

PENGARUH KECEPATAN PENGADUKAN DAN TEKANAN PEMOMPAAN PADA KOMBINASI PROSES KOAGULASI DAN MEMBRAN ULTRAFILTRASI DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI KARET

Selvi Angraini¹, Jhon Armedi Pinem², Edy Saputra²

¹ Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Panam, Pekanbaru 28293

² Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Panam, Pekanbaru 28293

E-Mail: selvi.epi.anggraini@gmail.com

ABSTRACT

Laboratory scale studies have been conducted to assess the effect of stirring speed and pressure pumping on a combination of coagulation and ultrafiltration membranes in crumb rubber wastewater treatment. Prior to treatment, neutralization of wastewater in advance using 0.1 N NaOH to obtain a pH neutral in wastewater. The function of neutralization is to optimize the performance of the coagulation process. wastewater which has been neutralized then carried coagulation-flocculation process using a coagulant PAC with a concentration of 100 ppm. Coagulation process is done by varying the stirring speed of 100 rpm, 200 rpm and 300 rpm for 5 minutes and continued with the process of flocculation with a stirring speed of 60 rpm for 10 minutes. Wastewater then allowed to sedimentation for 30 minutes to precipitate the floc-floc had formed. Then the wastewater is separated from the sediment / floc using filter paper. The result showed that the maximum stirring speed in the coagulation process to reduce pollutant load in wastewater rubber is 200 rpm. Wastewater has been coagulated with stirring speed of 200 rpm and then fed into the ultrafiltration membranes with a variation of pressure of 1 bar, 2 bar and 3 bar. The maximum operating pressure ultrafiltration membranes to reduce the pollutant load in wastewater rubber is 3 bar. A combination of coagulation and ultrafiltration membrane able to reduce pollutant load in wastewater rubber with a value of BOD decline is 84.11%, COD is 84.17% , TSS is 95.40% and ammonia is 51.19%.

Keywords: Ammonia, BOD, COD, coagulation, wastewater, ultrafiltration membranes, PAC, TSS.

1. Pendahuluan

Karet merupakan salah satu komoditas yang mampu menyumbangkan kontribusi yang besar dalam upaya peningkatan devisa negara. Indonesia mempunyai lahan perkebunan karet terluas di dunia dengan luas lahan yang mencapai 3.616.694 Ha (Direktorat Jendral Perkebunan, 2014). Kebutuhan karet diperkirakan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan industri otomotif, peralatan industri, kebutuhan rumah sakit, alat kesehatan, tekstil, keperluan rumah tangga dan sebagainya.

Perkembangan industri karet berpengaruh positif terhadap peningkatan devisa negara dan pertumbuhan ekonomi penduduk. Akan tetapi industri karet juga memberikan dampak negatif terhadap lingkungan sebagai akibat dari limbah cair industri karet yang belum memenuhi daya dukung badan air ketika dibuang ke lingkungan. Limbah cair yang dibuang ke lingkungan harus memperhatikan daya dukung badan air sebab jika tidak hal ini dapat menyebabkan terjadinya kelangkaan sumber air bersih dan berdampak pada manusia dan makhluk hidup lainnya.

Setiap industri karet harus memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang layak sehingga hasil olahan limbah cair dapat memenuhi baku mutu limbah sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2014. Dalam menentukan desain IPAL, industri karet harus memperhatikan beberapa faktor diantaranya karakteristik limbah, laju alir limbah, ketersediaan lahan, standar air olahan yang diinginkan dan kemampuan pembiayaan. Mahalnya biaya yang harus dikeluarkan untuk pembuatan maupun perawatan peralatan pengolahan limbah karet serta tidak tersedianya keberadaan lahan yang besar menimbulkan banyak pengelola pabrik karet tidak mengolah limbah cair yang ada sehingga banyak pabrik karet yang langsung membuang limbah hasil pengolahan ke badan air tanpa memikirkan dampak yang akan ditimbulkan pada lingkungan (Suligundi, 2013).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengolah limbah cair industri karet adalah dengan menggunakan teknologi membran. Teknologi membran banyak digunakan dalam proses pemisahan salah satunya diaplikasikan sebagai pengolahan air limbah. Teknologi ini dapat memperpendek tahapan proses, mengurangi kebutuhan bahan kimia dan energi, sehingga dapat mengurangi biaya pengolahan limbah. Jenis membran yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah adalah membran ultrafiltrasi.

Akan tetapi masalah yang sering ditemui dalam penggunaan membran ultrafiltrasi adalah kecenderungan terjadinya penurunan fluks sepanjang waktu pengoperasian akibat pengendapan materi di permukaan membran, yang dikenal dengan istilah *fouling*. Untuk mengurangi penumpukan materi pada membran, diperlukan perlakuan pendahuluan berupa proses koagulasi-flokulasi. Proses koagulasi-flokulasi bertujuan untuk mengurangi penumpukan materi pada membran akibat partikel-

partikel yang terbawa bersama dengan air limbah sehingga dapat mengurangi beban kerja membran dan memperpanjang waktu operasi (*running time*) dari membran. Namun sifat kimia koagulan sangat tergantung pada pH. Jika pH di atas atau di bawah standar maka proses pembentukan makroflok akan sulit terjadi sehingga terjadi pengendapan yang kurang sempurna. Pengendapan yang kurang sempurna akan menyebabkan air yang diolah masih dalam keadaan keruh. Limbah cair industri karet mempunyai pH rendah akibat dari penggunaan asam formiat. Untuk menetralkan pH limbah cair industri karet diperlukan proses netralisasi dengan penambahan kaustik soda pada limbah cair industri karet sebelum dilakukan proses koagulasi-flokulasi. Hal ini bertujuan agar proses pembentukan makroflok lebih mudah terjadi sehingga terjadi pengendapan yang sempurna.

Penelitian ini akan mengkombinasikan proses koagulasi-flokulasi dan membran ultrafiltrasi dalam mengolah limbah cair industri karet. penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan kecepatan pengadukan pada proses koagulasi dan tekanan operasi pada membran ultrafiltrasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji efektifitas dan pengaruh proses koagulasi dan penggunaan membran ultrafiltrasi dalam proses pengolahan limbah cair industri karet yang mengacu kedalam standar baku mutu limbah cair industri karet yang aman dibuang ke lingkungan.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan dan alat

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini berupa limbah cair industri karet, koagulan *Poly Aluminium Chlorida* (PAC), NaOH 0,1 N dan aquades. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi satu unit modul membran ultrafiltrasi berbahan dasar *polysulfone* (PS) dengan diameter pori 0,001 μm dan luas permukaan membran 0,36 m^2 ,

pressure gauge, pompa diafragma, motor pengaduk yang dilengkapi dengan batang pengaduk dan *padle*, gelas piala 2000 ml, kertas saring, corong, labu ukur 1000 ml, gelas ukur 100 ml, pH meter, botol sampel 1000 ml dan 5000 ml, kaca arloji, timbangan analitik dan *stopwatch*.

2.2 Prosedur penelitian

- **Persiapan limbah cair industri karet**

Sebelum dilakukan pengolahan, limbah cair industri karet dianalisa terlebih dahulu untuk mengetahui kadar BOD, COD, TSS, ammonia dan pH yang terkandung di dalam limbah cair industri karet. Limbah cair industri karet bersifat asam, untuk mengoptimalkan proses koagulasi-flokulasi pH limbah cair industri karet dinetralkan terlebih dahulu dengan bantuan NaOH 0,1 N sampai mencapai pH netral. Volume NaOH yang digunakan dicatat kemudian limbah cair industri karet dengan pH netral diumpungkan ke dalam proses koagulasi-flokulasi.

- **Proses koagulasi-flokulasi**

Kedalam limbah cair industri karet ditambahkan koagulan PAC dengan konsentrasi koagulan 100 mg/l limbah cair. Sampel akan dilakukan pengadukan cepat selama 5 menit dengan variasi kecepatan pengadukan 100 rpm; 200 rpm dan 300 rpm. Kemudian masing-masing sampel yang telah diaduk dengan pengadukan cepat dilanjutkan dengan pengadukan lambat selama 10 menit dengan kecepatan pengadukan 60 rpm. larutan kemudian didiamkan selama 30 menit. Sampel limbah yang telah dilakukan proses koagulasi-flokulasi akan membentuk 2 lapisan, lapisan atas berupa air yang berwarna sedikit bening sedangkan lapisan bawah berupa air keruh yang berisi endapan/flok. Kemudian air limbah dipisahkan dari endapan/flok menggunakan kertas saring. Sampel yang telah melewati proses koagulasi-flukulasi dianalisa kembali untuk mengetahui kadar BOD, COD, TSS, Ammonia dan pH.

- **Filtrasi menggunakan membran ultrafiltrasi**

Limbah cair industri karet dengan dosis koagulan yang paling efektif menurunkan kadar BOD, COD, TSS, dan ammonia yang hampir mendekati baku mutu limbah industri karet akan dialirkan ke dalam membran ultrafiltrasi dengan variasi tekanan 1 bar; 2 bar; dan 3 bar. Tekanan operasi diatur dengan menggunakan katup pengatur tekanan. Pada masing-masing variasi tekanan, dalam setiap percobaan dilakukan pengambilan 50 ml volume permeat setiap 5 menit sekali dan dicatat waktu yang dibutuhkan untuk mengambil permeat. Pengambilan permeat untuk analisa dihentikan setelah operasi mencapai keadaan tunak. Retentat yang dihasilkan di *recycle* kembali ke membran ultrafiltrasi. Permeat yang dihasilkan ditampung kemudian dianalisa kadar BOD, COD, TSS, Ammonia dan pH pada masing-masing tekanan.

3. Hasil dan pembahasan

3.1 Persiapan 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. Limbah cair industri karet kemudian dianalisa untuk mengetahui kualitas limbah cair industri karet berdasarkan parameter BOD, COD, TSS, Ammonia dan pH. Hasil analisa limbah cair industri karet disajikan pada Tabel 1

Tabel 1 Hasil analisa limbah cair industri karet

No	Parameter	*Baku mutu	Hasil analisa limbah
1	BOD (mg/l)	60	215,8
2	COD (mg/l)	200	648,8
3	TSS (mg/l)	100	630,2
4	Ammonia	5	33,6
5	(mg/l) pH	6.0-9.0	5,3

Hasil analisa yang ditampilkan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa limbah cair industri karet memiliki tingkat pencemaran yang tinggi. Sebelum dilakukan proses koagulasi dan flokulasi, limbah cair industri karet dinetralkan terlebih dahulu dengan bantuan NaOH 0,1 N. Proses netralisasi bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja koagulan pada proses koagulasi. Koagulan yang digunakan adalah koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC). Koagulan ini bekerja optimum pada rentang pH 6,0-9,0. Menurut (Arinaldi dan Ferdian, 2013), Proses koagulasi flokulasi menggunakan koagulan PAC akan memberikan hasil yang lebih baik pada pH netral. Pada proses netralisasi, volume NaOH yang digunakan untuk menetralkan pH limbah cair industri karet sebanyak 15 ml per liter air limbah. Limbah yang telah dinetralkan di analisa kembali. Hasil analisa limbah cair industri karet setelah dinetralkan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil analisa limbah cair industri karet setelah di netralisasi

No	Parameter	*Baku mutu	Hasil analisa limbah
1	BOD (mg/l)	60	216,3
2	COD (mg/l)	200	649
3	TSS (mg/l)	100	630
4	Ammonia (mg/l)	5	33,6
5	pH	6.0-9.0	7,0

Hasil analisa yang ditampilkan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa tidak terjadi perubahan yang signifikan pada BOD, COD, TSS, dan Ammonia setelah proses netralisasi. Ini menunjukkan bahwa proses netralisasi hanya berperan dalam merubah pH limbah cair. Limbah cair industri karet yang telah dinetralkan selanjutnya akan digunakan sebagai umpan proses koagulasi.

3.2 Pengaruh kecepatan pengadukan pada proses koagulasi terhadap penurunan kadar BOD, COD, TSS dan ammonia

Sampel limbah cair industri karet yang telah dinetralkan menjadi pH 7 kemudian di koagulasi menggunakan koagulan PAC pada konsentrasi koagulan 100 mg/l limbah cair industri karet dengan variasi kecepatan pengadukan 100 rpm, 200 rpm dan 300 rpm selama 5 menit dan kemudian dilanjutkan dengan proses flokulasi dengan kecepatan pengadukan 60 rpm selama 10 menit. Proses koagulasi-flokulasi bertujuan untuk mengurangi penumpukan materi pada membran akibat partikel-partikel yang terbawa bersama dengan air limbah sehingga dapat mengurangi beban kerja membran dan memperpanjang waktu operasi (*running time*) dari membran.

Sampel limbah cair industri karet yang telah di koagulasi-flokulasi kemudian dianalisa. Hasil analisa tersebut disajikan pada Tabel 3.

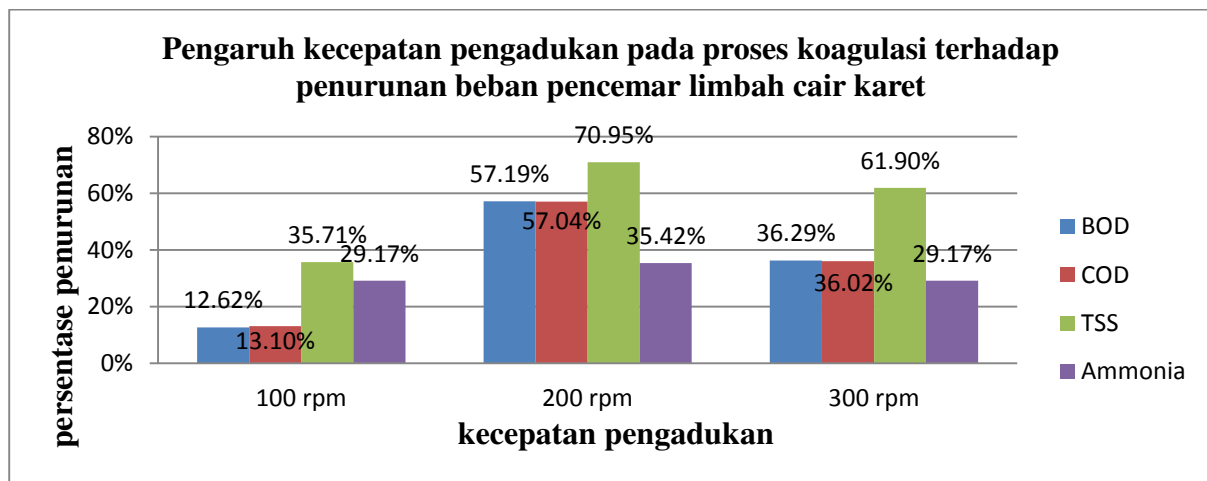
Tabel 3 Hasil analisa limbah cair industri karet sebelum dan setelah proses koagulasi

No	Parameter	*Baku mutu	Limbah sebelum koagulasi-flokulasi	Limbah setelah koagulasi-flokulasi		
				Kecepatan pengadukan koagulasi		
				100 rpm	200 rpm	300 rpm
1	BOD (mg/l)	60	216,3	189	92,6	137,8
2	COD (mg/l)	200	649	564	278,8	415,2
3	TSS (mg/l)	100	630	405	183	240
4	Ammonia (mg/l)	5	33,6	23,8	21,7	23,8
5	pH	6,0-9,0	7	6,91	6,91	6,90

Hasil analisa yang ditampilkan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar BOD, COD, TSS, Ammonia setelah dilakukan proses koagulasi-flokulasi dengan menggunakan koagulan PAC. Kualitas limbah cair industri karet menjadi lebih baik dibandingkan dengan kondisi awal. Penurunan kadar pencemar ini disebabkan karena terjadinya destabilisasi partikel-partikel koloid pada saat penambahan koagulan sehingga partikel-partikel tersebut dapat bergabung dan menggumpal membentuk flok. Kecepatan pengadukan juga berpengaruh terhadap proses koagulasi. Kecepatan pengadukan mampu meningkatkan kontak serta tumbukan antar partikel-partikel koloid dengan koagulan

sehingga memudahkan penggumpalan flok dan membantu proses pengendapan (Lin dkk, 2013).

Untuk mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan pada proses koagulasi terhadap penurunan beban pencemaran limbah cair industri karet dapat diketahui dari nilai persentase penurunan beban pencemar pada variasi kecepatan pengadukan 100 rpm, 200 rpm dan 300 rpm. Nilai persentase penurunan beban pencemar tersebut diperoleh dari data yang ditampilkan pada Tabel 2 dan Tabel 3 yang menggambarkan selisih antara nilai parameter sebelum proses koagulasi dengan setelah proses koagulasi. Persentase penurunan tersebut dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1 Pengaruh kecepatan pengadukan pada proses koagulasi terhadap penurunan beban pencemar limbah cair industri karet

Gambar 1 menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan pengadukan, semakin baik proses koagulasi berlangsung. Hal ini disebabkan karena pengadukan membantu proses pencampuran koagulan kedalam air, proses destabilisasi partikel dan penggabungan presipitat yang terbentuk menjadi flok-flok sehingga semakin tinggi kecepatan pengadukan, maka pertumbuhan flok akan semakin besar (Lin dkk, 2013). Akan tetapi kecepatan pengadukan yang berlebihan maupun yang kurang dapat menurunkan efisiensi penyisihan padatan.

Kecepatan pengadukan yang melebihi kecepatan pengadukan maksimum tidak lagi memperbesar ukuran flok, karena flok sudah berada pada kondisi jenuh (Aktas dkk, 2012). Penambahan kecepatan pengadukan akan menurunkan persentase efektifitas koagulasi karena flok-flok akan terurai kembali menjadi partikel-partikel kecil yang sulit mengendap.

Pada Gambar 1 dapat diketahui bahwa kecepatan pengadukan 200 rpm lebih efektif menurunkan beban pencemaran dibandingkan kecepatan pengadukan 100 rpm dan 300 rpm dengan

persentase penurunan pada kecepatan pengadukan 200 rpm yaitu BOD sebesar 57,19 %, COD sebesar 57,04%, TSS sebesar 70,95 %, dan ammonia sebesar 35,42 %. Hal ini disebabkan karena kecepatan pengadukan 200 rpm merupakan kecepatan maksimum untuk menurunkan kadar BOD, COD, TSS dan ammonia pada limbah cair industri karet. Setelah dicapai kecepatan pengadukan maksimum, maka larutan akan stabil dan mampu membentuk flok yang padat.

Flok-flok yang terbentuk akibat proses koagulasi kemudian diproses lebih lanjut dengan proses flokulasi. Flokulasi merupakan proses penggabungan flok-flok hasil proses koagulasi dengan teknik pengadukan lambat. Pada pengadukan lambat 60 rpm selama 10 menit pada proses flokulasi, gaya tarik-menarik antar partikel koloid menjadi lebih besar dan dominan dibandingkan gaya tolak-menolak dan menghasilkan flok dengan ukuran lebih besar. Flok-flok yang berukuran lebih besar akan mudah untuk diendapkan atau disaring pada proses pengolahan selanjutnya. Ketika pembentukan flok sudah maksimal, flok-flok tersebut akan mengendap ke dasar gelas piala dan membentuk dua lapisan, yaitu pada lapisan atas berupa air limbah jernih dan lapisan bawah berupa endapan flok yang mengendap pada dasar gelas piala. Endapan flok kemudian dipisahkan dari air limbah dengan bantuan kertas saring. Hal ini yang membuat kadar polutan didalam limbah cair setelah proses

koagulasi lebih kecil dari pada sebelum proses koagulasi (Rizal dkk, 2013). Limbah cair yang telah melalui proses koagulasi pada kecepatan pengadukan 200 rpm selanjutnya akan dilewatkan kedalam membran ultrafiltrasi untuk diproses lebih lanjut.

3.3 Pengaruh tekanan pemompaan membran ultrafiltrasi terhadap penurunan kadar BOD,COD, TSS dan ammonia limbah cair industri karet

Proses koagulasi-flokulasi telah mampu menurunkan kadar BOD,COD,TSS dan ammonia limbah cair industri karet. Namun penurunan kadar ini belum memenuhi baku mutu limbah cair industri karet yang boleh di buang ke lingkungan. Oleh sebab itu limbah cair industri karet akan dilakukan pengolahan lebih lanjut menggunakan membran ultrafiltrasi.

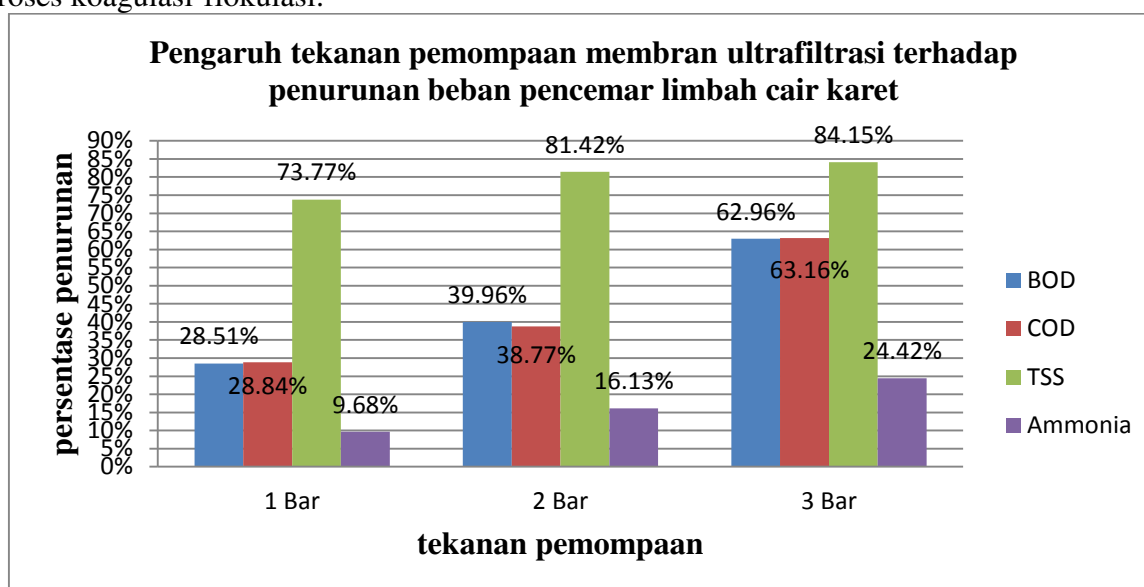
Limbah cair industri karet hasil koagulasi-flokulasi dengan konsentrasi koagulan PAC 100 mg/l limbah cair dengan kecepatan pengadukan 200 rpm selama 5 menit untuk pengadukan cepat dan kecepatan pengadukan 60 rpm selama 10 menit untuk pengadukan lambat kemudian dilakukan pengolahan lebih lanjut dengan membran ultrafiltrasi pada tekanan operasi 1 bar; 2 bar dan 3 bar. Sampel limbah cair industri karet yang telah dilewatkan kedalam membran ultrafiltrasi kemudian dianalisa Hasil analisa disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil analisa limbah cair industri karet sebelum dan setelah dilewatkan kedalam membran ultrafiltrasi

No	Parameter	Baku mutu	Limbah hasil koagulasi dengan kecepatan pengadukan 200rpm	Tekanan pemompaan		
				1 bar	2 bar	3 bar
1	BOD(mg/l)	60	92,6	66,2	55,6	34,3
2	COD(mg/l)	200	278,8	198,4	170,7	102,7
3	TSS(mg/l)	100	183	48	34	29
4	Ammonia(mg/l)	5	21,7	19,6	18,2	16,4
5	pH	6,0-9,0	6,91	6,91	6,91	6,91

Hasil analisa yang ditampilkan pada Tabel 4 menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar BOD, COD, TSS dan Ammonia setelah dilewatkan kedalam membran ultrafiltrasi. Hal ini disebabkan karena *medium filter* membran ultrafiltrasi memiliki kemampuan untuk memisahkan partikel yang berukuran antara 0,001-0,2 μm (Mulder,1996) sehingga membran ultrafiltrasi mampu menahan partikel-partikel dan mikroorganisme berukuran kecil yang tidak dapat disisihkan pada saat proses koagulasi-flokulasi.

Untuk mengetahui pengaruh tekanan pemompaan pada membran ultrafiltrasi terhadap penurunan beban pencemaran limbah cair industri karet dapat diketahui dari nilai koefisien rejeksi. Nilai koefisien rejeksi diperoleh dari selisih antara BOD, COD, TSS dan Ammonia sebelum dan sesudah dilewatkan kedalam membran ultrafiltrasi. Koefisien rejeksi membran ultrafiltrasi dapat dilihat pada Gambar 2

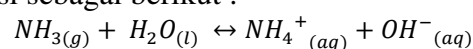


Gambar 2 Pengaruh tekanan pemompaan membran ultrafiltrasi terhadap penurunan beban pencemar limbah cair industri karet

Dari Gambar 2 dapat diketahui bahwa tekanan 3 bar menghasilkan persentase penurunan beban pencemar yang paling tinggi dibandingkan dengan tekanan 1 bar dan 2 bar. Pada tekanan 3 bar diperoleh koefisien rejeksi BOD sebesar 62,96 %, COD sebesar 63,16 %, TSS sebesar 84,15% dan ammonia sebesar 24,42 %. Dimana pada tekanan ini membran ultrafiltrasi telah mampu menurunkan kadar BOD, COD dan TSS dibawah standar baku mutu limbah cair industri karet yang diperbolehkan dibuang kelingkungan sesuai dengan PERMENLH RI Nomor 5 tahun 2014. Dengan penurunan signifikan terjadi pada TSS yang mencapai 84,15 %. Namun untuk ammonia, membran ultrafiltrasi hanya

mampu menurunkan kadar hingga 24,42 % dan belum memenuhi baku mutu ammonia yang boleh dibuang kelingkungan.

Di dalam keadaan terlarut, ammonia terdapat dalam dua bentuk yaitu ammonia yang tidak terionisasi (NH_3) dan ammonia terionisasi (NH_4^+). NH_3 merupakan senyawa yang sangat beracun bagi organisme yang hidup didalam air, sedangkan NH_4^+ tidak terlalu berbahaya (Ekasari, 2013). Ion NH_4^+ dan NH_3 membentuk suatu kesetimbangan dengan reaksi sebagai berikut :



Pada proses penyisihan ammonia dengan proses koagulasi dan membran ultrafiltrasi, ammonia yang dapat

disisihkan hanyalah ammonia yang terionisasi NH_4^+ sedangkan NH_3 belum dapat disisihkan karena berada dalam fasa gas. Hal ini yang menyebabkan penyisihan ammonia pada limbah cair karet belum memenuhi baku mutu lingkungan dikarenakan masih terdapat kandungan NH_3 didalam limbah cair. Oleh sebab itu, untuk parameter ammonia diperlukan pengolahan lebih lanjut untuk menyisihkan NH_3 agar dapat memenuhi baku mutu ammonia pada limbah cair industri karet yang aman dibuang ke lingkungan. NH_3 dapat dihilangkan dengan cara absorpsi menggunakan larutan penyerap (Licon dkk, 2012). Menurut Ekasari (2013), asam sulfat dapat digunakan sebagai larutan penyerap sehingga NH_3 dapat bereaksi dengan asam sulfat menjadi ammonium sulfat yang dapat digunakan sebagai pereaksi kimia dan lain sebagainya. Pada tekanan pemompaan 3 bar membran ultrafiltrasi mampu menurunkan ammonia menjadi 16,4 mg/l.

Semakin besar tekanan membran ultrafiltrasi maka semakin meningkat koefisien rejeksi. Hal ini disebabkan karena semakin besar tekanan, maka debit limbah cair yang melewati membran akan semakin meningkat dan semakin banyak mikroorganisme, partikel-partikel serta zat-zat organik yang tertahan pada membran ultrafiltrasi (Pinem dkk, 2014) sehingga permeat yang dihasilkan lebih jernih.

4. Kesimpulan dan saran

• Kesimpulan

Kombinasi proses koagulasi dan membran ultrafiltrasi mampu menurunkan beban pencemar pada limbah cair industri karet dengan nilai penurunan BOD sebesar 84,11%, COD 84,17%, TSS 95,40% dan ammonia 51,19%. dimana nilai BOD, COD dan TSS telah memenuhi baku mutu limbah yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 tahun 2014.

Kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap proses koagulasi. Kecepatan pengadukan maksimum pada proses koagulasi untuk menurunkan beban pencemar pada limbah cair industri karet adalah 200 rpm.

Persentase penurunan beban pencemar pada limbah meningkat seiring meningkatnya tekanan pemompaan dari 1 bar hingga 3 bar. Tekanan operasi maksimum membran ultrafiltrasi untuk menurunkan beban pencemar pada limbah cair industri karet adalah sebesar 3 bar.

• Saran

Perlu dilakukan studi lebih lanjut untuk pengolahan lanjutan pada ammonia sehingga kadar ammonia dapat diturunkan dan dapat memenuhi baku mutu yang aman dibuang ke lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aktas, T.S., M. Fujibayashi., C. Maruo., M. Nomura., dan O. Nishimura (2012). *Influence Of Velocity Gradient And Rapid Mixing Time On Flocs Formed By Polysilica Iron (PSI) And Polyaluminum Chloride (PACl)*. Journal Desalination And Water Treatment. Departement Of Civil And Environmental Engineering, Tohoku University. Japan.
- Arinaldi dan Ferdian (2013). *Pengolahan Air Lumut dengan Kombinasi Proses Koagulasi dan Ultrafiltrasi*. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri 2, 2, 8-13
- Direktorat Jendral Perkebunan, (2014). *Luas Areal, Produksi dan Produktivitas Perkebunan di Indonesia*
- 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

- Pascasarjana, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok.
- Jadhao, R.K., dan S.D. Dawande. (2012). *Reverse Osmosis And Ultrafiltration Membrane For Hospital Wastewater Treatment. International Journal of Chemical Sciences and Applications*. 3,2, 283-288
- Licon, E., S. Casas., A. Alcaraz., J.L. Cortina., dan C. Valderrama. (2012). *Ammonia Removal From Water By Liquid-Liquid Membrane Contactor Under Loop Regime*. Proceedings Of The COMSOL Conference. Universitat Politecnica De Catalunya, Barcelona, Spain
- Lin, J.L., J.R. Pan., dan C. Huang. (2013). *Enhanced Particle Destabilization And Aggregation By Flash-mixing Coagulation For Drinking Water Treatment*. Journal Separation and Purification Technology. Institute of environmental Engineering, National Chiao Tung University. Taiwan.
- Mulder, M. (1996). *Basic Principles of Membrane Technology*. 2nd edition. Kluwer Academic Publisher. Hetherland
- Peraturan Menteri Negara Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2014. (2014). *Baku Mutu Air Limbah*.
- Pinem, J.A., M.S. Ginting., dan M. Peratenta. (2014). *Pengolahan Air Lindi TPA Muara Fajar Dengan Ultrafiltrasi*. Jurnal Teknobiologi, 5, 1, 43-46.
- Rizal, Y., J.A. Pinem., dan M.P. Sembiring. (2013). *Pengaruh Konsentrasi Koagulan pada Penyisihan BOD, COD dan TSS Air Lindi TPA Sentajo dengan Menggunakan Kombinasi Koagulasi-Flokulasi dan Ultrafiltrasi*. Fakultas Teknik, Universitas Riau. Pekanbaru
- Suligundi, B.T. (2013). *Penurunan Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) pada Limbah cair industri karet Dengan Menggunakan Reaktor Biosand Filter yang Dilanjutkan dengan Reaktor Activated Carbon*. Jurnal Teknik Sipil UNTAN. 13, 1, 30-43. Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura. Kalimantan Barat
- Wah, W.P., N.K., Sulaiman., M. Nachiappan dan B. Varadaraj. (2002). *Pretreatment And Membrane Ultrafiltration Using Treated Palm Oil Mill Effluent (POME)*. Journal Songklanalarin J.Sci. Technol, 24, 891-898