

PRE-TREATMENT AIR PAYAU DENGAN KOAGULAN TEPUNG JAGUNG DAN FILTRASI DENGAN MEMBRAN ULTRAFILTRASI SISTEM ALIRAN CROSSFLOW

Kardo¹⁾, Syarfi Daud²⁾, Shinta Elystia²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, ²⁾Dosen Teknik Lingkungan
Laboratorium Pengendalian dan Pencegahan Pencemaran Lingkungan
Program Studi Teknik Lingkungan S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam,
Pekanbaru 28293
Email : kardoalminasyi@gmail.com

ABSTRACT

The coastal area are poor raw water eligible to be used as a standard raw water based on PERMENKES No. 492/210 and PP No. 82/2001. This area typically used brackish water daily needs. Due to the presence of sea water intrusion in to wells. The brackish water are not suitable to be use continue. It therefore requires treatment to get suitable water. Pre-treatment of brackish water with contrarch as coagulant and filtration membrane as alternative technology to be developed in water treatment. This research aims to be knowing the influence of coagulant dose variation, the transmembrane flux and rejection against of salinity, turbidity, COD, TSS, and pH. This result are showing the best reduction of pre-treatment process in 50 ppm therefore efectivity each other are salinity 23,61%, turbidity 43,64%, COD 83,58%, TSS 98,03%, and pH 12,05%. The filtration with membrane each parameter are salinity 89,09%, turbidity 88,94%, COD 58%, TSS 85,71 and pH 27,10%. Flux value obtained pressure is 1,5 bar that is 276,506 l/m².jam.

Keywords: *Brackish Water, COD (Chemical Oxygent Demand), Corn Starch, Pre-treatment, Ultrafiltration Membrane, Salinity, TSS (Total Suspended Solid), Turbidity*

1. PENDAHULUAN

Wilayah pesisir pantai dan pulau-pulau kecil di tengah lautan lepas merupakan daerah-daerah yang sangat miskin akan sumber air tawar, sehingga mengalami masalah pemenuhan kebutuhan air minum. Air bersih merupakan kebutuhan dasar manusia yang paling penting, sehingga diperlukan ketercukupan dari segi kualitas dan kuantitas untuk menjamin kelangsungan hidup manusia. Sumber daya air yang

terdapat di daerah pesisir pantai umumnya berkualitas buruk, misalnya air tanahnya yang payau atau asin. Namun disisi lain sumber air yang secara kuantitas tidak terbatas adalah air laut, walaupun kualitasnya sangat buruk karena banyak mengandung kadar garam sangat tinggi [Idaman, 2012]. Air payau adalah campuran air tawar dan air laut (air asin) yang biasa ditemukan pada daerah-daerah muara dan pesisir. Air payau umumnya

memiliki kualitas yang tidak memenuhi persyaratan air bersih yang sesuai dengan standar baku mutu air bersih Republik Indonesia. Air payau memiliki ciri-ciri antara lain berwarna kuning kecoklat-coklatan, derajat keasaman (pH) 7-9, kesadahan > 500mg/l, kandungan logam Fe 2-5 ppm, kandungan Mn 2-3 ppm dan kandungan klorida \pm 1.500 ppm. Air payau memiliki kadar air 95,5-96,5% dimana sisanya 3,3-4,5% terdiri dari berbagai macam mineral yang melarut [Mudiat, 1996]. Kondisi air payau yang seperti ini diperlukannya pengolahan terlebih dahulu sebelum digunakan. Air payau yang digunakan tanpa pengolahan terlebih dahulu dapat menyebabkan penyakit, seperti diare, kerusakan gigi, kerusakan hati, ginjal dan lain-lain. Air payau dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai air bersih, setelah dilakukan proses pengolahan terlebih dahulu.

Mengatasi hal ini diperlukan studi pengolahan studi pengolahan air bersih agar bisa dimanfaatkan dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan suatu pembaharuan atau inovasi dalam hal teknologi, proses maupun bahan aditif yang digunakan dalam pengolahan air bersih. Salah satu bahan aditif yang ditambahkan dalam pengolahan air bersih ialah koagulan. Penggunaan koagulan pada proses koagulasi untuk destabilisasi muatan dengan menekan /menghilangkan lapisan *diffused layer* sehingga yang tersisa adalah gaya tarik menarik antar partikel (*Van der Waals*). Koagulan memegang peranan penting dalam pengolahan air bersih [Prihatinningtyas dan Efendi, 2013].

Menurut Kawamura [1991], koagulan yang umum digunakan dapat dibedakan menjadi polimer anorganik dan polimer alami. Koagulan yang umum digunakan adalah koagulan kimia seperti alum sulfat, *poly aluminium chloride*, ferro sulfat (FeSO_4), dan ferri klorida (FeCl_3). Menurut Ozacar [2003] bahwa koagulan kimia dapat memacu timbulnya penyakit *Alzheimer*. Oleh karena itu, saat ini sedang dikembangkan pemanfaatan bahan alami sebagai koagulan karena memiliki beberapa beberapa keuntungan antara lain bersifat *biodegradable*, lebih aman terhadap kesehatan manusia. koagulan alami dapat dijumpai dengan mudah karena dapat diambil atau diekstrak dari bahan lokal berupa tumbuhan dan hewan [Prihatinningtyas dan Efendi, 2013].

Berbagai studi tentang penggunaan koagulan alami telah banyak dilakukan, salah satunya tepung jagung yang digunakan sebagai koagulan alami. Charoenlarp dan Prabphane [2015] melalui penelitian mengungkapkan bahwa tepung jagung mampu digunakan sebagai koagulan karena tepung jagung bersifat polielektrolit yang memiliki gugus karboksil, hidroksil, hidroksil dan amida yang mampu mengikat partikel-partikel koloid di dalam air. Pemanfaatan tepung jagung saat ini didominasi untuk konsumsi, sedangkan produksinya mengalami peningkatan setiap tahun sejak tahun 2008 bahkan di prediksi akan mengalami surplus dalam hal produksi dibandingkan dengan konsumsinya [Zubachtirodin, 2008].

Pengolahan air payau menjadi air bersih juga dapat diolah

menggunakan teknologi membran ultrafiltrasi. Membran ultrafiltrasi dapat menahan/ memisahkan mikroorganisme *pathogen* kecil seperti virus dengan sangat efektif dapat mengurangi kekeruhan air. Penggunaan membran ultrafiltrasi saat ini terbilang lebih praktis dan lebih aman dibandingkan pengolahan dengan proses konvensional (manual/proses kimia). Keunggulan membran ultrafiltrasi yaitu memerlukan energi yang sedikit untuk operasi dan pemeliharaan, tidak membutuhkan kondisi yang ekstrim (temperature dan pH) dan mudah untuk di *scale-up* dari skala laboratorium menjadi skala yang lebih besar [Notodarmojo dan Devina, 2004].

Merupakan teknologi yang ramah lingkungan karena tidak menimbulkan dampak yang buruk bagi lingkungan, dapat mengurangi senyawa organik dan anorganik yang berada dalam air tanpa menggunakan bahan kimia dalam pengoperasiannya [Wenten, 1999]. Meskipun demikian, membran memiliki keterbatasan seperti terjadinya fenomena *fouling*. [Mulder, 1996].

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji alternatif pengolahan air payau dengan menggunakan *pre-treatment* dan membran ultrafiltrasi adalah:

1. Menentukan massa koagulan tepung jagung yang tepat dalam pengolahan air payau menjadi air bersih dalam menurunkan kadar salinitas, kekeruhan, COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan TSS (*Total Suspended Solid*) air payau pada proses koagulasi-flokulasi.

2. Mengetahui Fluks dan % rejeksi kadar salinitas, kekeruhan, COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan TSS (*Total Suspended Solid*) dengan kombinasi proses Koagulasi-Flokulasi dan Filtrasi Membran Ultrafiltrasi.
3. Mengetahui pengaruh waktu terhadap fluks membran ultrafiltrasi.

2. METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air payau, tepung jagung dan *aquadest*.

Alat dan Instrumentasi

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi satu unit modul membrane ultrafiltrasi berbahan dasar *Polysulfon* dengan diameter pori 0.001 m dan luas permukaan membrane 0,051841, *Pressure Gauge*, Pompa diafragma, satu unit *Jar Test*, *Beaker Glass 1000 ml*, *Beaker glass 100 ml*, kertas saring, timbangan analitik, corong, gelas ukur 100 ml, pH meter, ayakan 100 mesh, botol sampel 1000 ml, dan *Stopwatch*, *Turbidity meter*, *Heating Block*, buret.

Persiapan Penelitian

Prosedur penelitian ini terdiri dari 3 tahap, yaitu tahap pertama analisa sampel air payau untuk mengetahui kadar salinitas, COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*) dan kekeruhan air payau yang akan digunakan sebagai *base line* dan aktivitas tepung jagung sebagai koagulan. Tahap kedua dilakukan proses koagulasi-flokulasi untuk melihat efektivitas dari tepung jagung sebagai koagulan. Tahap

ketiga dilanjutkan dengan filtrasi menggunakan membran ultrafiltrasi. Penelitian ini dimulai dengan melakukan persiapan diantaranya pengambilan air payau, pengambilan *aquadest*, pengolahan menggunakan proses koagulasi-flokulasi, dan filtrasi menggunakan membran ultrafiltrasi. Prosedur pra-penelitian diperlukan untuk memastikan metode yang digunakan dalam penelitian ini sudah sesuai dan memberikan hasil yang valid dan benar seperti yang diharapkan [Syarfi, 2013 dalam Miki, 2015].

Uji Karakteristik Awal Sampel

Sampel air payau yang berasal dari Kabupaten Bengkalis, dilakukan analisa awal terhadap pH, salinitas, kekeruhan, COD, dan TSS. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kadar masing masing parameter.

Pembuatan Tepung Jagung

Biokoagulan yang akan dipergunakan adalah tepung jagung. Awalnya, biji jagung yang diperoleh dijemur sampai cukup kering dan kemudian diblender sampai halus. Tepung jagung yang telah terbentuk disaring menggunakan ayakan untuk mendapatkan ukuran tepung jagung 100 mesh. Bubuk koagulan yang diperoleh kemudian disisihkan dan disimpan untuk dipergunakan pada proses penanganan air payau.

Aktivasi Tepung Jagung sebagai Koagulan

Untuk mengaktifkan tepung jagung sebagai koagulan maka perlu dilakukan ekstraksi menggunakan larutan NaCl 0,5 N. 10 gram Tepung jagung dilarutkan menggunakan larutan NaCl 0,5 N sebanyak 100 ml kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 10 menit.

Supernatan yang dihasilkan dari pengadukan ini digunakan sebagai koagulan. Untuk mencegah terjadinya beberapa kerusakan yang seperti perubahan pH, viskositas dan aktivitas mikroba pada proses koagulasi maka koagulan tepung jagung langsung digunakan pada saat penelitian Charoenlarp dan Prabphane [2015].

Proses Pretreatment Air Payau

Sebelum dilakukan pre-treatment dengan koagulasi-flokulasi terlebih dahulu sampel dilakukan pemeriksaan awal terkait parameter yang akan diuji. Perlakuan pertama di dalam *beaker glass* 1000 ml dimasukkan 500 ml sampel air payau. Lalu tambahkan variasi dosis koagulan yang sudah diaktivasi sebanyak 50,100, 150 dan 200 mg/l kedalam masing-masing *beaker glass* dan dilakukan pengadukan menggunakan *jar test* dengan kecepatan 200 rpm selama 2 menit, dilanjutkan dengan proses pengadukan lambat selama 5 menit dengan kecepatan 60 rpm.

Proses Filtrasi Air Payau dengan Membran Ultrafiltrasi

Penyaringan dilakukan selama 100 menit, air payau dialirkan ke membrane ultrafiltrasi dengan tekanan 0,5; 1; 1,5 bar. Dalam satu kali percobaan setiap 5 menit selama 100 menit dicatat volume permeat yang tersaring. Sedangkan *retentat* yang dihasilkan di *recycle* ke membran ultrafiltrasi. Tekanan operasi diatur dengan menggunakan katup pengatur tekanan. setelah dilakukan penyaringan untuk masing-masing tekanan, kemudian dilakukan pengambilan sampel permeat untuk dianalisa. Hasil

permeat kemudian diambil dan dianalisa.

Analisa dan Pengolahan Data

Hasil penelitian yang telah dilakukan, dilanjutkan dengan teknik analisa data yang diperoleh. Teknik analisa data akan dilakukan dengan urutan sebagai berikut.

1. Analisa awal sampel (*permeat*) dari air payau untuk dianalisa kadar salinitas, kekeruhan, COD, TSS dan pH.
2. Teknik analisa hasil filtrasi menggunakan membran ultrafiltrasi.

Analisa Sampel Dari Pengambilan Data Air Payau

Analisa untuk menentukan nilai efisiensi hasil pre-treatment dan filtrasi dengan membran ultrafiltrasi, dapat menggunakan persamaan [Sitompul, dkk. 2013]

$$Eff = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \times 100\% \quad (3.1)$$

Dimana :

- Eff : Efisiensi Pengolahan (%)
 C_{in} : Konsentrasi parameter dalam sampel awal
 C_{out} : Konsentrasi parameter setelah pengolahan

Untuk menentukan nilai fluks dan rejeksinya dapat menggunakan rumus 3.2 dan 3.3.

$$J = \frac{V}{A \times t} \quad (3.2)$$

Dimana :

- J : fluks ($L/m^2 \cdot jam$)
V : Volume Permeat (L)
A : Luas Membran (m^2)
t : Waktu (jam)

$$R = \left[1 - \frac{C_p}{C_f} \right] \times 100\% \quad (3.3)$$

Dimana :

- R : Koefisien Rejeksi (%)
 C_p : Konsentrasi zat terlarut dalam permeat
 C_f : Konsentrasi zat terlarut dalam umpan

Pemeriksaan Nilai Salinitas

Pemeriksaan nilai TSS sangat di perlukan untuk mengetahui jumlah kadar keasinan yang terkandung didalam air payau. Untuk analisa kadar salinitas menggunakan alat Refraktometer.

Pemeriksaan Nilai Kekeruhan

Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat dalam air. Bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi tanah liat, lumpur, bahan-bahan organik yang tersebar dan partikel-partikel kecil yang tersuspensi. Zat anorganik biasanya berasal dari pelapukan batuan dan logam sedangkan yang bersifat organik berasal dari pelapukan tanaman atau hewan [Pramuhardini, 2012]. Untuk analisa parameter kekeruhan mengacu pada SNI 06.6989.25.2005.

Pemeriksaan Nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Pemeriksaan terhadap nilai COD diperlukan untuk mengetahui jumlah konsentrasi zat organik yang terkandung dalam air. Nilai COD tinggi akan mengakibatkan miskinnya kandungan oksigen di badan air sehingga mengganggu

ekosistem perairan [Elystia, 2012]. Untuk analisa parameter COD mengacu pada SNI 06.6989.15-2004.

Pemeriksaan Nilai TSS

Total Suspended Solid (TSS) merupakan padatan yang bervariasi dari berukuran kasar hingga yang berbentuk koloid, seperti tanah, pasir, serta jasad-jasad renik. Ukuran dari TSS biasanya berkisar antara

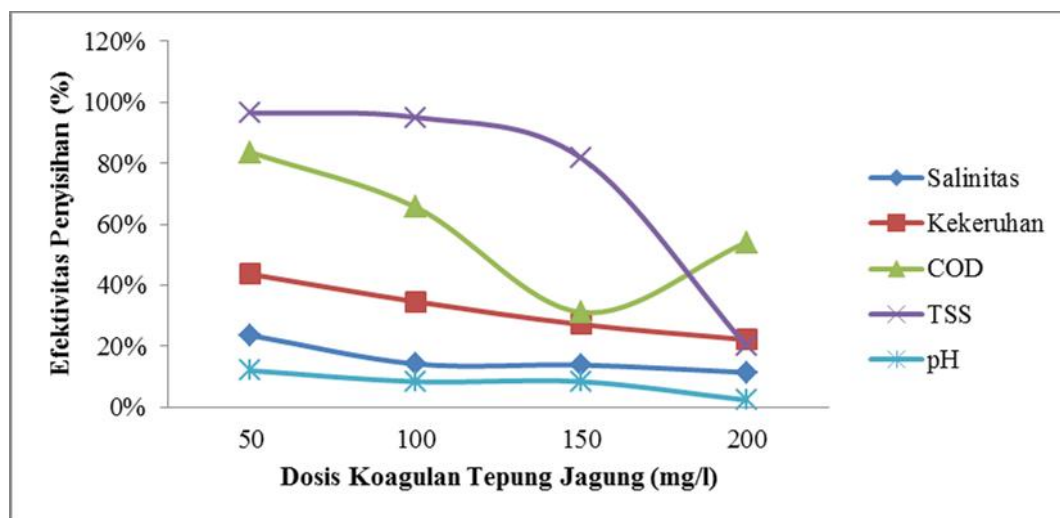
0,45-1,58 m [Said, 2009]. Untuk analisa parameter TSS mengacu pada SNI 06.6989.25.2005.

Pemeriksaan Nilai pH

Parameter pH merupakan indikator yang menggambarkan aktivitas hydrogen dalam badan air. Pemeriksaan nilai pH dilakukan dengan alat pH meter

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Efektivitas Penyisihan Salinitas, Kekeruhan, COD, TSS dan pH dengan *Pre-treatment*.



Gambar 3.1 Efektivitas Proses *Pre-treatment* Air Payau dengan Koagulan Tepung Jagung

Gambar 4.1 memperlihatkan bahwa ada kecenderungan yang menurun untuk setiap konsentrasinya. Konsentrasi yang diberikan dengan variasi yang berbeda pada setiap sampelnya dapat diketahui bahwa semakin banyak konsentrasi yang diberikan maka semakin kecil efisiensi penyisihannya.

Efektivitas penurunan salinitas air payau dapat yang

diperoleh setelah *pre-treatment* menggunakan proses koagulasi-flokulasi dan waktu pengendapan selama 30 menit dan variasi konsentrasi koagulan tepung jagung 50, 100, 150 dan 200 mg/l diperoleh efektivitas penyisihannya secara berturut-turut adalah 23,61%; 14,24%; 13,89% dan 11,46%. Dari jenjang variasi ini di simpulkan bahwa penurunan salinitas cenderung menurun yang relatif kecil, dimana

semakin besar jumlah koagulan yang ditambahkan maka semakin menurun efisiensinya.

Penurunan kekeruhan air payau yang diperoleh dengan waktu pengendapan selama 30 menit konsentrasi koagulan tepung jagung yang diberikan 50, 100, 150 dan 200 mg/l adalah 43,64%; 34,66%; 27,18% dan 22,19%. Hal ini disebabkan oleh padatan yang tersuspensi ataupun koloid-koloid yang bermuatan negatif yang terkandung dalam air payau yang memberikan kontribusi kekeruhan yang bereaksi dengan protein yang terkandung di dalam koagulan alami [Sri, 2010].

Gambar 4.1 menunjukkan efektivitas penurunan COD dalam air payau yang diperoleh dengan waktu pengendapan selama 30 menit variasi konsentrasi koagulan tepung jagung 50, 100, 150 dan 200 mg/l didapati efektivitasnya adalah 83,58%; 65,59%; 31,17% dan 54,08%. Dari variasi konsentrasi ini didapati bahwa telah terjadi fluktuatif terhadap efektivitas penyisihan parameter COD dari semula naik sebesar 83,61% pada konsentrasi 50 mg/l lalu mengalami penurunan yang signifikan pada konsentrasi 150 mg/l yaitu sebesar 31,15% dan mengalami kenaikan kembali pada konsentrasi 200 mg/l sebesar 54,08%.

Efektivitas penurunan TSS pada Gambar 4.1 setelah melalui proses *pre-treatment* dan waktu pengendapan selama 30 menit, diperoleh efisiensi penyisihannya TSS pada konsentrasi 50 mg/l sebesar 96,55% dan terendah pada konsentrasi 200 mg/l sebesar 20,20%. Hal ini dapat diartikan bahwa semakin besar konsentrasi koagulan yang diberikan berpengaruh sangat signifikan dalam

menurunkan TSS. Diketahui bahwa padatan yang tersuspensi dalam air payau mengalami kenaikan jumlah disebabkan tidak saling berikatannya partikel-partikel koloid dengan koagulan, hal ini disebabkan oleh kembali stabilnya partikel-partikel koloid di dalam air yang seiring dengan penambahan dosis koagulan [Rambe, 2009]. Menurut Rusdi [2014], kelebihan dosis koagulan mengakibatkan ion-ion kation tidak lagi mengikat ion-ion anion, karena tidak adanya interaksi antar partikel.

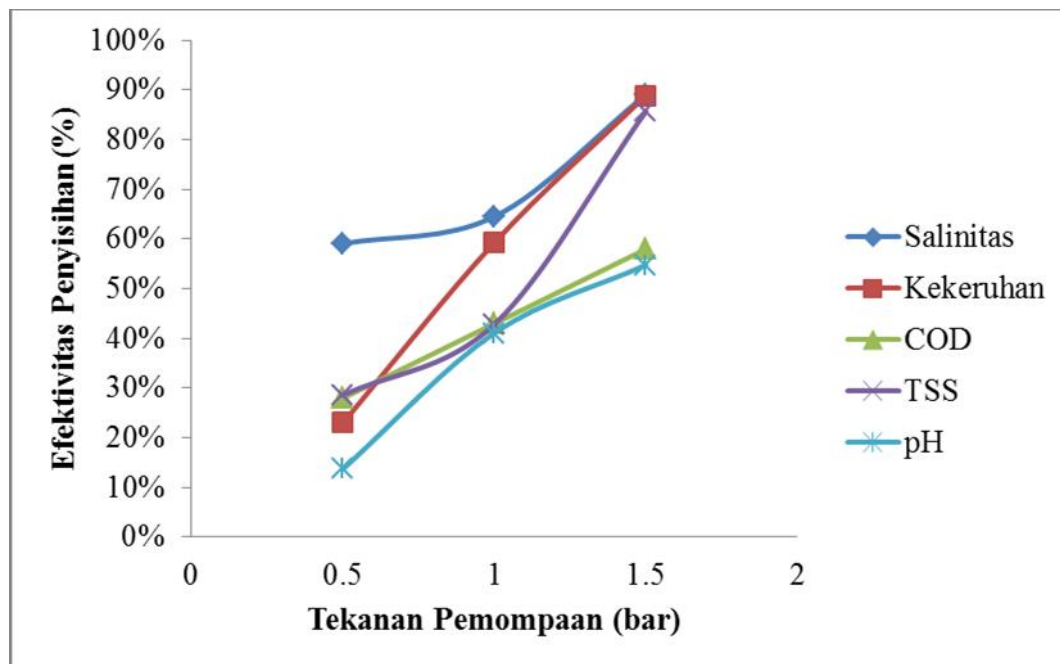
Hasil *pre-treatment* yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 diketahui bahwa efektivitas penurunan pH dengan dosis koagulan yang diberikan sebanyak 50, 100, 150 dan 200 mg/l dan waktu pengendapan selama 30 menit adalah 12,05%; 8,43%; 8,43% dan 2,41%. Semakin besar dosis koagulan yang diberikan dapat dilihat bahwa terjadi penurunan efisiensi penyisihannya pada prinsipnya yang terjadi proses hidrolis dalam air [Rusdi, 2014].

Jadi secara keseluruhan pada Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa massa konsentrasi koagulan tepung jagung dalam *pre-treatment* air payau dan waktu pengendapan selama 30 menit diperoleh dosis terbaik yaitu pada konsentrasi 50 mg/l yang mampu menurunkan kadar parameter yang diuji dibandingkan dengan konsentrasi koagulan tepung jagung lainnya. Penambahan konsentrasi koagulan sebanyak 50 mg/l merupakan penambahan yang sudah optimal untuk membentuk flok-flok yang padat. Massa konsentrasi koagulan yang berlebih tidak lagi mampu memperbesar ukuran flok karena sudah berada pada kondisi jenuh, sehingga flok-flok yang berukuran besar akan mengalami

penguraian kembali menjadi partikel-partikel kecil yang sulit mengendap. Setelah proses *pre-treatment* ini dilakukan ada beberapa parameter yang belum memenuhi baku mutu air bersih sesuai dengan PP No 82 Tahun 2001 dan Permenkes 492

Tahun 2010. Air payau yang telah melalui *pre-treatment* dan diperoleh umpan yang terbaik dari dosis 50 mg/l selanjutnya di lakukan penyaringan menggunakan membran ultrafiltrasi sistem aliran *crossflow* untuk pengolahan lebih lanjut.

Pengaruh Tekanan Membran Ultrafiltrasi Terhadap Penurunan Salinitas, Kekeruhan, COD, TDD dan pH Air Payau setelah *pre-treatment*.



Gambar 3.2 Efektivitas Penurunan Parameter Uji Terhadap Tekanan Membran

Kinerja membran ultrafiltrasi dalam menyisihkan parameter salinitas, kekeruhan, COD, TSS dan pH dari air payau dapat dilihat dari nilai persentase rejeksi. Nilai persentase rejeksi diperoleh dari selisih antara salinitas, kekeruhan, COD, TSS dan PH sebelum dengan sesudah penyaringan dengan membran ultrafiltrasi. Hasil analisa yang ditampilkan pada Gambar 3.2 menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar salinitas, kekeruhan, COD, TSS dan PH setelah dilewatkan ke dalam membran ultrafiltrasi. Hal ini

disebabkan karena membran ultrafiltrasi memiliki pori yang berukuran 1-100 nm dan *medium filter* membran ultrafiltrasi memiliki kemampuan untuk memisahkan partikel yang berukuran antara 0,001-0,2 nm [Mulder, 1996] sehingga membran ultrafiltrasi mampu menahan partikel-partikel dan mikroorganisme berukuran kecil yang tidak dapat disisihkan pada saat *pre-treatment* proses koagulasi-flokulasi.

Pengolahan air payau dengan membran ultrafiltrasi dilakukan dengan tiga variasi tekanan yaitu 0,5

bar, 1 bar dan 1,5 bar. Waktu pengoperasian membran selama 100 menit. Kinerja membran dilihat dengan menghitung fluks dan rejeksi pada setiap tekanan.

Hubungan persentase penurunan parameter uji terhadap tekanan membran memperlihatkan semakin besar tekanan yang diberikan kepada membran maka persentase rejeksi yang didapat juga akan semakin baik. Persentase rejeksi tertinggi untuk parameter kekeruhan, salinitas dan TSS didapat pada tekanan transmembran 1,5 bar yaitu sebesar 93,77% untuk parameter kekeruhan 89,09% untuk parameter salinitas dan 85,71% untuk TSS.

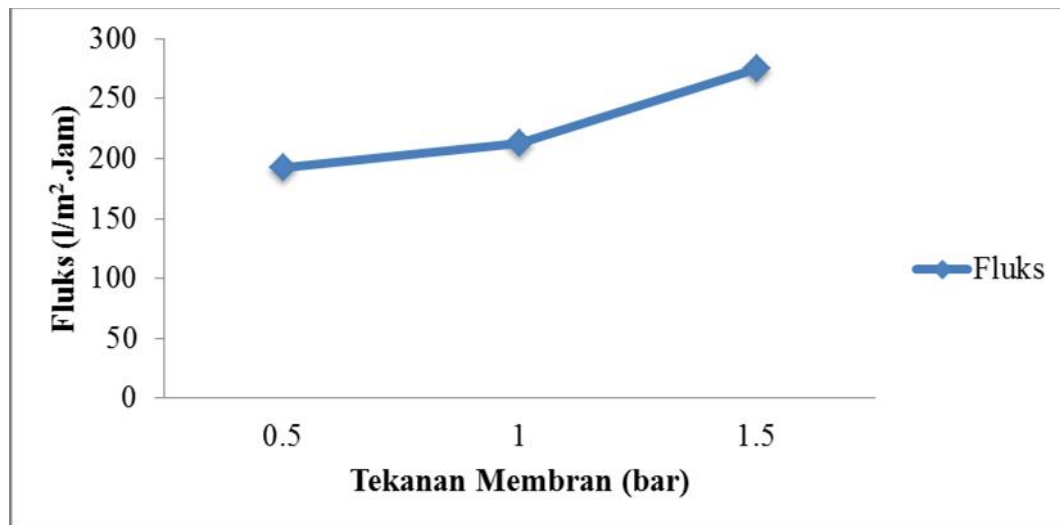
Kecenderungan naiknya persen rejeksi berbanding lurus dengan tekanan yang diberikan, hal ini diduga karena semakin besar tekanan menyebabkan air payau yang mengandung zat terlarut semakin cepat melewati pori membran sehingga partikel-partikel koloid yang berukuran lebih besar akan tertahan dan terpolarisasi dipermukaan membran yang kemudian menyebabkan partikel-partikel koloid sulit untuk melewati pori membran sehingga menurunkan kadar partikel-partikel koloid pada akhirnya meningkatkan nilai persentase rejeksi. Polarisasi konsentrasi terjadi karena material yang terdapat di dalam umpan terkumpul pada permukaan membran dan membentuk lapisan yang menyebabkan dimana lapisan ini

semakin lama semakin menebal sehingga terhalangnya air umpan yang melewati membran dan mengurangi fluks membran [Syarfi, 2007].

Menurut Janeta dan Purnomo [2011], naiknya persen rejeksi disebabkan karena semakin besar tekanan yang diberikan maka kecepatan air untuk melalui membran juga semakin cepat, dimana komponen organik yang memiliki berat molekul yang lebih besar daripada pori membran akan tertahan sehingga akan membentuk lapisan *cake* pada permukaan membran, dimana akan menutupi pori-pori membran. Hal ini membuat semakin sulitnya komponen organik untuk menembus membran bersama air, sehingga kadar komponen organik pada permeat semakin berkurang dan pada akhirnya meningkatkan persen rejeksi terhadap komponen organik dan partikel-partikel tersuspensi tersebut.

Semakin besar tekanan yang diberikan pada membran ultrafiltrasi maka semakin meningkat koefisien rejeksi membran ultrafiltrasi tersebut terhadap parameter pencemar. Hal ini disebabkan karena semakin besar tekanan maka debit air payau yang melewati membran akan semakin meningkat dan semakin banyak mikroorganisme, partikel-partikel organik serta zat-zat organik yang tertahan pada membran ultrafiltrasi [Pinem, dkk, 2014]. Sehingga permeat yang dihasilkan lebih jernih.

Pengaruh Tekanan Pemompaan Terhadap Fluks Membran Ultrafiltrasi



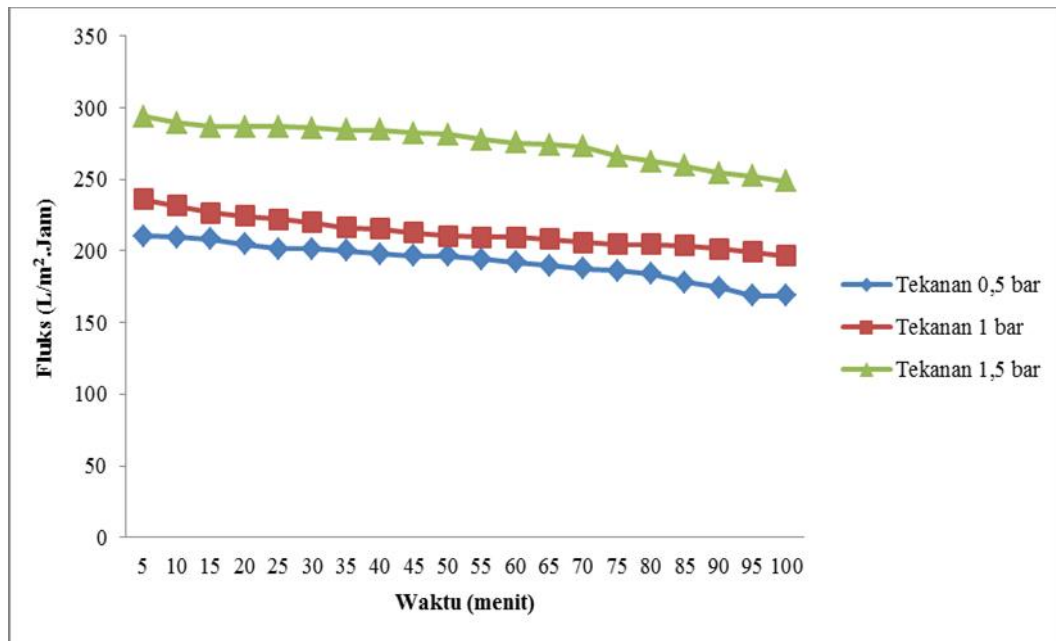
Gambar 3.3 Pengaruh Tekanan Pemompaan Terhadap Fluks Membran Ultrafiltrasi

Fluks merupakan volume permeat yang melewati satuan luas membran dalam waktu tertentu dengan adanya gaya dorong dalam hal ini berupa tekanan (*driving Force*) [Mulder, 1996]. Perubahan tekanan pemompaan pada membran ultrafiltrasi berpengaruh terhadap fluks yang dihasilkan [Pinem, dkk, 2014].

Dari Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa terjadinya perbedaan fluks yang dihasilkan pada masing-masing tekanan pemompaan membran ultrafiltrasi. Fluks paling tinggi didapatkan pada tekanan 1,5 bar yaitu sebesar 276,506 l/m² jam. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Pinem, dkk [2014], bahwa semakin besar tekanan pemompaan, semakin tinggi nilai fluks yang dihasilkan. Dengan kata lain fluks berbanding lurus dengan tekanan pemompaan. Hal ini disebabkan semakin tinggi tekanan, maka semakin cepat air payau mengalir melewati membran.

Pengaruh Waktu Operasi Terhadap Fluks Membran Ultrafiltrasi

Fluks merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui ketahanan membran ultrafiltrasi. Nilai fluks yang dihasilkan cenderung menurun terhadap waktu [Mulder, 1996]. Fenomena ini terjadi karena partikel-partikel dan mikroorganisme berukuran kecil dapat disisihkan pada saat proses pre-treatment akan tertahan pada pori-pori membran ultrafiltrasi sehingga terakumulasi membentuk suatu lapisan tipis di dekat permukaan membran ultrafiltrasi. Semakin lama waktu operasi, maka fluks akan semakin menurun akibat terhalang oleh lapisan-lapisan tipis pada permukaan membran ultrafiltrasi yang terbentuk akibat penumpukan partikel. Pengaruh waktu operasi terhadap fluks yang dihasilkan akan disajikan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Pengaruh Waktu Operasi Terhadap Fluks Membran Ultrafiltrasi

Dari Gambar 3.4 dapat dilihat bahwa nilai fluks untuk masing-masing tekanan membran ultrafiltrasi cenderung menurun seiring dengan waktu pengoperasian. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu operasi membran sehingga memperkecil pori-pori membran dan berakibat menurunnya debit air melewati membran [Pinem,dkk, 2014]. Penurunan fluks ini terjadi karena semakin lama waktu pengoperasian membran maka akan terbentuk polarisasi konsentrasi dan *fouling*. Polarisasi konsentrasi terjadi karena material yang terdapat didalam umpan berkumpul pada permukaan membran dan membentuk lapisan [Syarfi dan Syamsu, 2007].

Pada tekanan 1,5 bar terjadi penurunan fluks yang lebih stabil dibanding tekanan 0,5 bar dan 1 bar. Hal ini disebabkan karena air payau yang dialirkan kedalam membran

Ultrafiltrasi diawali pada tekanan 0,5 bar dan dilanjutkan pada tekanan 1 bar dan terakhir pada tekanan 1,5 bar. Tekanan 1,5 bar memberikan waktu masing-masing.

Berdasarkan Gambar 3.4 menunjukkan bahwa semakin besar tekanan akan menghasilkan fluks yang lebih besar. Nilai fluks rata-rata tertinggi yang dihasilkan pada tekanan 1,5 bar yaitu sebesar 276,506 l/m².jam, pada tekanan 1 bar dihasilkan fluks rata-rata sebesar 213,872 l/m².jam dan pada tekanan 0,5 bar dihasilkan fluks rata-rata sebesar 193,420 l/m².jam. Hal ini disebabkan karena semakin besar tekanan, maka gaya dorong yang dihasilkan akan semakin besar. Gaya dorong yang semakin besar menyebabkan jumlah massa yang melewati membran semakin besar sehingga fluks yang dihasilkan akan meningkat [Shadili, 2013].

3. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini di peroleh beberapa kesimpulan yaitu:

1. Proses *pre-treatment* air payau berlangsung efektif pada massa konsentrasi koagulan 50 ppm yang telah mampu menurunkan kadar salinitas 28‰ menjadi 22‰, kekeruhan 2,005 NTU menjadi 1,13 NTU, COD 203,4 mg/l menjadi 33,33 mg/l, TSS 40,6 mg/l menjadi 1,4 dan pH 8,3 menjadi 7,3.
2. Filtrasi berlangsung efektif pada tekanan pemompaan 1,5 bar mampu menurunkan parameter umpun hasil *pre-treatment* yaitu salinitas 22‰ menjadi 2,4 ‰, kekeruhan 1,13 NTU menjadi 0,13 NTU, COD 33,4 menjadi 14 mg/l, TSS 1,4 menjadi 0,2 mg/l dan pH 7,3 manjadi 6,9. Nilai fluks terbesar dihasilkan pada tekanan pemompaan 1,5 bar yaitu sebesar 276,506 l/m².jam semakin besar tekanan pemompaan yang diberikan semakin tinggi fluks yang didapatkan.
3. Semakin lama waktu operasi maka fluks akan semakin menurun disebabkan oleh terjadinya resistensi terhadap membran dengan menumpuknya partikel-partikel pada lapisan membran yang tipis.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-layla, M.A. 1980. Water Supply Engineering Design. Michigan: Ann Arbor Science, Publisher Inc.
- Asmadi., Khayan., & Heru, SK. 2011. Teknologi Pengolahan Air Minum. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Baker, RW. 2004. Membran Technology And Aplication (2nd ed). California: John Wiley& Son Ltd.
- Charoenlarp. K & Prabphane, P. 2015. Ecofriendly Decororiztion of Textile Wastewater using Natural Coagulant. Rajamangala University of Technology Krungthep. Thailand. 10200.
- Cheryan. M. 1998. Ultrafiltration and Microfiltration Handbook, Bassel Technomic Publishing Co.
- Desviani. 2012. Evaluasi Pemberian Dosis Koagulan Alumunium Sulfat Cair dan Bubuk pada Sistem Dosing Koagulan di Instalasi Pengolahan Air Minum PT. Krakatau Tirta Industri. Skripsi. IPB-Bogor.
- Elystia, S., Indah & Helard, D. 2012. Efisiensi Metode Multi Soil Layering (MSL) dalam Penyisihan COD dari Limbah Cair Hotel (Studi Hotel X Padang). Jurnal Teknik Lingkungan. Universitas Andalas. Padang.
- Fatehah. 2007. Semiconductor Wastewater treatment with Natural Starch as Coagulant Using Response Surface Methodology. University Techonolgy Malaysia.
- Greenlee, L, F. Lawyer, D. F., Freeman, B. D, Marrot., B., Moulin, P. 2009. Reverse osmosis Desalination: Wastewater Resources, Technology And Today's Challenges. Wastewater Research 43.
- Idaman, NS. 2012. Pengolahan Air Payau menjadi Air Minum dengan Metode Kombinasi Elektrokoagulasi dan Adsorpsi menggunakan Karborsil.

- Skripsi. Universitas Lampung. Lampung.
- Joko. T. 2010. Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum. Yogyakarta. Graha Ilmu.
- Kawamura, S. 1991. Integrated Design and Operation of Water Treatment Facilities, Wiley. New York.
- Mudiat, T. 1996. Desalinasi Air Laut dengan Destilasi. Jakarta: PLTU/PLTG Sektor Priok
- Mulder. 1996. Basic Principles of Mmembrane Technology (2nd ed). Hetherland Academic Publisher.
- Notodarmodjo, S & Anne. D. 2004. Penurunan Zat Organik dan Kekeruhan menggunakan Teknologi Membran Ultrafiltrasi Sistem Aliran Dead And. Proceeding. ITB Sains & Teknologi. Vol36 A. No I. 2004. Hal 63-82.
- Osada. Y, Nakagawa. T. 1992. Membrane Science and Technology. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Ozacar, M. & Sengil, I.A. 2003. Evaluation of Tanin as A Coagulant Aid for Coagulant of Colloidal Particle, Colloid And Surfaces A, Physicochem. Eng. Aspects, Vol 229. Hal 85-96.
- Permenkes. Nomor 492 Tahun 2010. Persyaratan Air Bersih
- Pinem, J.A, Ginting, MS. & Paratenta, M. 2014. Pengolahan Air Lindi TPA Muara Fajar dengan Membran Ultrafiltrasi. Jurnal Teknobiologi. Vol 5. Hal 43-46.
- Prihatingningtyas & Efendi. Aplikasi Koagulan Alami dari Koagulan Tepung Jagung dalam Pengolahan Air Bersih. Jurnal ITB Sains & Teknologi. Vol 2 Hal 71-158.
- Ramadhani, GA & Moesriati, A. 2013. Pemanfaatan Biji Asam Jawa Sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Penurunan Kadar COD, BOD, dan TSS Studi Kasus Limbah Cair Industri Tempe. Jurnal. POMITS. Vol 2. D22-D26.
- Rambe, A.M. 2009. Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) sebagai koagulan alternative dalam Proses Penyisihan Limbah Cair Industri Tekstil. Tesis. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Rizal, Y & Pinem, JA. 2013. Pengaruh Konsentrasi Koagulan pada Penyisihan BOD5, COD, TSS Air Lindi TPA Sentajo dengan Menggunakan Kombinasi KOagulasi-flokulasi dan Membran Ultrfiltrasi. Skripsi. Universitas Riau.
- Rusdi, T.B., Purnomo, S., Rian, P. (2014). Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Pengendapan Biji Kelor terhadap pH, Kekeruhan dan Warna Air Waduk Krenceng. Universitas Tirtayasa. Banten. *Jurnal Integrasi Proses*.
- Sri, RI. 2010. Pengaruh Massa Koagulan Alami dan Waktu Pengendapan pada Pengolahan Air Gambut. Jurnal Sains dan Teknologi ITB. Bandung.
- Syarfi & Khairat. 2013. Regenerasi Secara Kimia Membran Ultrafiltrasi Sistem Aliran Crossflow pada Proses Penyaringan Air Terproduksi. Jurnal Ilmiah Sains Terapan. LPPM. Universitas Riau.
- Syarfi & Syamsu. 2007. Rejeksi Zat Organik Air Gambut dengan Membran Ultrafiltrasi. Jurnal Sains dan Teknologi Vol 6. Hal 1-4.

- Suparno & Suprihatin. 2013. Teknologi Proses Pengolahan Air. ITB Press. Bogor.
- Wenten, Sumihar & Setiadi. 2000. Aplikasi Teknologi Membran dalam Pengolahan Limbah Cair. Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimiadan Proses 2000.
- Yusuf, E., Rachmanto, Agung & Laksmono. 2009. Pengolahan Air Payau Menjadi Air Bersih dengan Menggunakan Membran Reverse Osmosis. Jurnal Teknik Lingkungan UPN Veteran. Jawa Timur Vol I hal 1.
- Zubachtirodin, Pabbage dan Subandi. 2010. Wilayah Produksi dan Potensi Pengembangan Jagung. Balai Penelitian Tanaman Sereal. Maros.