

Pengolahan Limbah Cair Industri Karet Dengan Kombinasi Proses *Pretreatment* Dan Membran Ultrafiltrasi

Windy Nila Hakim, Jhon Armedi Pinem, Edy Saputra

Laboratorium Pemisahan dan Pemurnian

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

e-mail: windynilahakim28@yahoo.com

Abstract

The development of new industries can increase prosperity for the people, but had a negative impact on the environment. Industries that produce waste one of them is the rubber industry. Rubber industries produce wastewater containing organic compounds are relatively high. Rubber industrial wastewater treatment needs to be done first in order to tackle pollution. This study was conducted to test the effectiveness and influence of pretreatment process and ultrafiltration membranes in wastewater treatment process of the rubber industry. Wastewater rubber which has been neutralized, in coagulation using coagulant aluminum sulfate (150 mg/l; 200 mg/l; 250 mg/l) with stirring speed of 200 rpm for 5 minutes and 60 rpm for 15 minutes, then allowed to stand for 30 minutes. Waste water sample is filtered then ultrafiltration with variations in pumping pressure (1 bar, 1,5 bar, 2 bar). The results showed the coagulation process is effective at a dose of coagulant Aluminum Sulfate 250 mg/l is 58,71% of BOD₅, 59,04% of COD, 35,71% of TSS and 25% of ammonia. The percentage of waste generated rejection increases with increasing pumping pressure of 1 bar to 2 bar. The rejection percentage is 67,30% of BOD₅, 67,19% of COD, 88,15% of TSS and 35,71% of ammonia at 2 bar.

Key Words: *Aluminium sulfate, coagulation, wastewater rubber, membranes, pressure, ultrafiltration*

1. PENDAHULUAN

Pembangunan industri-industri baru pada saat ini dapat meningkatkan kemakmuran bagi masyarakat, namun membawa dampak negatif terhadap lingkungan hidup. Permasalahan tersebut perlu dipertimbangkan beberapa efeknya seperti limbah yang dihasilkan. Industri yang menghasilkan limbah salah satunya adalah industri karet. Industri karet menghasilkan limbah cair yang mengandung senyawa organik yang relatif tinggi. Adanya bahan-bahan organik tersebut menyebabkan nilai BOD

(Biochemical Oxygen Demand) dan COD (Chemical Oxygen Demand) pada limbah cair industri karet menjadi tinggi (Yulianti dkk, 2005).

Limbah cair industri karet perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu untuk menanggulangi pencemaran. Perkembangan teknologi membran sebagai unit pengolah limbah saat ini sangat pesat dan banyak digunakan dalam proses pemisahan. Teknologi membran mempunyai berbagai keunggulan dibandingkan metode pemisahan yang konvensional, di antaranya proses kontinyu, tidak memerlukan

zat kimia tambahan, konsumsi energi rendah, mudah dalam *scale up*, tidak membutuhkan kondisi yang ekstrim, material membran bervariasi dan mudah dikombinasikan dengan proses pemisahan lainnya (Kusumawati dan Tania, 2012).

Pengolahan limbah cair industri karet memiliki beberapa parameter yang perlu diperhatikan untuk mengukur kadar bahan pencemar seperti BOD, COD, TSS, ammonia dan pH. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah menetapkan baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan industri karet dapat dilihat pada Tabel 1.1 berikut:

Tabel 1.1 Baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri karet

PARAMETER	KADAR MAKSIMUM (mg/L)
BOD	60
COD	200
TSS	100
Amonia Total	5
Ph	6,0-9,0

Sumber: PERMENLH RI Nomor 5 Tahun 2014

Koagulasi adalah proses pencampuran bahan kimia (koagulan) dengan air baku sehingga membentuk campuran yang homogen. Partikel-partikel koloid akan saling tarik-menarik dan menggumpal membentuk flok kecil. Flok kecil yang sudah terbentuk dalam proses koagulasi tadi akan membentuk flok yang lebih besar untuk bisa mengendap yang dikenal dengan proses flokulasi. Partikel-

partikel flok yang telah distabilkan selanjutnya saling bertumbukan serta melakukan proses tarik-menarik dan membentuk flok yang ukurannya makin lama makin besar serta mudah mengendap (Margaretha dkk, 2012). Beberapa jenis koagulan dalam praktek pengolahan air diantaranya tawas, sodium aluminat, Poly aluminium chloride (PAC), ferri sulfat, ferri klorida dan ferro sulfat (Mulyadi, 2007).

Membran secara umum dapat didefinisikan sebagai lapisan tipis semipermeabel yang berfungsi sebagai alat pemisah berdasarkan sifat fisiknya. Hasil pemisahan berupa *retentate* dan *permeate*. Ada dua parameter penting yang paling menentukan kinerja membran yaitu fluks (permeabilitas) dan selektifitas (faktor pemisah). 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). Prinsip dasar pemisahan dengan teknologi membran ultrafiltrasi adalah pemisahan berdasarkan ukuran partikel (Notodarmajo dkk, 2004).

2. METODE

2.1 Bahan dan Alat

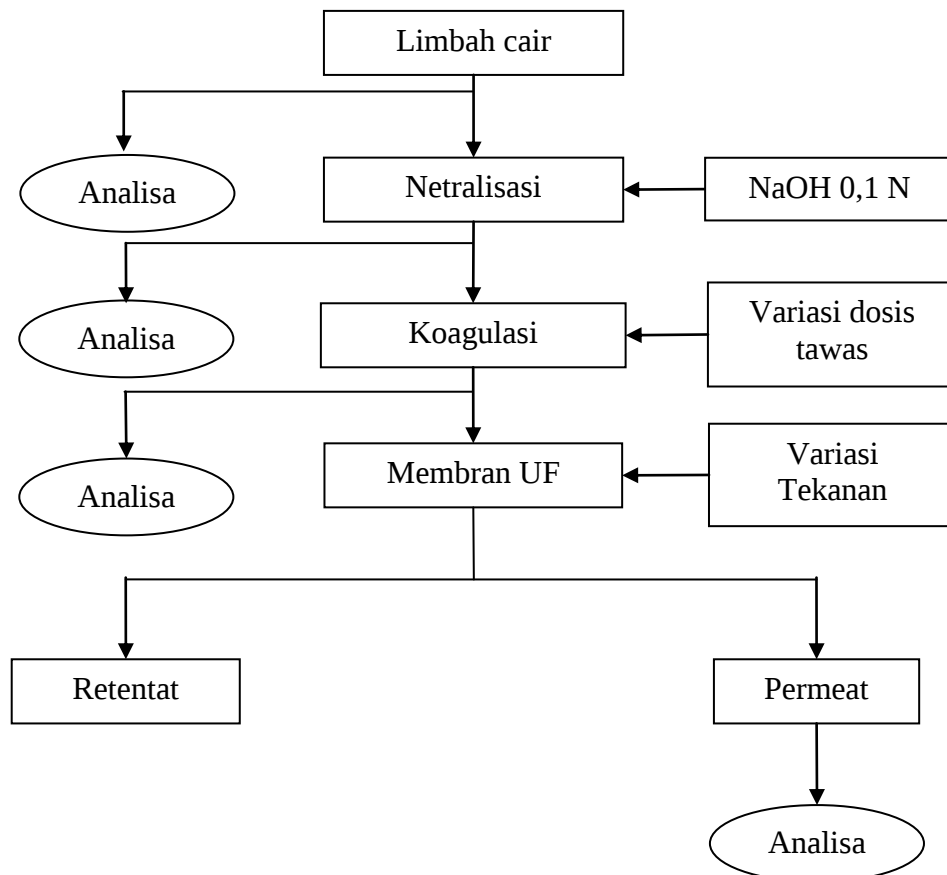
Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini berupa limbah cair industri karet, koagulan tawas (aluminium sulfat), NaOH 0,1 N dan *aquadest*. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi satu unit modul membran ultrafiltrasi berbahan dasar polisulfon, *pressure gauge*, pompa diafragma, motor pengaduk yang dilengkapi dengan

batang pengaduk dan *padle*, gelas piala 2000 ml, kertas saring, timbangan analitik, corong, labu

ukur 1000 ml, gelas ukur 100 ml, pH meter, botol sampel 1000 ml dan 5000 ml, kaca arloji dan *stopwatch*.

2.2 Prosedur Penelitian

Skema prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.1 sebagai berikut:



Gambar 2.1 Skema proses pengolahan limbah cair industri karet

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Awal Limbah Cair Industri Karet

Limbah cair industri karet diperoleh dari pabrik karet *crumb rubber* di daerah Rumbai, Pekanbaru. Limbah cair diperoleh dari kolam penampungan awal limbah cair. Pengambilan sampel tersebut dilakukan tanpa teknik sampling. Sebelum dilakukan pengolahan, limbah cair industri

karet dianalisa terlebih dahulu untuk mengetahui kadar BOD, COD, TSS, ammonia dan pH yang terkandung didalam limbah cair industri karet. Untuk mengetahui konsentrasi awal limbah cair industri karet, maka dilakukan analisa di UPT Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Riau. Hasil analisa awal limbah cair industri karet tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 Analisa awal limbah cair industri karet

Parameter	Baku mutu	Analisa awal limbah
BOD (mg/l)	60	215,8
COD (mg/l)	200	648,8
TSS (mg/l)	100	630,2
Ammonia (mg/l)	5	33,6
pH	6,0-9,0	5,3

Dari Tabel 3.1 di atas menunjukkan bahwa hasil analisa awal limbah cair industri karet untuk parameter BOD sebesar 215,8 mg/l, COD sebesar 648,8 mg/l, TSS sebesar 630,2 mg/l, ammonia sebesar 33,6 mg/l dan pH sebesar 5,3. Hasil analisa tersebut cukup tinggi yaitu melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia nomor 5 tahun 2014.

Pada Tabel 3.1 juga dapat dilihat bahwa pH dari limbah cair industri karet tersebut bersifat asam. Oleh karena itu, limbah cair industri karet perlu dilakukan proses netralisasi terlebih dahulu agar pHnya menjadi 7, untuk mengoptimalkan kinerja koagulan pada proses koagulasi. Koagulan yang digunakan adalah Aluminium Sulfat. Limbah cair industri karet dengan pH netral, kemudian dilanjutkan dengan proses koagulasi untuk mengurangi beban pada proses ultrafiltrasi.

3.2 Pengaruh Dosis Koagulan Aluminium Sulfat pada Proses Koagulasi-Flokulasi terhadap Penyisihan BOD, COD, TSS dan Ammonia

Limbah cair industri karet yang telah dinetralkan, di koagulasi menggunakan koagulan Aluminium Sulfat (150 mg/l; 200 mg/l; 250 mg/l) dengan kecepatan pengadukan 200 rpm selama 5 menit dan 60 rpm selama 15 menit, setelah itu didiamkan selama 30 menit. Kemudian air limbah dipisahkan dari endapan/flok menggunakan kertas saring.

Sampel yang telah melewati proses koagulasi dianalisa kembali untuk mengetahui kadar BOD, COD, TSS dan ammonia. Analisa dilakukan untuk mengetahui kualitas limbah cair industri karet setelah proses koagulasi dan untuk mengetahui pengaruh variasi dosis koagulan pada proses koagulasi. Hasil analisa tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut:

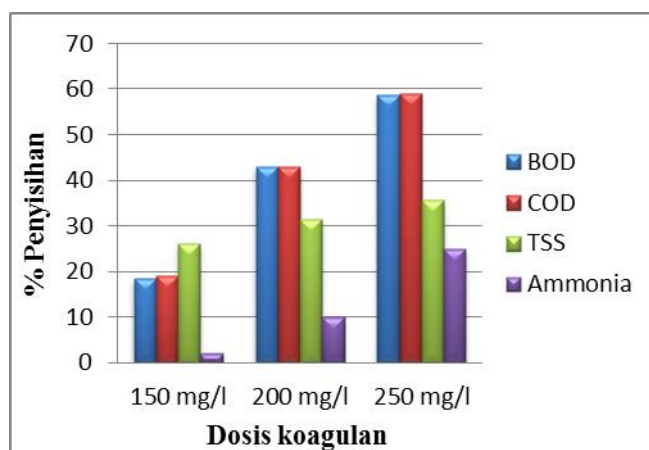
Tabel 3.2 Hasil analisa limbah cair industri karet sebelum dan setelah proses koagulasi

Parameter	Baku mutu	Sebelum penambahan koagulan	Hasil analisa Setelah penambahan koagulan		
			150 mg/l	200 mg/l	250 mg/l
BOD (mg/l)	60	216,3	176,2	123,3	89,3
COD (mg/l)	200	649	525	370	265,8
TSS (mg/l)	100	630	465	432	405
Ammonia (mg/l)	5	33,6	32,9	30,2	25,2
pH	6,0-9,0	7	6,92	6,92	6,91

Dari Tabel 3.2 di atas, setelah penambahan koagulan dengan variasi dosis koagulan yaitu 150 mg/l, 200 mg/l dan 250 mg/l menunjukkan bahwa konsentrasi limbah cair industri karet mengalami penurunan secara signifikan. Pada dosis koagulan 250 mg/l didapatkan penurunan tertinggi yaitu BOD sebesar 89,3 mg/l, COD sebesar 265,8 mg/l, TSS sebesar 405 mg/l dan ammonia sebesar 25,2 mg/l. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi dosis koagulan, maka semakin banyak zat yang aktif mendestabilisasikan muatan partikel-partikel koloid yang terlarut. Tidak stabilnya partikel-partikel koloid tersebut menyebabkan partikel yang

satu akan berikatan dengan partikel lainnya membentuk flok (Arinaldi dan Ferdian, 2013). Hal inilah yang membuat kadar BOD, COD, TSS dan ammonia limbah cair industri karet setelah proses koagulasi-flokulasi lebih kecil dari pada sebelum proses koagulasi-flokulasi.

Efektifitas proses koagulasi limbah cair industri karet pada setiap dosis koagulan dapat diketahui dari nilai persentase penyisihan. Nilai persentase penyisihan tersebut diperoleh dari perhitungan data pada Tabel 3.2 yang menggambarkan selisih antara nilai parameter sebelum dengan setelah proses koagulasi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Efektifitas proses koagulasi

Dari Gambar 3.1 di atas, dapat diketahui bahwa dosis koagulan Aluminium Sulfat 250 mg/l lebih efektif menurunkan beban pencemaran. Hal ini disebabkan karena dosis koagulan Aluminium Sulfat 250 mg/l lebih banyak menyisihkan beban pencemar di dalam limbah cair industri karet. Persentase penyisihan yang didapat pada penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rizal dkk (2013). Hal ini disebabkan karena perbedaan dosis koagulan yang digunakan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rizal dkk (2013), dosis koagulan yang digunakan adalah 20 mg/l, 40 mg/l dan 60 mg/l.

Adapun penyebab lainnya dikarenakan limbah cair yang

digunakan sebagai bahan baku juga berbeda. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rizal dkk (2013), limbah cair yang digunakan adalah air lindi. Namun demikian, konsentrasi limbah cair industri karet tersebut masih belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Selanjutnya limbah cair yang telah melalui proses koagulasi-flokulasi pada dosis koagulan Aluminium Sulfat 250 mg/l kemudian akan digunakan sebagai umpan pada proses membran ultrafiltrasi.

3.3 Hasil Analisa Permeat

Hasil analisa permeat membran ultrafiltrasi dari limbah cair industri karet dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut:

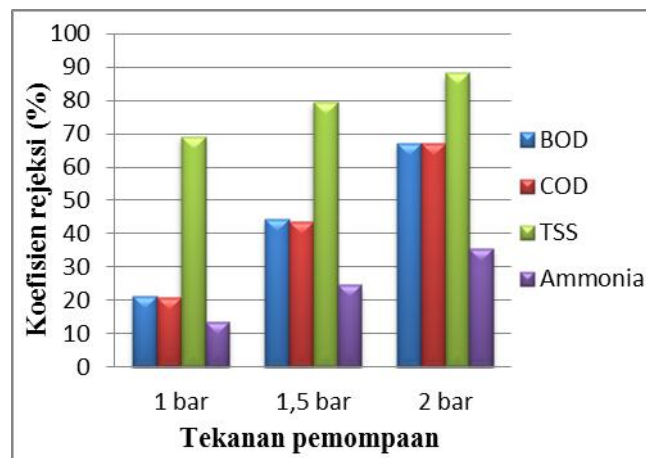
Tabel 3.3 Analisa permeat membran ultrafiltrasi

Parameter	Baku Mutu	Analisa awal limbah	Setelah Penambahan koagulan 250 mg/l	Analisa Permeat		
				1 bar	1,5 bar	2 bar
BOD (mg/l)	60	215,8	89,3	70,3	49,5	29,2
COD (mg/l)	200	648,8	265,8	210,6	150	87,2
TSS (mg/l)	100	630,2	405	125	83	48
Ammonia (mg/l)	5	33,6	25,2	21,8	19	16,2
pH	6,0-9,0	5,3	6,90	6,90	6,90	6,90

Dari Tabel 3.3, menunjukkan bahwa konsentrasi limbah cair industri karet mengalami penurunan secara signifikan. Pada tekanan 2 bar didapatkan penurunan tertinggi yaitu BOD sebesar 29,2 mg/l, COD sebesar 87,2 mg/l, TSS sebesar 48 mg/l dan ammonia sebesar 16,2 mg/l. Hal ini disebabkan karena semakin besar tekanan, maka debit limbah cair yang melewati membran akan semakin meningkat dan semakin

banyak partikel-partikel, zat-zat organik dan mikroorganisme yang tertahan pada membran ultrafiltrasi (Pinem dkk, 2014).

Untuk mengetahui kinerja dari membran ultrafiltrasi dalam menyisihkan parameter BOD, COD, TSS dan ammonia limbah cair industri karet dapat dilihat dari nilai persentase rejeksi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut:



Gambar 3.2 Pengaruh tekanan pemompaan membran ultrafiltrasi terhadap penyisihan BOD, COD, TSS dan ammonia

Dari Gambar 3.2 dapat diketahui bahwa persentase rejeksi tertinggi terjadi pada tekanan pemompaan 2 bar yaitu BOD sebesar 36,39%, COD 29,94%, TSS 82,71% dan ammonia sebesar 35,71%. Dimana pada tekanan 2 bar tersebut, membran ultrafiltrasi telah mampu menurunkan kadar BOD, COD dan TSS dibawah standar baku mutu limbah cair industri karet. Namun untuk ammonia, membran ultrafiltrasi hanya mampu menurunkan kadar hingga 35,71% dan belum memenuhi baku mutu ammonia yang boleh dibuang kelingkungan.

Ketidakefektifan penurunan kadar ammonia dikarenakan pada proses koagulasi-flokulasi dan membran ultrafiltrasi, ammonia yang dapat disisihkan adalah ammonia yang terionisasi (NH_4^+), sedangkan ammonia tak terionisasi (NH_3) tidak dapat disisihkan. NH_3 tidak dapat disisihkan karena merupakan molekul ammonia yang mudah menguap. Hal ini menyebabkan kadar ammonia belum memenuhi baku mutu lingkungan dikarenakan masih terdapat kandungan NH_3 di

dalam limbah cair. NH_3 dapat dihilangkan dengan cara absorpsi menggunakan larutan penyerap (Licon,2012). Menurut (Ekasari, 2013), NH_3 dapat dihilangkan dengan cara absorpsi menggunakan larutan penyerap seperti asam sulfat, sehingga NH_3 dapat bereaksi menjadi ammonium sulfat yang dapat digunakan sebagai pereaksi kimia dan lain sebagainya.

Koefisien rejeksi yang diperoleh pada penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan koefisien rejeksi yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan oleh Rizal dkk (2013). Hal ini disebabkan karena perbedaan tekanan pemompaan maksimum. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rizal dkk (2013), tekanan pemompaan maksimum yang digunakan adalah 1 bar. Dari hasil analisa permeat pada Tabel 3.3, maka dapat ditentukan persentase penyisihan kombinasi proses koagulasi menggunakan koagulan Aluminium Sulfat 250 mg/l dan rejeksi membran ultrafiltrasi yang dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut:

Tabel 3.4 Persentase penyisihan koagulan dan rejeksi membran ultrafiltrasi

Tekanan	% Penyisihan		
	1 bar	1,5 bar	2 bar
BOD	67,5	77,11	86,5
COD	67,55	76,88	86,56
TSS	80,16	86,83	92,38
Ammonia	35,12	43,45	51,78

Pada Tabel 3.4 di atas, dapat diketahui persentase penyisihan tertinggi dari kombinasi proses koagulasi-flokulasi dan membran ultrafiltrasi. Persentase penyisihan tertinggi didapatkan pada tekanan 2 bar yaitu BOD sebesar 86,5%, COD sebesar 86,56%, TSS sebesar 92,38% dan ammonia sebesar 51,78%.

4. KESIMPULAN

Proses koagulasi berlangsung efektif pada dosis koagulan Aluminium Sulfat 250 mg/l dengan persentase penyisihan yaitu BOD₅ sebesar 58,71%, COD sebesar 59,04%, TSS sebesar 35,71% dan ammonia sebesar 25%. Persentase rejeksi terbesar dihasilkan pada tekanan 2 bar yaitu BOD₅ sebesar 67,30%, COD sebesar 67,19%, TSS sebesar 88,15% dan ammonia sebesar 35,71%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ekasari S.R., (2013), *Penyisihan Ammonia dari Air Limbah Menggunakan Gabungan Proses Membran dan OKsidasi Lanjut dalam Reaktor Hibrida Ozon-Plasma Menggunakan Larutan Penyerap Asam Sulfat*, Thesis Pasca Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok
- Kusumawati N., dan Septiana T., (2012), *Pembuatan dan Uji Kemampuan Membran Kitosan sebagai Membran Ultrafiltrasi untuk Pemisahan Zat Warna Rhodamin B*, Molekul, Vol. 7 No. 1, Mei 2012: 43-52
- Licon E., S.Casas., A. Alcaraz., J.L Cortina., dan C. Valderrama, (2012), *Ammonia Removal From Water By Liqui-Liquid Membrane Contactor Under Loop Regime*, Proceedings of the COMSOL Conference, Universitat Politecnica De Catalunya, Barcelona, Spain
- Mesah S. K. K., (2008), *Penyisihan BOD, COD dan TSS Limbah Cair Rumah Sakit Dengan Kombinasi Koagulasi dan Membran Ultrafiltrasi*, Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru
- Mulder M., (1996), *Basic Principles of Membrane Technology*. 2nd edition, Kluwer Academic Publisher, Hetherland
- Mulyadi, (2007), *Chemical Proses Control In Water Treatment*, Reguler Training, Serpong, Aula IPA Cisadane
- Notodarmojo S., dan Anne D., (2004), *Penurunan Zat Organik dan Kekeruhan Menggunakan Teknologi Membran Ultrafiltrasi dengan Sistem Aliran Dead-End*, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Vol 36 A, No.1: 63-82
- Pinem J.A., Megah S.G., dan Maria P., (2014), *Pengolahan Air Lindi TPA Muara Fajar dengan*

- Ultrafiltrasi*, Jurnal Teknobiologi, Vol. 1: 43-46
- Saeed M., (2010), *Membrane Ultrafiltration*, Norwegian University of Science and Technology, Department of Chemical Engineering, NO-7491 Trondheim, Norway
- Susanto J.P., Sri P.G., Sri M. Dan Siti H.I., (2004), *Pengolahan Lindi (Leachate) dari TPA dengan Sistem Koagulasi-Biofilter Anaerobic*, Jurnal Teknik Lingkungan, P3TL-BPPT, 5: (3): 167-173
- Yulianti D., Kusumo W., dan Widya M., (2005), *Pemanfaatan Limbah Cair Pabrik Karet PTPN IX Kebun Batu Jamus Karang Anyar Hasil Fitoremediasi dengan Azolla microphylla Kaulf untuk Pertumbuhan Tanaman Padi (Oryza sativa Linn.)*, BioSMART, Vol. 7, No. 2, Oktober 2005:125-130