

OP-020

**PENGOLAHAN AIR GAMBUT DENGAN MEMBRAN ULTRAFILTRASI SISTEM
ALIRAN *CROSS FLOW* UNTUK MENYISIHKAN ZAT WARNA DENGAN
PENGOLAHAN PENDAHULUAN MENGGUNAKAN KOAGULAN CAIR DARI TANAH
LEMPUNG LAHAN GAMBUT**

Syarfi Daud¹, Jecky Asmura¹, Marzona Erlita Sari²

¹Dosen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Riau

²Mahasiswa Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Riau
Laboratorium Pengendalian dan Pencegahan Pencemaran Lingkungan
Kampus Bina Widya, Jl. HR Soebrantas, Km.12,5, Panam – Pekanbaru,
Email: syarfidaud@gmail.com

ABSTRAK

Pengolahan air gambut masih memiliki banyak kendala, teknologi membran merupakan salah satu teknologi alternatif yang layak untuk dikembangkan dalam pengolahan air gambut. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi dosis koagulan terhadap kualitas zat warna air gambut dan mengetahui pengaruh tekanan transmembran terhadap fluks dan rejeksi pada proses pre treatment maupun tanpa pre treatment air gambut. Hasil penelitian menunjukkan tingkat penyisihan tertinggi zat warna pada proses koagulasi flokulasi dicapai pada konsentrasi penambahan lempung lahan gambut 40 ml dengan efisiensi sebesar 69,75%. Fluks tertinggi pada proses membran menggunakan pre treatment mencapai 13,645 ml/menit.cm² pada tekanan 1,5 bar. Fluks tertinggi pada proses membran tanpa pre treatment mencapai 12,808 ml/menit.cm² pada tekanan 1,5 bar. Rejeksi warna dari proses membran dengan pre treatment mencapai 90,20% atau dari 357 PtCo menjadi 35 PtCo pada tekanan 0,5 bar dan tanpa pre treatment mencapai 51,82% atau dari 357 PtCo menjadi 172 PtCo pada tekanan 0,5 bar.

Kata kunci : air gambut, koagulan, tanah lempung lahan gambut, warna, membran ultrafiltrasi.

1. PENDAHULUAN

Air gambut adalah salah satu sumber air yang dapat dijadikan sebagai sumber air baku untuk air bersih. Air gambut merupakan air permukaan yang terdapat di daerah gambut yang tersebar di dataran rendah di wilayah Kalimantan dan Sumatera. Karakteristik air gambut mempunyai intensitas warna yang tinggi (berwarna merah kecoklatan), derajat keasaman tinggi (nilai pH rendah), kandungan zat organik tinggi, dan konsentrasi partikel tersuspensi dan ion rendah [Samosir, 2009].

Secara kuantitas, air gambut berpotensi menjadi sumber air untuk dimanfaatkan manusia dalam kebutuhannya sehari-hari. Air gambut dari segi kualitas, estetika dan kesehatan tidak layak digunakan untuk aktivitas manusia karena tidak memenuhi standar air bersih [Elfiana, 2012]. Agar air gambut dapat dijadikan sumber air bersih maka diperlukan pengolahan terhadap air gambut. Salah satu teknologi pengolahan air gambut adalah teknologi konvensional. Teknologi konvensional yang umumnya digunakan dalam pengolahan air yang mengandung zat organik yang tinggi meliputi koagulasi, flokulasi, sedimentasi, dan filtrasi. Metode ini dapat menghasilkan air bersih sesuai kualitas air bersih yang ditetapkan Menteri Kesehatan RI [Syarfi dan Syamsu, 2007]. Namun, pengolahan konvensional ini memiliki keterbatasan seperti membutuhkan luas lahan besar, serta memerlukan banyak peralatan [Joko, 2010]. Hal ini menimbulkan pemikiran untuk mengembangkan lebih jauh bahkan hingga

memodifikasinya dengan teknologi baru seperti teknologi membran [Mahardani dan Ferdyan, 2006].

Tanah lempung terutama tanah lempung lahan gambut banyak mengandung alumina (Al₂O₃) dan oksida besi (Fe₂O₃). Untuk penelitian tanah lempung lahan gambut sebagai koagulan pembantu telah dilakukan oleh Notodarmodjo dan Widiatmako [1994]. Penelitian tanah lempung sebagai koagulan cair untuk purifikasi air telah dilakukan oleh Zahrani dan Majid [2004] dengan menggunakan tanah lempung lokal Saudi Arabia. Ramdhani dkk juga melakukan penelitian tentang kadar Al dan Fe dalam proses pembuatan koagulan cair dari lempung lahan gambut [2009].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah air gambut, tanah lempung lahan gambut, *aquadest*, dan H₂SO₄ 0,2 N.

2.2 Variabel Penelitian

2.2.1 Variabel Tetap

Variabel tetap pada penelitian ini yaitu waktu untuk pengoperasian membran selama 100 menit, pengadukan cepat (koagulasi) dengan kecepatan 120 rpm selama 1 menit, pengadukan lambat (flokulasi) dengan kecepatan 40 rpm selama 20 menit, waktu pengendapan (sedimentasi) selama 30 menit, temperatur kalsinasi 700°C selama 1 jam.

2.2.2 Variabel Bebas

Variabel bebas yaitu perlakuan pada air gambut dengan memvariasikan dosis koagulan tanah lempung lahan gambut sebesar 40 ml, 50 ml, dan 60 ml serta tekanan umpan sebesar 0,5 bar; 1 bar; dan 1,5 bar.

2.2 Prosedur Penelitian

2.3.1 Persiapan Sampel Air Gambut

Sampel tanah lempung lahan gambut dan air gambut diambil dari Desa Kampung Pinang Kecamatan Perhentian Raja Kabupaten Kampar. Analisa awal air gambut dilakukan terhadap parameter pH, warna, zat organik dan kekeruhan.

2.3.2 Pembuatan Koagulan Cair Dari Tanah Lempung Lahan Gambut

Sampel tanah lempung lahan gambut direndam untuk menghilangkan pengotor yang melekat pada tanah lempung. Tanah lempung kemudian dijemur untuk menghilangkan kadar air lalu dioven pada suhu 105°C selama 2 jam. Kemudian lempung dihaluskan dan diayak menggunakan *sieve standart* ASTM dengan mesh 40. Dikalsinasi pada suhu 700°C selama 1 jam. Hasil kalsinasi ditimbang sebanyak 10,8 gram kemudian ditambahkan 20 ml H₂SO₄. Ekstraksi dengan penambahan H₂SO₄ 0,2 N pada temperatur 100°C kecepatan pengadukan 700 rpm selama 1 jam. Hasil ekstraksi disaring dengan kertas saring. Filtrat yang didapatkan merupakan koagulan cair yang akan dikoagulasikan dengan sampel air gambut.

2.3.3 Pengolahan Air Gambut Menggunakan Membran Ultrafiltrasi Tanpa *Pre Treatment*

Air gambut difiltrasi ke membran ultrafiltrasi dengan perlakuan tekanan (0,5 bar, 1 bar dan 1,5 bar), dengan aliran *crossflow*. Percobaan dilakukan selama 100 menit untuk masing-masing tekanan dan setiap 5 menit sekali dicatat volume permeat untuk penentuan fluksnya dan dianalisa zat warna.

2.3.4 Pengolahan Air Gambut Dengan *Pre Treatment*

Proses koagulasi-flokulasi dilakukan menggunakan *jar test* dengan volume sampel 1000 ml pada dengan kecepatan pengadukan 120 rpm selama 1 menit. Kemudian dilanjutkan pengadukan lambat dengan kecepatan 40 rpm selama 20 menit, dengan waktu pengendapan n selama 30 menit. Perlakuan kedua dan ketiga dilakukan dengan variasi dosis koagulan cair 50 ml dan 60 ml. Air hasil olahan masing-masing variasi dosis, dianalisa zat warna nya untuk menentukan dosis koagulan terbaik .

2.3.5 Pengolahan Air Gambut Menggunakan Membran Ultrafiltrasi Dengan *Pre Treatment*

Air gambut dalam tangki umpan yang telah melalui proses pengolahan pendahuluan dipompakan ke membran ultrafiltrasi dengan tekanan 0,5 bar, 1 bar dan 1,5 bar. Percobaan dilakukan selama 100 menit untuk masing-masing tekanan dan setiap 5 menit sekali dicatat volume permeat untuk menentukan fluksnya. Permeat yang diperoleh dianalisa zat warna.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Uji Kualitas Air Gambut

Hasil uji pH dan warna air gambut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Sampel Air Gambut

No.	Parameter	Satuan	Hasil Analisa
			Air gambut
			Desa Kampung Pinang
1.	Warna	PtCo	357
2.	pH	-	4,5

3.2 Hasil proses Koagulasi-flokulasi Air Gambut

3.2.1 Efisiensi Penyisihan warna Berdasarkan Variasi Dosis Koagulan

Efisiensi penyisihan warna pada air gambut berdasarkan variasi dosis koagulan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Efisiensi Penyisihan warna berdasarkan Dosis Koagulan

Parameter	Satuan	Sebelum pre treatment	Setelah pre treatment			Efisienasi penyisihan (%)		
			Dosis Koagulan (ml)			Dosis Koagulan (ml)		
			40	50	60	40	50	60
Warna	PtCo	357	108	126	198	69,75	64,71	44,54

Berdasarkan Tabel 2 Efisiensi penyisihan warna tertinggi terdapat pada koagulan dengan dosis 40 ml sebesar 69,75%. Semakin rendah dosis maka efisiensi penyisihan semakin tinggi.

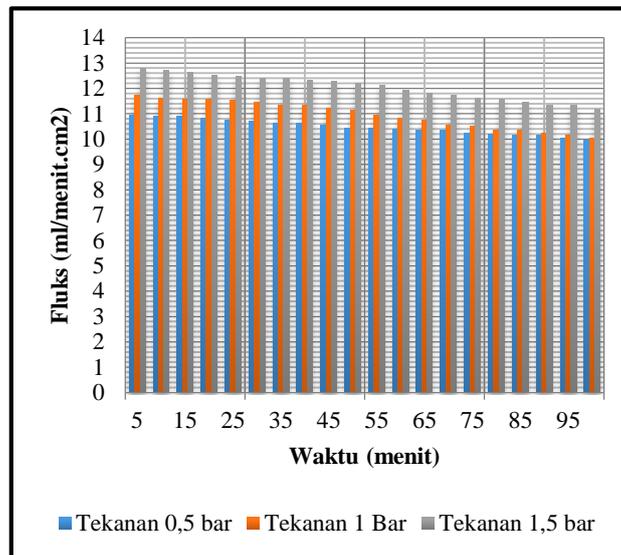
Packham (1965), mengemukakan hubungan perbandingan terbalik antara dosis koagulan optimum dengan konsentrasi koloid. Pada konsentrasi koloid

yang rendah dibutuhkan dosis koagulan yang berlebihan untuk menghasilkan jumlah presipitat yang banyak yang akan menjaring partikel-partikel koloid, sedangkan pada konsentrasi koloid yang tinggi koagulasi akan terjadibila ditambahkan dosis koagulan yang lebih rendah. Hal ini disebabkan karena koloid bertindak sebagai inti bagi pembentukan presipitat.

3.2.3 Fluks Membran Ultrafiltrasi Tanpa dan Dengan *Pre Treatment*

3.2.3.1 Pengaruh Waktu dan Tekanan Terhadap Fluks Membran Ultrafiltrasi Tanpa *Pre Treatment*

Pengaruh variasi tekanan dan waktu terhadap nilai fluks pada pengolahan air gambut menggunakan membran ultrafiltrasi tanpa *pre treatment* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh Variasi Tekanan dan Waktu Terhadap Nilai Fluks Membran Ultrafiltrasi Tanpa *Pre Treatment*

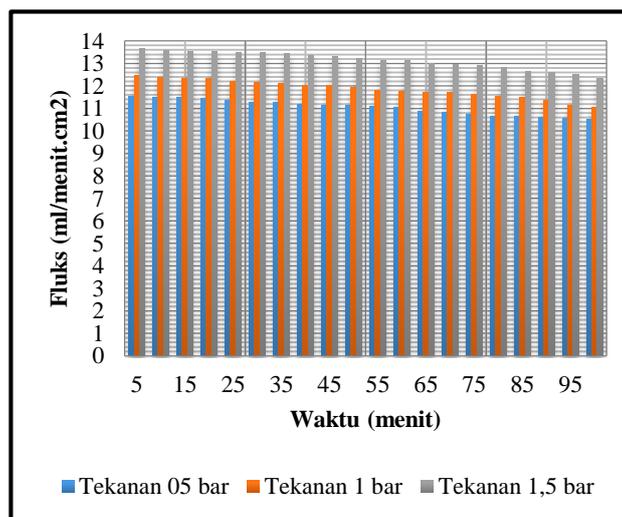
Nilai fluks berbanding lurus dengan tekanan. Tekanan semakin tinggi maka semakin cepat air mengalir melalui membran sedangkan nilai fluks yang dihasilkan cenderung turun terhadap waktu [Mulder, 1996]. Nilai fluks mengalami penurunan selama pengoperasian membran. Semakin lama waktu pengoperasian membran akan terbentuk polarisasi konsentrasi dan *fouling*. Polarisasi konsentrasi terjadi karena material di dalam umpan berkumpul pada permukaan dan membentuk lapisan yang semakin lama semakin menebal [Syarfi dan Syamsu, 2007]. *Fouling* disebabkan oleh partikel-partikel yang tertahan dan menutupi permukaan membran [Mulder, 1996]. *Fouling* membran mengakibatkan terhalangnya air umpan melewati

membran sehingga kinerja membran menurun yang berakibat pada penurunan fluks selama waktu operasi.

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa nilai fluks tertinggi terdapat pada tekanan 1,5 bar dan waktu pengoperasian membran selama 5 menit yaitu sebesar 12,808 ml/menit.cm².

3.2.3.2. Pengaruh Waktu dan Tekanan Terhadap Fluks Membran Ultrafiltrasi Dengan *Pre Treatment*

Pengaruh variasi tekanan dan waktu terhadap nilai fluks pada pengolahan air gambut menggunakan membran ultrafiltrasi tanpa *pre treatment* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh Variasi Tekanan dan Waktu Terhadap Nilai Fluks Membran Ultrafiltrasi Dengan *Pre Treatment*

Gambar 2 memperlihatkan bahwa nilai tekanan berbanding lurus terhadap nilai fluks. Semakin tinggi tekanan maka nilai fluks juga semakin tinggi. Nilai fluks tertinggi terdapat pada tekanan 1,5 bar dengan waktu pengoperasian membran selama 5 menit yaitu sebesar 13,645 ml/menit.cm². Nilai fluks mencapai dan 13,130 ml/menit.cm². pada tekanan 1,5 bar.

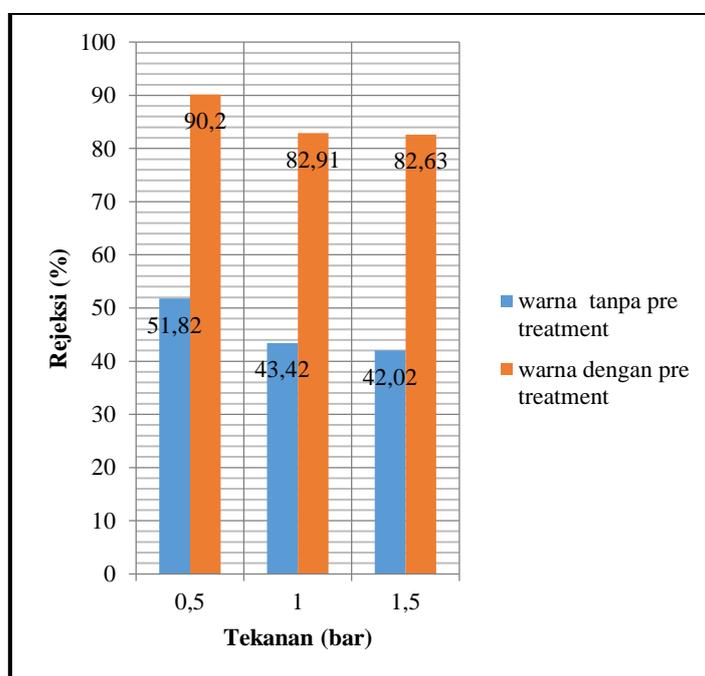
Menurut Notodarmojo dan Anne [2004], bahwa pengolahan pendahuluan akan mengurangi gejala polarisasi konsentrasi yaitu terkumpulnya koloid dan partikel pada permukaan membran yang akan menimbulkan lapisan *cake*. Hal ini disebabkan karena partikel-partikel koloid pada proses koagulasi flokulasi membentuk flok-flok dimana flok ini akan mengendap

sehingga mengurangi kadar kontaminan air umpan yang akan dilewatkan membran. Oleh karena itu, fluks yang diperoleh dari air umpan dengan pengolahan pendahuluan akan mengalami peningkatan.

3.2.4 Selektivitas Membran Ultrafiltrasi Tanpa dan Dengan *Pre Treatment*

3.2.4.1 Perbandingan Rejeksi Warna Pada Pengolahan Menggunakan Membran Ultrafiltrasi Tanpa dan Dengan *Pre Treatment*

Perbandingan Rejeksi warna pada pengolahan menggunakan membran ultrafiltrasi tanpa dan dengan *pre treatment* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan Rejeksi Warna Pada Pengolahan Menggunakan Membran Ultrafiltrasi Tanpa dan Dengan *Pre Treatment*

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa rejeksi warna membran ultrafiltrasi dengan *pre treatment* lebih tinggi daripada tanpa *pre treatment*. Pada tekanan 0,5 bar rejeksi warna membran ultrafiltrasi tanpa dan dengan *pre treatment* masing-masing adalah sebesar 51,82% dan 90,20%. Pada tekanan 1 bar masing-masing berturut-turut sebesar 43,42% dan 82,91%. Rejeksi warna pada tekanan 1,5 bar berturut-turut adalah sebesar 42,02% dan 82,63%. Rejeksi warna tertinggi didapatkan pada pengolahan menggunakan membran ultrafiltrasi dengan *pre treatment* yaitu pada tekanan 0,5 bar sebesar 90,20%.

Rejeksi warna tertinggi terdapat pada tekanan 0,5 bar pada pengolahan menggunakan membran ultrafiltrasi dengan *pre treatment*. Hal ini disebabkan tekanan berbanding terbalik dengan rejeksi. Semakin tinggi tekanan maka rejeksi semakin rendah. Semakin kecil

tekanan maka kecepatan aliran umpan yang melewati membran lebih rendah dan fluida lebih stabil sehingga kontaminan mempunyai kesempatan untuk tersaring lebih besar, begitu juga sebaliknya jika tekanan semakin besar maka kemungkinan lolosnya partikel semakin besar.

Penelitian Nastiti [2015], didapatkan rejeksi tertinggi untuk warnapada pengolahan menggunakan membran ultrafiltrasi dengan kombinasi koagulasi-flokulasi pada tekanan 0,5 bar dan rejeksi terendah pada tekanan 1,5 bar. Rejeksi warna pada pengolahan menggunakan membran ultrafiltrasi dengan kombinasi koagulasi-flokulasi sebesar 96,98%. Menurut Liang, dkk [2007], peningkatan rejeksi dikarenakan pengolahan pendahuluan dapat mengendapkan koloid dan partikel penyebab tingginya warna, zat organik dan kekeruhan yang terdapat pada air gambut. Pengolahan pendahuluan

dapat menurunkan beban penyaringan membran karena sebagian pengotor (berupa flock) telah diendapkan. Menurut Mulder [1996], Pada proses membran umumnya terjadi fenomena fluks berbanding terbalik dengan selektivitas. Semakin tinggi fluks seringkali berakibat menurunnya selektivitas dan sebaliknya. Hal yang diinginkan dalam proses berbasis membran adalah mengoptimasi fluks dan selektivitas.

4. KESIMPULAN

1. Efisiensi penyisihan tertinggi zat warna pada tahap koagulasi-flokulasi mencapai 69,75%. pada penambahan dosis alum 40 ml.
2. Fluks tertinggi membran ultrafiltrasi tanpa *pre treatment* umpan mencapai 12,808 ml/menit.cm² pada tekanan 1,5 bar
3. Fluks tertinggi membran dengan *pre treatment* umpan sebesar 13,645 ml/cm².menit pada tekanan 1,5 bar.
4. Rejeksi warna tertinggi pada proses membran dengan *pre treatment* umpan didapat pada tekanan 0,5 bar masing-masing sebesar 96,98%
5. Rejeksi zat warna untuk proses membran tanpa *pre treatment* umpan mencapai 51,82% pada tekanan 0,5 bar

DAFTAR PUSTAKA

Badan Penelitian dan Pengembangan Provinsi Riau. 2010.

Darnas, Y., Irsyad, M., dan Notodarmodjo, S.2013. *Ekstraksi Aluminium Dari Tanah Lempung Gambut Sebagai Koagulan Cair*. Jurnal Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung.

Joko, T. 2010. *Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

Liang, H., Weija, G & Gubai L. 2007. Performance Evaluation Of Water Treatment Ultrafiltration Pilot Plants treating Algae-Rich Reservoir Water. *Journal Desalination* 221 halaman 345-350.

Mahardani dan Ferdyan. 2006. *Pengolahan Air Baku Menjadi Air Minum dengan Teknologi Membran Mikrofiltrasi dan Ultrafiltrasi*. Kumpulan Naskah Pekan Ilmiah Mahasiswa

Nasional Tahun 2006 Universitas Muhammadiyah Malang.

Mulder, M. 1996. *Basic Principles of Membrane Technology*. Kluwer Academic Publisher. USA.

Nastiti, Y. 2015. *Penyisihan Warna, zat Organik dan Kekeruhan pada Air Gambut dengan Kombinasi Proses Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Aluminium (Al₂(SO₄)₃) dan Membran Ultrafiltrasi*. Skripsi Teknik Lingkungan Universitas Riau.

Notodarmodjo, S dan Anne, D. 2004. *Penurunan Zat Organik dan kekeruhan Menggunakan Membran Ultrafiltrasi dengan Sistem Aliran Dead End*. PROC.ITB Sains & Tek. Vol. 36 A, NO. 1, 2004, 63-82.

Notodarmodjo, S dan Widiatmoko, B. 1994. *Pengolahan Air Berwarna dalam Skala Laboratorium*. Jurnal Teknik Lingkungan Vol. 1, No.3, hal 81-96. Teknik Lingkungan, ITB Bandung.

Ramdhani, W.P., Mahmud dan Soewondo, P. 2009. *Kadar Aluminium (AL) Dan Besi (Fe) Pada Pembuatan Joagulan Cair Dari Lempung Lahan Gambut*. Jurnal Teknik Lingkungan ITB.

Samosir, A. 2009. *Pengaruh Tawas dan Diatomea (Diatomaceous Earth) dalam Proses Pengolahan Air GAmbut dengan Metode Elektrokoagulasi*. Skripsi. Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. <http://repository.usu.ac.id/andle/123456789/13871> (diakses Februari 2016).

Sutrisno, H., Muhdarina dan Amri, T.A. 2014. *Pengolahan Air Gambut Dengan Koagulan Cair Hasil Ekstraksi Lempung Alam Desa Cengar Menggunakan Larutan H₂SO₄*. Jurnal Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau.

Syarfi dan Syamsu, H. 2007. *Rejeksi Zat Organik Air Gambut Dengan Membran Ultrafiltrasi*. Jurnal Sains dan Teknologi 6(1) 1-4.

Zahrani, A. dan Majid, A. 2004. *Production of Liquid Alum Coagulant from Local Saudi Clays*. JKAU: Eng. Sci. 15(1): 3- 17