

OP-019

**PENGOLAHAN AIR GAMBUT DENGAN MEMBRAN ULTRAFILTRASI SISTEM  
ALIRAN *CROSS-FLOW* UNTUK MENYISIHKAN ZAT WARNA DENGAN  
PENGOLAHAN PENDAHULUAN KOAGULAN LEMPUNG CENGAR**

**Syarfi Daud, Jecky Asmura, Revi Lasmita**

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293  
email: lasmita.revi@yahoo.co.id

**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 terhadap efisiensi penyisihan terhadap kualitas zat warna air gambut, dan mengetahui pengaruh tekanan trans membran terhadap fluks dan rejeksi pada proses pre treatment maupun tanpa pre treatment. Hasil penelitian menunjukkan tingkat penyisihan tertinggi zat warna pada proses koagulasi-flokulasi dicapai pada konsentrasi Lempung Cengar 100 ml dengan efisiensi 25,770%. Fluks tertinggi pada proses membran dengan pre treatment umpan mencapai 13,295 ml/menit.cm<sup>2</sup> dan tanpa pre treatment mencapai 12,039 ml/menit.cm<sup>2</sup> pada tekanan 1,5 bar. Rejeksi warna pada proses membran dengan pre treatment mencapai 88,5% dan tanpa pre treatment mencapai 51,8% pada tekanan 0,5 bar atau 357 PtCo menjadi 41 PtCo.*

*Kata kunci : air gambut, koagulan, lempung cengar gambut, warna, membran ultrafiltrasi.*

**1. PENDAHULUAN**

Kebutuhan air bersih terus meningkat sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk dan perkembangan pembangunan disegala sektor. Peningkatan kebutuhan air bersih harus diimbangi dengan produktifitas air bersih supaya tidak terjadi krisis air. Produktifitas air bersih masih banyak kendala, terutama untuk daerah-daerah yang kualitas air bakunya rendah atau daerah bergambut.

Luas lahan gambut di Indonesia mencapai ±20, 6 juta Ha atau 10,8% dari luas daratan Indonesia. Berdasarkan data tersebut, air gambut secara kuantitatif sangat potensial untuk dikelola sebagai sumber daya air yang dapat diolah menjadi air bersih atau air minum. Permasalahan yang dihadapi dalam penggunaan air gambut sebagai air bersih adalah warna, tingkat kekeruhan, dan zat organik yang tinggi. Karakteristik ini menunjukkan bahwa air gambut sangat tidak layak untuk dijadikan sebagai air untuk kebutuhan sehari hari apalagi air minum. Namun karena jumlah air gambut sangat besar, maka potensi ini diharapkan menjadi salah satu sumber air baku untuk diolah menjadi air bersih atau air minum. bersih.

Salah satu metode pengolahan air gambut dapat dilakukan secara koagulasi-flokulasi, dengan menggunakan berbagai jenis koagulan termasuk lempung. Lempung merupakan mineral yang banyak terdapat di lapisan kerak bumi yang mengandung oksida SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tinggi. Kandungan oksida Al dan Fe menyebabkan lempung alam juga berpotensi sebagai sumber koagulan. Proses koagulasi flokulasi terutama untuk menyisihkan zat-zat terlarut dan koloid dari warna dan zat-organik. Hasil proses koagulasi biasanya akan

menyisakan zat-zat tersuspensi dalam air yang sulit untuk diendapkan, sehingga diperlukan proses filtrasi.

Filtrasi dengan membran hasilnya jauh lebih baik dari filtrasi dengan cara konvensional, salah satu jenis membran yang dapat digunakan adalah Membran.Ultrafiltrasi merupakan proses pemisahan untuk menghilangkan berbagai zat dengan berat molekul tinggi, aneka koloid, mikroba dan padatan tersuspensi. [Janeta dan Yayok, 2010].

**2. METODELOGI PENELITIAN**

**2.1 Alat dan Bahan**

Alat utama yang digunakan dalam penelitian adalah satu unit modul membran ultrafiltrasi berbahan *polysulfon*, dengan konfigurasi kapiler, 30.000 MWCO, dilengkapi dengan pompa jenis diafragma dan dua *pressure gauge* yang dipasang pada aliran *inlet* dan *outlet*, tangki *influent* dan tangki *effluent*, spektrofotometer, *jar test*, labu ukur, *beaker glass*, gelas ukur, timbangan analitik, pH meter, kertas saring *whatman42*, dan *stopwatch*, oven, lumpang kayu, magnetic stirrer.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah air gambut yang berasal dari Desa Kampung Pinang, Kecamatan Perhentian Raja, Kabupaten Kampar, Tanah Lempung yang berasal dari Desa Cengar, Kecamatan Kuantan Mudik, Kabupaten Kuantan Singingi, *aquadest*, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

**2.2 Variabel Penelitian**

**Variabel Tetap**

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.

#### Variabel Berubah

- Variasikan dosis koagulan Tanah Lempung sebesar 100 ml, 150 ml dan 200 ml dalam 1000 ml sampel air gambut.
- Tekanan umpan sebesar 0,5 bar, 1 bar dan 1,5 bar.

#### 2.3 Parameter

Zat Warna.

#### 2.4 Prosedur Penelitian

##### Persiapan Tanah Lempung

Sampel tanah lempung diambil dari Desa Cengar, Kecamatan Kuantan Mudik, Kabupaten Kuantan Singingi. Sampel diekstraksi dengan asam sulfat. Lempung dikalsinasi pada suhu 600°C selama 1 jam dengan ukuran partikel lempung 100 mesh. Lempung sebanyak 5,4 gram diekstraksi dengan 10 ml larutan 0,4 mol H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Pengadukan dengan *magnetic stirrer* pada kecepatan 700 rpm pada suhu 100°C selama 1 jam. Setelah proses ekstraksi, campuran disaring dengan *whatman42*. Filtrat yang didapatkan merupakan koagulan cair yang akan dikoagulasikan dengan sampel air gambut.

##### Persiapan Sampel Air Gambut

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

##### Pengolahan Air Gambut dengan Membran Ultrafiltrasi Tanpa *pre treatment* Koagulasi-Flokulasi

Air gambut difiltrasikan dengan membran ultrafiltrasi pada tekanan 0,5 bar, 1 bar dan 1,5 bar selama 100 menit dan setiap 5 menit sekali dicatat volume permeat untuk penentuan fluks.

##### Pengolahan Air Gambut dengan Koagulasi-Flokulasi

Air 1000 ml ditambahkan 100 ml koagulan cair dari lempung diaduk dengan kecepatan 120 rpm selama 1

menit (pengadukan cepat), dilanjutkan dengan pengadukan lambat dengan kecepatan 40 rpm selama 10 menit. Perlakuan kedua dan ketiga dilakukan dengan variasi dosis koagulan 150 ml dan 200 ml.

##### Pengolahan Air Gambut Menggunakan *pre treatment* Koagulasi-Flokulasi dan Membran Ultrafiltrasi

Air gambut yang telah melalui proses *pre treatment* koagulasi-flokulasi dengan dosis Tanah Lempung 100 ml difiltrasikan ke membran ultrafiltrasi dengan perlakuan tekanan 0,5 bar, 1 bar dan 1,5 bar. Percobaan dilakukan selama 100 menit dan setiap 5 menit sekali dicatat volume permeat untuk penentuan fluksnya.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Uji Kualitas Air Gambut Untuk Parameter Warna, Zat Organik Dan Keekeruhan

Hasil uji kualitas air gambut untuk parameter pH dan zat warna dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Air Gambut

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Baku Mutu
Ph	-	4,5	6,5-9
Warna	PtCo	357	50

<sup>\*)</sup>PermenkesNo.416/MENKES/PER/IX/1990

Berdasarkan Tabel 1 kualitas air gambut untuk parameter pH dan zat warna dibandingkan dengan baku mutu sesuai dengan Permenkes No.416/MENKES/PER/IX/1990, pH masih sangat jauh sebesar 6,5-9 sedangkan nilai warna pada air gambut 357 PtCo.

#### 3.2 Pengaruh Koagulan Tanah Lempung pada Proses Koagulasi-Flokulasi Terhadap Efisiensi Penyisihan Zat Warna.

Efisiensi penyisihan zat warna pada variasi dosis koagulan tanah lempung hasil pengolahan koagulasi-flokulasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisa Efisiensi Penyisihan Zat Warna pada Pengolahan Koagulasi-Flokulasi

Dosis Koagulan Tanah Lempung (ml)	Zat Warna Sebelum Koagulasi-Flokulasi (PtCo)	Zat Warna Setelah Koagulasi-Flokulasi (PtCo)	Efisiensi (%)	Baku Mutu Air Bersih <sup>*)</sup>
100	357	265	25,77	50
150	357	290	18,767	50
200	357	310	13,165	50

<sup>\*)</sup>PermenkesNo.416/MENKES/PER/IX/1990

Berdasarkan Tabel 2 efisiensi penyisihan tertinggi untuk parameter zat warna mencapai 25,770% pada

penambahan alum 100 ml. Kelebihan dosis kemungkinan menyebabkan terjadinya kekeruhan,

kekeruhan yang terjadi berbentuk koloid, zat terlarut atau tersuspensi. Dosis koagulan tanah lempung 100 ml flokulasi tidak semua partikel koloid mengalami destabilisasi. Pada proses koagulasi-flokulasi terjadi pembentukan ikatan antara ion positif dari koagulan dengan ion negatif dari partikel, seperti :



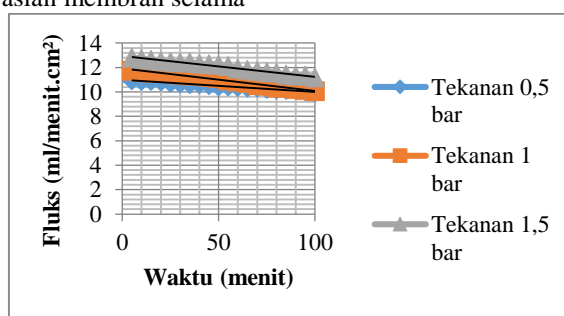
### 3.3 Pengolahan Air Gambut Membran Ultrafiltrasi Tanpa dan dengan *pre treatment* Koagulasi-Flokulasi

Pengolahan air gambut dengan membran ultrafiltrasi dilakukan dengan tiga variasi tekanan yaitu 0,5 bar, 1 bar dan 1,5 bar. Waktu pengoperasian membran selama

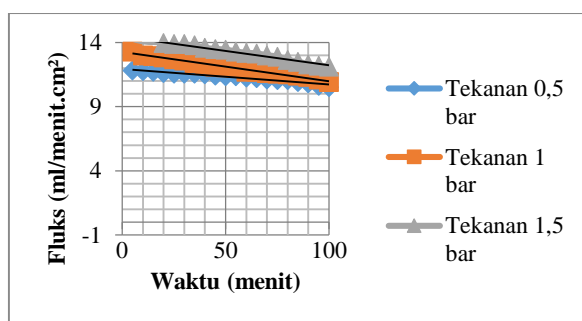
belum mencapai baku mutu air bersih yang telah ditetapkan, hal ini dikarenakan pada proses koagulasi-100 menit. Kinerja membran dilihat dengan menghitung fluks dan rejeksi pada setiap tekanan.

### 3.4 Fluks Membran Ultrafiltrasi Tanpa dan Dengan *pre treatment* Koagulasi-Flokulasi

Fluks yang dihasilkan dipengaruhi oleh waktu dan tekanan. Pengamatan fluks membran ultrafiltrasi dilakukan setiap 5 menit dengan waktu operasi selama 100 menit. Fluks tanpa *pre treatment* koagulasi-flokulasi dan fluks dengan *pre treatment* koagulasi-flokulasi dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Karakteristik Fluks Tanpa *pre treatment* Koagulasi-Flokulasi Berbagai Tekanan dan Waktu



Gambar 2. Karakteristik Fluks Dengan *pre treatment* Koagulasi-Flokulasi Berbagai Tekanan dan Waktu

Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai fluks cenderung menurun dengan naiknya waktu. 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].

Gambar 2 menunjukkan bahwa fluks membran ultrafiltrasi dengan *pre treatment* koagulasi-flokulasi lebih besar daripada fluks membran ultrafiltrasi tanpa *pre treatment*. Hal ini disebabkan karena penambahan koagulan Tanah Lempung Cengar pada *pre treatment* koagulasi-flokulasi telah menyisihkan partikel-partikel terlarut, koloid dan zat tersuspensi yang terdapat didalam air gambut, sehingga hasil pengolahan yang

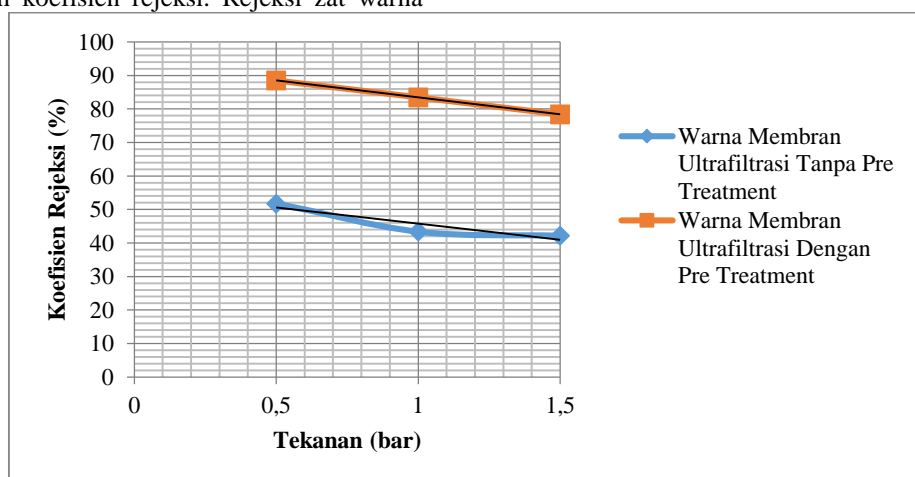
diperoleh akan lebih jernih. *Pre treatment* juga akan mengurangi gejala polarisasi konsentrasi hal ini menyebabkan fluks yang diperoleh dari air umpan dengan pengolahan pendahuluan menghasilkan fluks yang lebih besar [Notodarmojo dan Anne, 2004].

Berdasarkan Gambar 1 dan 2 Fluks meningkat dengan naiknya tekanan. Nilai fluks rata-rata tertinggi yang dihasilkan tanpa pengolahan pendahuluan koagulasi-flokulasi didapat pada tekanan 1,5 bar yaitu sebesar 12,039 ml/minit.cm<sup>2</sup>. Nilai fluks dengan *pre treatment* umpan meningkat dibandingkan tanpa *pre treatment* umpan. Nilai rata-rata fluks tertinggi yang dihasilkan dengan *pre treatment* koagulasi-flokulasi didapat pada tekanan 1,5 bar yaitu sebesar 13,295 ml/minit.cm<sup>2</sup>. Hal ini disebabkan karena semakin besar tekanan, maka gaya dorong yang diberikan semakin besar. Gaya dorong yang semakin besar menyebabkan jumlah massa yang melewati membran semakin besar sehingga fluks yang dihasilkan akan meningkat [Shadili, 2013].

### 3.5 Rejeksi Zat Warna Membran Ultrafiltrasi

Parameter yang digunakan untuk perselektivitas membran adalah koefisien rejeksi. Rejeksi zat warna

tanpa dan dengan *pre treatment* umpan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Koefisien Rejeksi untuk Warna pada Berbagai Tekanan

Gambar 3 koefisien rejeksi warna tanpa *pre treatment* umpan pada tekanan 0,5 sebesar 51,8 %. Koefisienrejeksi warna dengan *pre treatment* umpan mengalami peningkatan yaitu pada tekanan 0,5 bar sebesar 88,5. Rejeksi warna dengan *pre treatment*koagulasi-flokulasi mengalami peningkatan yaitu pada tekanan 0,5 bar sebesar 88,5 %. Berdasarkan Gambar 3 *pre treatment* umpan menyebabkan rejeksi zat warna 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 kecepatannya rendah dan fluida lebih stabil sehingga kontaminan mempunyai kesempatan untuk tersaring lebih besar.

Penelitian Zella [2015], didapatkan tingkat koefisien rejeksi zat warna, zat organik dan kekeruhan tertinggi pada pengolahan pendahuluan dan membran ultrafiltrasi pada tekanan 0,5 bar 92,54% dan 100%. Pada penelitian ini didapatkan tingkat koefisien rejeksi zat warna tertinggi pada *pre treatment* dan membran ultrafiltrasi pada tekanan 0,5 bar sebesar 88,5%.

#### 4. KESIMPULAN

1. Efisiensi penyisihan tertinggi zat warna pada tahap koagulasi-flokulasi mencapai 26% pada penambahan dosis alum 100 ml.
2. Fluks tertinggi membran ultrafiltrasi tanpa *pre treatment* umpan mencapai 12,039 ml/menit.cm<sup>2</sup> pada tekanan 1,5 bar
3. Fluks tertinggi membran dengan *pre treatment* umpan sebesar 13,295 ml/cm<sup>2</sup>.menit pada tekanan 1,5 bar.
4. Koefisien rejeksi warna tertinggi didapat pada tekanan 0,5 bar masing-masing sebesar 88,5 %.
5. Rejeksi zat warna untuk proses membran tanpa pere treatmen umpan mencapai 52 % pada tekanan 0,5 bar

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agustina. (2010). *Penggunaan Teknologi Membran Pada Pengolahan Air Limbah Industri Kelapa Sawit*. Workshop Teknologi Industri Kimia.
- Al-Layla, M.A. (1980). *Water Supply Engineering Design*. Michigan: Ann Arbor Science, Publisher Inc.
- Ashari. (2012). *Variasi Ketebalan Lapisan dan Ukuran Butiran Media Penyaringan Biosan Filter Untuk Pengolahan Air Gambut*. Tugas Akhir. Teknik Sipil Universitas Riau, Pekanbaru.
- Asmadi. (2011). *Teknologi Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Baker. (2004). *Membran Teknologi & Application*. California.
- Darmayanto. (2009). *Penggunaan Serbuk Tulang Ayam Sebagai Penurunan Intensitas Warna Air Gambut*. Tesis. Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara.
- Darnas, Y, Irsyad, M, dan Suprihanto. (2013). *Ekstraksi Aluminium Dari Tanah Lempung Gambut Sebagai Koagulan Cair*. Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung.
- Desviani. (2012). *Evaluasi Pemberian Dosis Koagulan Aluminium Sulfat Cair dan Bubuk Pada Sistem Dosing Koagulan di Instalasi PT. Krakatau*. Skripsi. Teknik Sipil Lingkungan Institut Pertanian Bogor.
- Effendi. (2003). *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius.
- Hamid, A, Muhdarina, dan Amri, T.A. (2014). *Efektifitas Lempung Cengar Sebagai Koagulan Cair Dalam Penjernihan Air Gambut*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau.
- Hanum. (2009). *Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit Dari Unit Deoiling Ponds Menggunakan membran Mikrofiltrasi*. Tesis. Universitas Sumatera Utara.

- Janeta dan Yayok. (2010). *Pengolahan Air Saluran Pemutusan Terusan Kebon Agung Sebagai Air Bersih Dengan Teknologi Membran Ultrafiltrasi*. Jurnal Teknik Lingkungan.
- Kusnaedi. (2006). *Mengolah Air Gambut & Air Kotor Untuk Air Minum*, Jakarta: Penebar Swadaya.
- Lilis dan Hartono, 2006. *Pengolahan Limbah Pembersih Rumah Tangga Secara Koagulasi*. Skripsi. Jurusan Kimia Program Sarjana Universitas Indonesia: Jakarta.
- Mahmud dan Notodarmojo, S. (2007). *Pengolahan air gambut melalui proses hibrid adsorpsi-ultrafiltrasi menggunakan tanah lempung gambut sebagai adsorben*. Makalah pada Seminar Nasional Penelitian Lingkungan di Perguruan Tinggi 2007. Universitas Indonesia, 20 Juni 2007.
- Muhdarina. (2011). *Pencirian Lempung Cengar Asli dan Berpilar Serta Sifat Penyerapannya Terhadap Logam Berat*. Tesis. Fakultas Kejuruteraan dan Alam Bina UKM, Bangi.
- Mulder. (1996). *Basic Principles Of Membran Teknologi*.
- Noor. (2010). *Lahan Gambut: Pengembangan, Konservasi dan Perubahan Iklim*. Yogyakarta.
- Notodarmojo. (2004). *Penurunan Zat Organik dan Kekeruhan Menggunakan Teknologi Membran Ultrafiltrasi Dengan Sistem Aliran Dead-End*. Institut Teknologi Bandung.
- Pansu. (2006). *Handbook Of Soil Analysis*. France: Springer.
- Pramuhardini. (2012). *Penentuan Jenis dan Dosis Optimum Koagulan Kimia Pada Air Gambut Dengan Menggunakan Biosand Filter*. Tugas Akhir. Teknik Sipil Universitas Riau.
- Rahadi dan Edwan. (2010). *Kualitas Air Pada Proses Pengolahan Air Minum Di Instalasi Pengolahan Air Minum Lippo Cikarang*. Jurnal. Teknik Lingkungan ITB.
- Rautenbach, R dan Albrecht, R. (1931). *Membrane Processes*. Institute Fur Verfahrenstechnik RWTH Aachen, West Germany.
- Janhom. (2007). *Teknologi Penyediaan Air Minum*, Yogyakarta: Gosen Publishing.
- Joko. (2010). *Unit Produksi Dalam Sistem Penyediaan Air Minum*, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Reynold, T.D. (1996). *Unit Operation and Processes in Environmental Engineering*. Brooks/Cole Engineering Division. Monterey. California.
- Riska, Z. (2015). *Penyisihan Warna, Zat Organik dan Kekeruhan Pada Air Gambut Dengan Kombinasi Proses Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Aluminium Chloride (PAC) dan Membran Ultrafiltrasi*. Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Riau.
- Rizal. (2013). *Pengaruh Konsentrasi Koagulan Pada Penyisihan BOD<sub>5</sub>, COD dan TSS Air Lindi TPA Sentajo Dengan Kombinasi Koagulasi-Flokulasi & Membran Ultrafiltrasi*. Tugas Akhir. Teknik Kimia UR.
- Sutrisno Hevi, Muhdarina dan Amri, T.A. (2014). *Pengolahan Air Gambut Dengan Koagulan Cair Hasil Ekstraksi Lempung Alam Desa Cengar Menggunakan Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau.
- Syahroni Reza, Muhdarina dan Linggawati Amilia. (2014). *Pengolahan Air Gambut Menggunakan Koagulan Cair Dari Lempung Alam Cengar*. 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.
- Trckova. (2003). *Peat Asa A Feed Supplement For Animals*. Check Republic: Veterinary Research Brno.
- Wang, L.K, Yung, T.H& Nazih, K.S. (2006). *Advanced Physicochemical Treatment Processes*. New Jersey : Huamana Pres