

## Pengolahan Air Lindi TPA Muara Fajar dengan Ultrafiltrasi

Jhon Armedi Pinem, Megah S. Ginting, Maria Peratenta

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Univeristas Riau  
Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas Km. 12,5 Pekanbaru 28293  
Email: jhonarmedipinem@yahoo.com  
Telp./Fax. 0761-566937

### Abstract

Membrane technology is an effective technology to purify wastewater. The objective of the research is to determine the performance of the ultrafiltration for removal of BOD<sub>5</sub>, COD and TSS from leachate effluent. This research has been conducted on water purification Muara Fajar landfill leachate Tassel-Pekanbaru with ultrafiltration process using aluminum sulfate as a coagulant. Leachate water purified by ultrafiltration membranes with a variation of operating pressure (1; 1,5; 2 bar). The result show that ultrafiltration process removed 71,43% of BOD<sub>5</sub>, 70,59% of COD, and 45,45% of TSS at 2 bar. The flux increased with the increasing of pressure operation.

*Key words: flux, leachate, membrane, rejection, ultrafiltration.*

### 1. Pendahuluan

Lindi merupakan air yang terbentuk dalam timbunan sampah yang melarutkan banyak sekali senyawa yang ada sehingga memiliki kandungan pencemar yang sangat tinggi, khususnya zat organik. Cairan tersebut kemudian mengisi rongga-rongga pada sampah, bila kapasitasnya telah melampaui kapasitas tekanan air dari sampah, maka cairan tersebut akan keluar dan mengekstraksi bahan organik dan an-organik hasil proses fisika, kimia dan biologis yang terjadi pada sampah. Jadi lindi sangat berpotensi menyebabkan pencemaran air, baik air permukaan, air tanah maupun air bawah tanah, sehingga perlu dikelola dengan baik.

Ultrafiltrasi (UF) merupakan proses membran dengan gaya dorong (*driving force*) tekanan untuk memisahkan partikel, mikroorganisme dan molekul-molekul besar (*large molecule*). Media penyaringan merupakan partikel yang berukuran antara (0,001-0,02)  $\mu\text{m}$ . Membran ultrafiltrasi beroperasi pada tekanan antara (1-5) bar dengan batas permeabilitas adalah (10-50) L/m<sup>2</sup>. jam (Mulder, 1996).

Keunggulan membran ultrafiltrasi yaitu memerlukan energi yang rendah untuk operasi dan pemeliharaan, tidak butuh kondisi ekstrim (temperatur dan pH) dan mudah untuk di *scale-up* dari skala laboratorium menjadi skala yang lebih besar, (Notodarmojo dan Devina, 2004). Umur membran juga bisa mencapai 5 tahun, (Drouich, 2001). Meskipun demikian, membran memiliki keterbatasan seperti terjadinya fenomena polarisasi konsentrasi dan *fouling*.

Teknologi membran merupakan teknologi yang dapat digunakan dalam penyisihan kadar zat-zat organik dalam limbah cair, salah satunya adalah membran ultrafiltrasi yang sesuai untuk menahan suspensi koloid dan partikel (bakteri). Dalam pengolahan limbah cair, ada beberapa parameter yang perlu diperhatikan untuk mengukur kadar bahan pencemar seperti BOD<sub>5</sub>, COD, TSS dan pH. Dalam penelitian ini yang akan disisihkan adalah ketiga parameter tersebut.

BOD<sub>5</sub> merupakan parameter yang umum dipakai untuk menentukan tingkat pencemaran bahan organik pada air limbah. BOD<sub>5</sub> adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan bakteri aerobik untuk menguraikan bahan organik di dalam air melalui proses oksidasi biologis (dihitung selama waktu 5 hari pada suhu 20 °C). Semakin tinggi nilai BOD<sub>5</sub> di dalam air limbah, semakin tinggi pula tingkat pencemaran yang ditimbulkan (Fatha, 2007).

COD merupakan jumlah oksigen (MgO<sub>2</sub>) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter sampel air, dimana pengoksidasi K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*). Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air (Fatha, 2007).

TSS merupakan jumlah berat dalam mg/liter kering lumpur yang ada dalam limbah, (Sugiharto, 1987). Penentuan zat padat tersuspensi (TSS) berguna untuk mengetahui kekuatan pencemaran air limbah domestik dan juga berguna untuk penentuan efisiensi unit pengolahan air (Rahmawati dan Azizah, 2005). Tujuan penelitian ini

untuk mengetahui persentasi rejeksi BOD, COD dan TSS dari proses ultrafiltrasi air lindi TPA Muara Fajar

## 2. Bahan dan Metode

### 2.1. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air lindi TPA Rumbai, koagulan Aluminium sulfat, akuades, tisu. Peralatan yang digunakan adalah satu unit modul membran ultrafiltrasi dengan bahan modul *Polyacrylonitrile* (PAN), gelas piala, pH meter, gelas ukur (10 ml dan 100 ml), gelas piala (1000 ml, 2000 ml dan 3000 ml), botol sampel (600 ml), dan *stopwatch*.

### 2.2. Prosedur Penelitian

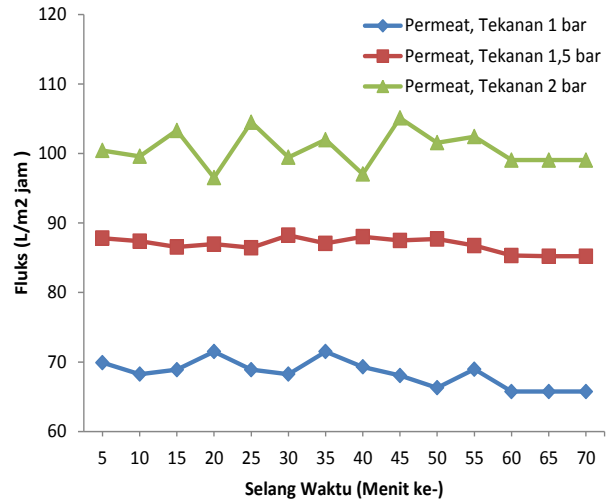
Air lindi TPA Rumbai sebanyak 2000 ml yang telah *ditreatment* dengan proses koagulasi-flokulasi kemudian dialirkan ke membran ultrafiltrasi dengan perlakuan tekanan (1;1,5; 2 bar). Dalam satu kali percobaan, setiap pengambilan 50 ml volume permeat, dicatat waktu untuk mengukur fluks permeatnya dalam 4 menit sekali selama 1 jam. Sedangkan retentat yang dihasilkan *direcycle* kembali ke membran ultrafiltrasi. Tekanan operasi diatur dengan menggunakan katup pengatur tekanan. Pengambilan sampel permeat untuk analisa dihentikan setelah operasi membran mencapai keadaan tunak. Hasil permeat ditampung kemudian diambil sebanyak 300 ml untuk dianalisa kadar COD dan 300 ml untuk analisa BOD<sub>5</sub> dan TSS

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Pengaruh Tekanan Pemompaan dan Waktu Operasi terhadap Ketahanan Membran Ultrafiltrasi

Fluks merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui ketahanan membran ultrafiltrasi. Fluks didefinisikan sebagai permeat dalam jumlah volume tertentu yang melewati satuan luas membran dalam waktu tertentu. Nilai fluks yang dihasilkan cenderung turun terhadap waktu (Mulder, 1996). Fenomena ini terjadi karena flok yang terbentuk dari proses koagulasi-flokulasi menjadi tertahan pada pori-pori membran ultrafiltrasi, sehingga terakumulasi dan membentuk suatu lapisan tipis di dekat permukaan membran ultrafiltrasi yang disebut polarisasi konsentrasi (Notodarmojo dan Deniva 2004).

Pada Gambar 1 ditampilkan hasil perhitungan nilai fluks lindi dengan menggunakan membran ultrafiltrasi yang dioperasikan pada tekanan 1 bar, 1,5 bar dan 2 bar. Nilai fluks tersebut dihubungkan dengan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan lindi sebanyak 50 ml ke dalam membran ultrafiltrasi. Perhitungan nilai fluks permeat lindi dihentikan ketika waktu yang dibutuhkan sudah mencapai konstan.

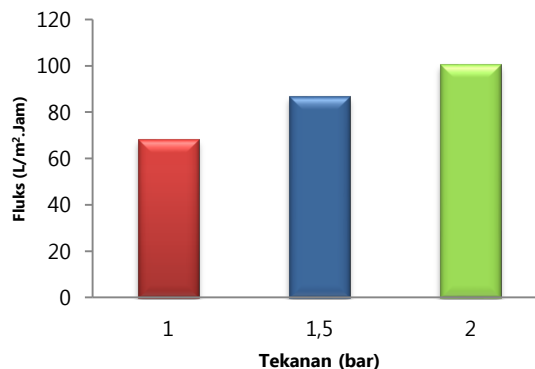


**Gambar 1.** Pengaruh Waktu Operasi dan Tekanan terhadap Pemompaan terhadap Fluks Membran Ultrafiltrasi

Dari gambar 1 dapat dilihat bahwa nilai fluks cenderung turun seiring berjalannya waktu. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu operasi membran maka semakin banyak flok yang terakumulasi dan menempel pada pori-pori membran. Fenomena ini juga sama terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Pinem dan Mesah (2008) yang menggunakan koagulan aluminium sulfat dalam menyisihkan BOD<sub>5</sub>, COD dan TSS limbah cair rumah sakit. Dari grafik tersebut juga dapat dilihat bahwa nilai fluks terhadap waktu cenderung lebih stabil pada tekanan 1,5 bar. Dan jika dibandingkan antara tekanan 1 bar dan 2 bar, nilai fluks tekanan 2 bar jauh lebih bervariasi.

### 3.2. Pengaruh Tekanan Pemompaan terhadap Fluks Membran Ultrafiltrasi

Perubahan tekanan pemompaan pada membran ultrafiltrasi berpengaruh terhadap fluks yang dihasilkan. Pengaruh penambahan tekanan terhadap fluks ditampilkan pada gambar 2.



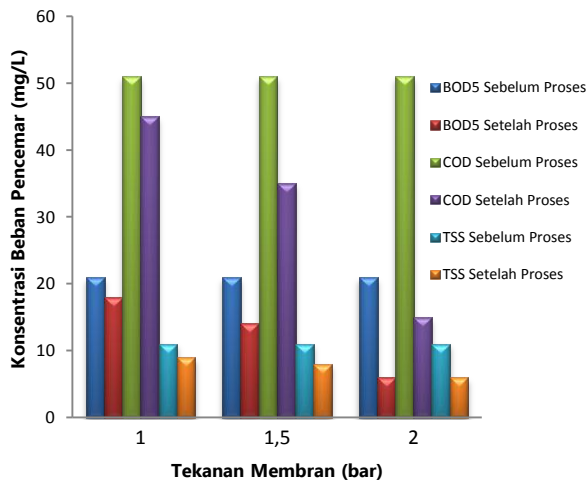
**Gambar 2.** Pengaruh Tekanan terhadap Fluks pada Membran Ultrafiltrasi

Gambar 2 menunjukkan terjadinya perbedaan fluks yang dihasilkan pada masing-masing tekanan pemompaan. Semakin besar tekanan pemompaan, maka makin tinggi nilai fluks. Dengan kata lain nilai fluks berbanding lurus

dengan tekanan pemompaan. Hal ini disebabkan semakin tinggi tekanan, semakin cepat air lindi mengalir melewati membran ultrafiltrasi.

### 3.3. Pengaruh Tekanan Ultrafiltrasi Terhadap Rejeksi BOD<sub>5</sub>, COD dan TSS Air Lindi

Hasil pengolahan lindi dengan konsentrasi koagulan Aluminium sulfat 30 ppm dilanjutkan dengan membran ultrafiltrasi pada tekanan operasi 1 bar, 1,5 bar dan 2 bar dianalisa di Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Riau. Pengaruh perubahan tekanan membran ultrafiltrasi dapat dilihat dari gambar 3 berikut.



**Gambar 3.** Pengaruh Perubahan Tekanan Pemompaan Membran Terhadap BOD<sub>5</sub>, COD dan TSS

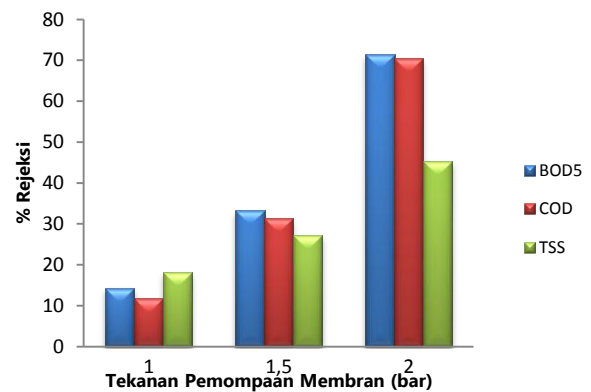
Hasil penelitian yang ditampilkan gambar 3 menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar beban pencemaran setelah melewati membran ultrafiltrasi. Hal ini terjadi karena pori membran ultrafiltrasi yang menahan flok-flok yang terbentuk pada proses koagulasi-flokulasi. Untuk mengetahui kinerja dari membran ultrafiltrasi dalam menyisihkan parameter BOD<sub>5</sub>, COD dan TSS air lindi dapat dilihat dari nilai persentase rejeksi. Nilai persentase rejeksi diperoleh dari selisih antara BOD<sub>5</sub>, COD dan TSS sebelum dengan sesudah membran ultrafiltrasi. Hasil perhitungan persentase rejeksi dapat dilihat pada tabel 1. berikut.

**Tabel 1.** Persentase Rejeksi Membran Ultrafiltrasi.

Parameter (mg/L)	% Rejeksi Membran Ultrafiltrasi		
	1 bar	1,5 bar	2 bar
BOD <sub>5</sub>	14,29	33,33	71,43
COD	11,76	31,37	70,59
TSS	18,18	27,27	45,45

Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa persentase rejeksi BOD<sub>5</sub>, COD dan TSS terjadi pada tekanan pemompaan membran 2 bar, persentase rejeksi BOD<sub>5</sub> sebesar 71,43%, COD 70,59% dan TSS 45,45%. Untuk tekanan 1,5 bar membran ultrafiltrasi mampu menyisihkan BOD<sub>5</sub>, COD, TSS secara berurutan sebesar 33,33%, 31,37% dan 27,27%. Sedangkan pada tekanan 1 bar membran

ultrafiltrasi hanya mampu menyisihkan BOD<sub>5</sub>, COD, TSS secara berurutan sebesar 14,29%, 11,76% dan 18,18%. Dari ketiga variasi tekanan ini penyisihan yang optimum terjadi pada tekanan 2 bar. Untuk lebih jelasnya pengaruh konsentrasi larutan koagulan Aluminium Sulfat terhadap persentase rejeksi BOD<sub>5</sub>, COD dan TSS lindi yang dihasilkan membran ultrafiltrasi dapat dilihat grafik hubungan tekanan pemompaan membran terhadap persentase rejeksi membran ultrafiltrasi pada gambar 4.



**Gambar 4.** Hubungan Rejeksi dengan Tekanan Pemompaan Membran UF.

Dari Gambar 4 dapat diketahui bahwa untuk parameter limbah BOD<sub>5</sub>, COD, dan TSS semakin besar tekanan yang diberikan pada pemompaan membran ultrafiltrasi maka semakin meningkat persentase rejeksi membran ultrafiltrasi tersebut terhadap parameter pencemar

## 4. Kesimpulan

Nilai fluks permeat yang dihasilkan cenderung turun terhadap waktu. Tekanan pemompaan membran ultrafiltrasi berbanding lurus dengan nilai fluks yang dihasilkan. Makin besar tekanan pemompaan makin besar pula fluks yang dihasilkan. Persentase rejeksi lindi yang dihasilkan semakin meningkat seiring meningkatnya tekanan pemompaan dari 1 bar hingga 2 bar. Persentase rejeksi yang optimum dihasilkan pada tekanan 2 bar.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Riau yang telah mendanai penelitian ini pada penelitian berbasis laboratorium tahun 2013.

## Daftar Pustaka

- Drouiche, M. 2001. Economic Study of The Treatment of Surface Water By Small Ultrafiltration Units, Water SA Vol. 27 No. 2, ISSN 0378-4783
- Fatha, A. 2007. Pemanfaatan Zeolit Aktif untuk Menurunkan BOD dan COD Limbah Cair Tahu. Skripsi. Universitas Negeri Semarang.

- 
- Mulder, M. 1996. Basic Principles of Membrane Technology. 2<sup>nd</sup> edition. Kluwer Academic Publisher. Hetherland
- Notodarmojo, S. dan A. Deniva. 2004. Penurunan Zat Organik dan Kekeruhan Menggunakan Teknologi Membran Ultrafiltrasi dengan Sistem Aliran Dead-End (Studi Kasus: Waduk Saguling, Paldarang). PROC. ITB Sains & Tek. Vol. 36 A, No. 1 2004 hal. 63-82. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITB. Bandung
- Pinem, J. A. dan S. K. K. Mesah. 2008. Penyisihan BOD, COD dan TSS Limbah Cair Rumah Sakit Dengan Kombinasi Koagulasi dan Membran Ultrafiltrasi. Skripsi. UNRI Press. Pekanbaru
- Rahmawati, A. A. dan R. Azizah. 2005. Perbedaan Kadar BOD, COD, TSS, dan MPN Coliform Pada Air Limbah, Sebelum dan Sesudah Pengolahan di RSUD Nganjuk. Jurnal Kesehatan Lingkungan, Vol. 2, No.1, Juli 2005: 97-110
- Sugiharto. 1987. Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah. UI-Press. Jakarta.