

**PENYISIHAN WARNA, ZAT ORGANIK, DAN KEKERUHAN PADA AIR
GAMBUS DENGAN KOMBINASI PROSES KOAGULASI-FLOKULASI
MENGUNAKAN KOAGULAN
POLY ALUMINIUM CHLORIDE (PAC) DAN MEMBRAN ULTRAFILTRASI**

Zella Sri Rizka¹⁾, Syarfi Daud²⁾, Syamsu Herman³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, ²⁾Dosen Teknik Lingkungan
³⁾Dosen Teknik Kimia

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 : zellasrizka@gmail.com

ABSTRACT

Generally, peat water quality not suitable with water quality standards Permenkes No. 416 / Menkes / Per / IX / 1990. Peat water treatment commonly used to produce treated water still above the quality standard. One of the peat water treatment methods used in this study is combination of coagulation-flocculation and ultrafiltration membrane. This study aims to determine the effect of coagulants Poly Aluminum Chloride (PAC) to decrease colour, organic matter and turbidity, determine the performance of membrane for flux and rejection of colour, organic matter, and turbidity with and without pre-treatment of coagulation flocculation, determine decrease of colour, organic matter, and turbidity in peat water treatment using ultrafiltration membrane with pre-treatment of coagulation-flocculation. Peat water treatment by flocculation and coagulation combination of ultrafiltration membrane using Poly Aluminum Chloride (PAC) as coagulant with dose 150 mg / L, and varying the ultrafiltration membrane feed pressure of 0.5; 1 and 1.5 bar. The result showed that the peat water treatment by combination of coagulation-flocculation and ultrafiltration membrane rejection coefficient values of color, organic matter and turbidity, the highest obtained at the pressure of 0.5 bar, with rejection coefficient values for color, organic matter and turbidity, respectively amounting to 98.72%, 92.54% and 100%. The best average flux value with pre-treatment of coagulation flocculation obtained at pressure 1.5 bar that is 275.400 L / m².jam.

Keywords: Coagulation-Flocculation, Colour, Organic Matter, Peat Water, Poly Aluminium Chloride (PAC), Turbidity, Ultrafiltration Membrane

1. PENDAHULUAN

Salah satu sumber air baku di Indonesia adalah air gambut yang berasal dari lahan gambut yaitu dengan luas ±26 juta Ha. Potensi gambut di Sumatera diperkirakan 6,29 juta Ha, dan ±4,3 juta Ha diantaranya diperkirakan terdapat di provinsi Riau [Balitbang Riau dalam Pinem, 2010]. Air gambut adalah air permukaan dari tanah bergambut dengan ciri yang sangat mencolok karena warnanya merah kecoklatan, rasa asam (pH 2-5), tingkat

kesadahan rendah, mengandung zat organik yang cukup tinggi [Kusnaedi, 2006].

Secara kualitas air gambut belum memenuhi standar baku mutu air bersih yang berlaku. Agar air gambut dapat dijadikan sumber air bersih, maka diperlukan pengolahan terhadap air gambut. Teknologi konvensional yang umumnya digunakan dalam pengolahan air yang mengandung zat organik alam yang tinggi meliputi koagulasi, flokulasi, sedimentasi, dan filtrasi. Metode ini dapat menghasilkan

air bersih sesuai kualitas air yang ditetapkan Departemen Kesehatan RI [Syarfi dan Syamsu, 2007]. Pengolahan konvensional ini memiliki keterbatasan membutuhkan proses yang panjang, luas lahan besar, membutuhkan banyak peralatan, membutuhkan bahan kimia, serta operasional dan perawatan yang rumit [Joko, 2010].

Salah satu teknologi yang banyak digunakan di negara-negara maju adalah teknologi membran. Pengolahan air dengan menggunakan membran memiliki beberapa kelebihan yaitu pemisahan dengan membran tidak mengubah struktur molekul zat yang dipisahkan, mudah digabungkan dengan proses pemisahan lainnya, serta hemat energi [Joko, 2010]. Salah satu jenis membran yang dipakai yaitu membran ultrafiltrasi. Membran ultrafiltrasi memiliki diameter pori dengan rentang 1-10 nm [Baker, 2004]. Kemampuan teknologi membran dalam melakukan pemisahan dapat diaplikasikan untuk mengolah air gambut dengan mengkombinasikan pengolahan pendahuluan yaitu koagulasi dan flokulasi agar bisa dimanfaatkan dengan baik untuk mencapai kualitas yang lebih baik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penurunan warna, zat organik, dan kekeruhan pada proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC). Mengetahui fluks dan koefisien rejeksi warna, zat organik, serta kekeruhan pada proses pengolahan menggunakan membran ultrafiltrasi tanpa dan dengan kombinasi koagulasi-flokulasi. Mengetahui penurunan warna, zat organik, dan kekeruhan dengan kombinasi pengolahan pendahuluan koagulasi-flokulasi dan membran ultrafiltrasi.

2. METODE PENELITIAN

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air gambut, *aquadest*, koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) berbentuk bubuk, dan $(Ca(OH)_2)$. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu unit modul membran ultrafiltrasi yang

dilengkapi dengan pompa jenis diafragma dan dua *pressure gauge* yang dipasang pada aliran *inlet* dan *outlet*, tangki *influent* dan tangki *effluent*, selang, *stopwatch*, *jar test*, *beaker glass*, labu ukur, gelas ukur, timbangan analitik, pH meter, *turbiditymeter*, dan spektrofotometer.

Variabel tetap penelitian pada proses koagulasi-flokulasi yaitu dosis koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) sebesar 150 mg/L, kecepatan pengadukan koagulasi sebesar 100 rpm selama 2 menit, kecepatan pengadukan flokulasi sebesar 20 rpm selama 15 menit, dan pada proses membran yaitu waktu pengoperasian membran selama 100 menit. Variabel bebas penelitian yaitu tekanan umpan sebesar 0,5 bar; 1 bar dan 1,5 bar. Penelitian dilakukan dengan dua metode pengolahan yaitu pengolahan air gambut menggunakan membran ultrafiltrasi dengan air umpan tanpa didahului pengolahan pendahuluan dan dengan didahului pengolahan pendahuluan.

Sampel yang diperoleh dari setiap perlakuan dianalisa warna, zat organik dan kekeruhan. Analisa dilakukan dengan menggunakan metode yang mengacu pada SNI. Data volume permeat yang didapat kemudian diolah dalam bentuk fluks. Fluks dirumuskan sebagai berikut :

$$J = \left[\frac{V}{A \times t} \right]$$

dimana :

J = Fluks (L/m².jam)

V = Volume permeat (L)

A = Luas permukaan membran (m²)

t = Waktu (jam)

sedangkan data hasil analisa diolah untuk menentukan koefisien rejeksi membran dengan persamaan sebagai berikut :

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

dimana :

R = Koefisien rejeksi (%)

C_p = Konsentrasi zat terlarut dalam permeat

C_f = Konsentrasi zat terlarut dalam umpan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Analisa Karakteristik Awal Air Gambut Desa Air Terbit

Uji karakteristik air gambut ini meliputi warna, zat organik, kekeruhan dan pH. Hasil analisa uji karakteristik untuk air gambut dari Desa Air Terbit, Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisa Karakteristik Awal Air Gambut Desa Air Terbit

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Baku Mutu *)
pH	-	4,5	6,5-9
Warna	PtCo	391	50
Zat Organik	mg/L KMnO ₄	42,34	10
Kekeruhan	NTU	32	5

* Permenkes No. 416/MENKES/PER/IX/1990

3.2 Pengaruh Koagulan *Poly Alumunium Chloride* (PAC) pada Proses Koagulasi-Flokulasi Terhadap Penyisihan Warna, Zat Organik, dan Kekeruhan

Pengolahan koagulasi-flokulasi dengan koagulan *Poly Alumunium Chloride* (PAC) berdasarkan *jar test* didapat dosis terbaik sebesar 150 mg/L. Perbandingan hasil pengolahan koagulasi-flokulasi dengan baku mutu air bersih yang telah ditetapkan sesuai dengan Permenkes No. 416/MENKES/PER/IX/1990 dapat dilihat pada Tabel 3.1

Parameter	Sebelum Koagulasi-Flokulasi	Setelah Koagulasi-Flokulasi	Baku Mutu Air Bersih *)
Warna (PtCo)	391	63	50
Zat Organik (mg/L KMnO ₄)	42,34	14,54	10
Kekeruhan (NTU)	32	5,12	5

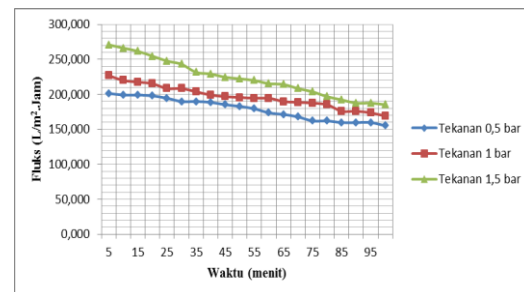
*) Permenkes No. 416/MENKES/PER/IX/1990

Berdasarkan Tabel diatas penambahan pengolahan pendahuluan koagulasi-flokulasi menunjukkan penurunan terhadap warna, zat organik, dan kekeruhan. Nilai intensitas

warna menurun dari 391 PtCo menjadi 63 PtCo, zat organik menurun dari 42,34 mg/L menjadi 14,54 mg/L, kekeruhan menurun dari 32 NTU menjadi 5,12 NTU. Penurunan ketiga parameter ini belum mencapai baku mutu air bersih yang telah ditetapkan. Perlu dilakukannya pengolahan lebih lanjut dengan membran ultrafiltrasi karena pengolahan dengan koagulasi flokulasi menyisihkan sebagian partikel-partikel koloid, sementara masih banyak zat-zat tersuspensi yang belum tersisihkan didalam air gambut tersebut.

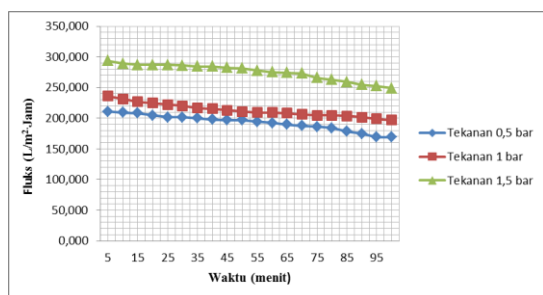
3.3 Fluks Membran Ultrafiltrasi Tanpa dan dengan Pengolahan Pendahuluan

Hasil perhitungan fluks membran tanpa dan dengan pengolahan pendahuluan koagulasi-flokulasi dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2



Gambar 1. Karakteristik Fluks Tanpa Pengolahan Pendahuluan pada Berbagai Tekanan

Berdasarkan grafik diatas menunjukkan bahwa nilai fluks rata-rata tertinggi yang dihasilkan didapat pada tekanan 1,5 bar yaitu sebesar 223,086 L/m².jam, pada tekanan 1 bar dihasilkan fluks rata-rata sebesar 196,293 L/m².jam dan pada tekanan 0,5 bar dihasilkan fluks rata-rata sebesar 178,932 L/m².jam.



Gambar 2. Karakteristik Fluks dengan Pengolahan Pendahuluan pada Berbagai Tekanan

Berdasarkan grafik diatas menunjukkan bahwa nilai fluks dengan pengolahan pendahuluan didapat pada tekanan 1,5 bar yaitu sebesar 275,400 L/m².jam, pada tekanan 1 bar dihasilkan fluks rata-rata sebesar 213,017 L/m².jam dan pada tekanan 0,5 bar dihasilkan fluks sebesar 192,647 L/m².jam.

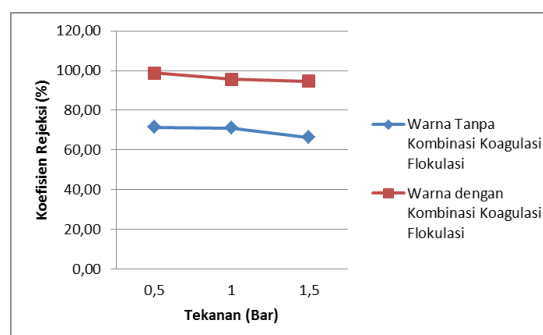
Gambar 1 dan 2 menunjukkan bahwa nilai fluks untuk masing-masing tekanan membran ultrafiltrasi akan mengalami penurunan selama waktu pengoperasian membran. Penurunan fluks ini terjadi karena semakin lama waktu pengoperasian membran maka akan terbentuk polarisasi konsentrasi dan *fouling*. Polarisasi konsentrasi terjadi karena material yang terdapat didalam umpan berkumpul pada permukaan membran dan membentuk lapisan [Syarfi dan Syamsu, 2007]. Peristiwa *fouling* terjadi karena tersumbatnya pori-pori membran akibat proses pemisahan zat yang mengakibatkan kemampuan membran untuk penyaringan semakin berkurang [Mulder, 1996]. Lapisan ini semakin lama semakin menebal sehingga terhalangnya air umpan melewati membran dan mengurangi fluks membran.

Membran ultrafiltrasi dengan pengolahan pendahuluan lebih besar daripada fluks membran ultrafiltrasi tanpa pengolahan pendahuluan. Hal ini disebabkan karena penambahan koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) pada pengolahan pendahuluan koagulasi flokulasi telah banyak menyisihkan partikel-partikel koloid yang terdapat didalam air gambut, sehingga hasil pengolahan yang diperoleh

akan lebih jernih. Pengolahan pendahuluan juga akan mengurangi gejala polarisasi dan konsentrasi yaitu terkumpulnya koloid dan partikel pada permukaan membran yang akan membentuk lapisan *cake*, hal ini menyebabkan fluks yang diperoleh dari air umpan dengan kombinasi menghasilkan fluks yang lebih besar [Notodarmojo dan Anne, 2004]. 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].

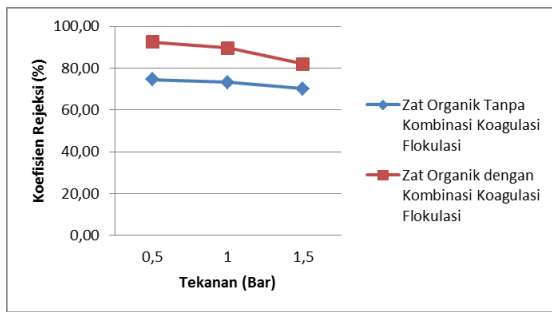
3.4 Rejeksi Warna, Zat Organik dan Kekeruhan Membran Ultrafiltrasi

Rejeksi warna, zat organik dan kekeruhan tanpa dan dengan pengolahan pendahuluan koagulasi-flokulasi dapat dilihat pada Gambar 3, 4 dan 5.



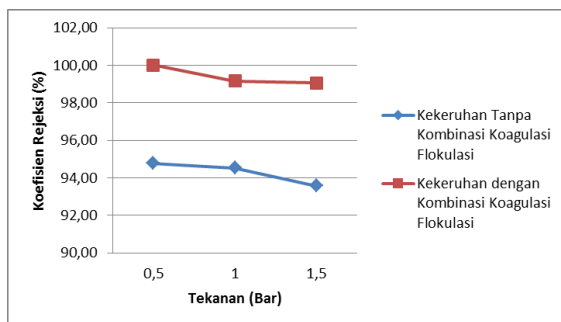
Gambar 3. Koefisien Rejeksi untuk Warna pada Berbagai Tekanan

Berdasarkan grafik diatas menunjukkan bahwa koefisien rejeksi warna tanpa pengolahan pendahuluan pada tekanan 0,5 sebesar 71,36% pada tekanan 1 bar sebesar 71,10%, pada tekanan 1,5 bar sebesar 66,24%. Koefisien rejeksi warna dengan pengolahan pendahuluan mengalami peningkatan yaitu pada tekanan 0,5 bar sebesar 98,72%, pada tekanan 1 bar sebesar 95,65%, dan pada tekanan 1,5 bar sebesar 94,63%.



Gambar 4. Koefisien Rejeksi untuk Zat Organik pada Berbagai Tekanan

Berdasarkan grafik diatas menunjukkan bahwa koefisien rejeksi zat organik tanpa pengolahan pendahuluan pada tekanan 0,5 sebesar 74,63%, pada tekanan 1 bar sebesar 73,63 %, dan pada tekanan 1,5 sebesar 70,15 %. Koefisien rejeksi zat organik dengan pengolahan pendahuluan mengalami peningkatan yaitu pada tekanan 0,5 bar sebesar 92,54 %, pada tekanan 1 bar 89,55 %, dan pada tekanan 1,5 bar sebesar 82,09 %.



Gambar 5. Koefisien Rejeksi untuk Kekeruhan pada Berbagai Tekanan

Berdasarkan grafik diatas menunjukkan bahwa koefesien rejeksi kekeruhan tanpa pengolahan pendahuluan pada tekanan 0,5 sebesar 94,78 %, pada tekanan 1 bar sebesar 94,53 % dan pada tekanan 1,5 bar sebesar 93,56 %. Koefisien rejeksi kekeruhan dengan pengolahan pendahuluan koagulasi flokulasi mengalami peningkatan yaitu pada tekanan 0,5 bar sebesar 100 %, pada tekanan 1 bar 99,16 %, dan pada tekanan 1,5 bar sebesar 99,06 %.

Berdasarkan Gambar 3, 4 dan 5 pengolahan pendahuluan menyebabkan

rejeksi warna, zat organik dan kekeruhan membran ultrafiltrasi mengalami peningkatan untuk masing-masing tekanan. Rejeksi tertinggi didapat pada tekanan 0,5 bar hal ini disebabkan pada tekanan 0,5 bar aliran umpan yang melewati membran kecepataannya rendah dan fluida lebih stabil sehingga kontaminan mempunyai kesempatan untuk tersaring lebih besar sedangkan tekanan 1,5 bar semakin cepat umpan mengalir melewati membran, maka semakin sedikit kesempatan zat kontaminan yang tersaring oleh membran tersebut. Kemungkinan adanya deformasi pada membran akibat semakin besar tekanan juga dapat menurunkan koefisien rejeksi. Pelebaran pori akan menurunkan kemampuan membran untuk menahan partikel yang terdapat pada air umpan sehingga nilai koefisien rejeksi membran pada tekanan yang besar akan menurun [Notodarmojo dan Anne, 2004].

Kombinasi koagulasi-flokulasi dapat menyisahkan koloid dan partikel-partikel penyebab tingginya nilai warna, zat organik dan kekeruhan yang terdapat pada air gambut. Kombinasi ini akan menurunkan beban kerja penyaringan membran karena air yang diumpankan lebih jernih akibat tersisahkan, sedangkan membran berfungsi untuk memisahkan zat-zat tersuspensi yang belum sempat terpisahkan oleh proses pendahuluan koagulasi-flokulasi.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Pengolahan koagulasi-flokulasi dengan koagulan *Poly Alumunium Chloride* (PAC) dosis sebesar 150 mg/L mampu menurunkan warna dari 391 PtCo menjadi 63 PtCo, Zat organik dari 42,34 Mg/L $KMnO_4$ menjadi 14,54 Mg/L $KMnO_4$, kekeruhan dari 32 NTU menjadi 5,12 NTU.
2. Tekanan 1,5 bar nilai rata-rata fluks tanpa pengolahan pendahuluan koagulasi-flokulasi sebesar 223,086

L/m².jam. Koefisien rejeksi warna, zat organik dan kekeruhan tertinggi didapat pada tekanan 0,5 bar masing-masing sebesar 71,36% , 74,63%, dan 94,78%.

3. Tekanan 1,5 bar nilai fluks rata-rata dengan pengolahan pendahuluan koagulasi-flokulasi dengan koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dosis sebesar 150 mg/L sebesar 275,400 L/m².jam. Koefisien rejeksi warna, zat organik dan kekeruhan tertinggi didapat pada tekanan 0,5 bar masing-masing sebesar 98,72%, 92,54 %, dan 100 %.
4. Penurunan warna dengan kombinasi pengolahan pendahuluan koagulasi-flokulasi dengan koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dosis sebesar 150 mg/L dan membran ultrafiltrasi dari 391 PtCo menjadi 5 PtCo, untuk zat organik dari 42,34 Mg/L KMnO₄ menjadi 3,16 Mg/L KMnO₄ dan kekeruhan dari 32 NTU menjadi 0 NTU.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut terhadap parameter yang berbeda di dalam air gambut sehingga didapatkan perbandingan seberapa besar pengolahan kombinasi pendahuluan dan membran ultrafiltrasi mampu merejeksi kontaminan pengotor di dalam air gambut tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, R.W. (2004). *Membrane Technology and Application* (2nd ed.). California: John Wiley & Son Ltd.
- Joko, T. (2010). *Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusnaedi. (2006). *Mengolah Air Gambut dan Air Kotor untuk Air Minum*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Mulder. (1996). *Basic Principles of Membrane Technology* (2nded.). Hetherland: Academic Publisher.
- Notodarmojo, S., & Anne, D. (2004). *Penurunan Zat Organik dan Kekeruhan Menggunakan Teknologi Membran Ultrafiltrasi dengan Sistem Aliran Dead-End*. PROC, ITB Sains & Tek. Vol. 36 A, No. 1, 2004, 63-82.
- Permenkes. (1990). *Peraturan Menteri Kesehatan No. 416/MEN.KES/PER/IX/1990 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Air*
- Pinem, J.A. (2010). *Perlakuan Pencucian Membran Reverse Osmosis Terhadap Penurunan Fouling Pada Membran*. Jurnal Sains dan Teknologi 9 (2), September 2010: 44-48.
- Shadili, M. (2013). *Kombinasi Pengolahan Anaerob dan Membran Ultrafiltrasi Berbahan Dasar Polisulfon untuk Proses Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit*. Tugas Akhir, Teknik Kimia, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Syarfi., & Syamsu, H. (2007). *Rejeksi Zat Organik Air Gambut Dengan Membran Ultrafiltrasi*. Jurnal Sains dan Teknologi 6(1) 1-4.