. *Living in The Environment*. Wadsworth Publishing Company. California.
- Rosyidah, Masayu (2018), *Analisis Pencemaran Air Sungai Musi Akibat Aktivitas Industri (Studi Kasus Kecamatan Kertapati Palembang*, *Jurnal Redoks*, Vol. 3 No. 1, April–Juni 2018
- Saimy, I.S., dan Yusof, N.A.M., 2013. The Need for Better Water Policy and Governance in Malaysia. *Procedia-Social and Behavioral Science*, 81:371-375
- Sutrisno, (2004). *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta. Universitas Indonesia Press
- Wibisono, Y., 2014a, Two-phase flow for fouling control in membranes, PhD Thesis, University of Twente, The Netherlands
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- (2016). Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No 18 tahun 2016 tentang Baku Mutu Limbah Cair (BMLC) bagi Kegiatan Industri, Hotel, Rumah Sakit, D