

# pengaruh proses hibrid kuagulasi dua tahap dan membran ultrafiltrasi polisulfon terhadap penyisihan bahan organik alami air gambut

*by* Mahmud Mahmud

---

**Submission date:** 28-Mar-2023 01:46PM (UTC-0400)

**Submission ID:** 2049216330

**File name:** 4.\_pengaruh\_proses\_hibrit.pdf (958.02K)

**Word count:** 5027

**Character count:** 28268

**PENGARUH PROSES HIBRID KOAGULASI DUA TAHAP DAN MEMBRAN  
ULTRAFILTRASI POLISULFON TERHADAP PENYISIHAN BAHAN  
ORGANIK ALAMI AIR GAMBUT**

*EFFECT OF HYBRID PROCESS TWO-STAGE COAGULATION AND POLYSULFONE  
ULTRAFILTRATION MEMBRANE TOWARDS REMOVAL NATURAL ORGANIC MATTER IN  
PEAT WATER*

***Raissa Rosadi<sup>1</sup>, Mahmud<sup>2</sup> dan Chairul Abdi<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, UNLAM*

*<sup>2</sup>Dosen Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, UNLAM*

*JL. A. Yani Km 36, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714, Indonesia*

*E-mail: [raissa.rosadi@gmail.com](mailto:raissa.rosadi@gmail.com)*

**ABSTRAK**

*Penyisihan kandungan bahan organik alami (BOA) pada air gambut dengan menggunakan membran ultrafiltrasi polisulfon mempunyai kendala berupa terjadinya fouling membran. Proses hibrid koagulasi satu tahap dan ultrafiltrasi diketahui hanya mampu menyisihkan kandungan BOA yang bersifat hidrofobik dan sebagian kandungan hidrofilik. Penggunaan koagulasi dua tahap diduga mampu mengurangi potensi fouling pada membran, serta lebih baik dalam menyisihkan kandungan BOA hidrofobik dan hidrofilik. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dosis dan tekanan optimum pada proses hibrid koagulasi dua tahap dan UF-PSf dalam menyisihkan kandungan BOA air gambut, serta mengetahui pengaruh praperlakuan koagulasi dua tahap terhadap perubahan nilai fluks pada membran UF-PSf. Proses koagulasi menggunakan alat jar test dengan koagulan  $Al_2(SO_4)_3$ . Sistem filtrasi pada membran UF-PSf menggunakan sistem aliran dead-end. Kondisi operasi optimum pada proses hibrid koagulasi dua tahap dan UF-PSf didapatkan pada dosis 175 mg/L dan tekanan filtrasi 3 bar dengan besar penyisihan BOA zat organik  $KMnO_4$  dan  $UV_{254}$  berturut-turut sebesar 97,32% dan 96,02%. Praperlakuan koagulasi dua tahap memberikan pengaruh terhadap nilai fluks yang semakin besar pada proses hibrid koagulasi dua tahap dan UF-PSf. Nilai fluks pada tekanan optimum 3 bar yaitu sebesar 154,84  $L/m^2.jam$ .*

**Kata kunci:** Air gambut, bahan organik alami, fouling membran, koagulasi dua tahap, membran ultrafiltrasi polisulfon.

**ABSTRACT**

*Removal of natural organic matter (NOM) on peat water by Polysulfone ultrafiltration membrane (UF-PSf) have some of promblem, namely membrane fouling. Hybrid process of one-stage coagulation and UF-PSf can remove hydrophobic and some hydrophilic content of NOM. Two stage coagulation was allegedly able to decrease membrane fouling, and better to remove hydrophobic and hydrophilic content of NOM. The purpose of this reseach is to find the optimum dose and pressure on two stage coagulation and UF-PSf hybrid process to remove NOM in peat water, and to known the effect of two stage coagulation pretreatment towards flux value changes on UF-PSf membranes. The coagulation process using jar test instrument with  $Al_2(SO_4)_3$  coagulant.*

*The filtration system on the UF-PSf membrane using dead-end flow system. The optimum dose and pressure on hybrid process of two stage coagulation and UF-PSf is 175 mg/L and 3 bar with BOA removal of organic substances  $KMnO_4$  and  $UV_{254}$  respectively amounted to 97,32% and 96,02%. Two stage coagulation pretreatment giving increasing the flux value on two stage coagulation and UF-PSf hybrid process. The flux value of optimum pressure at 3 bar is 154,84L/m<sup>2</sup>.hours.*

Keywords: peat water, natural organic matter (NOM), fouling membrane, two stage coagulation, polysulfone ultrafiltration membrane.

## 1. PENDAHULUAN

Air gambut merupakan air permukaan yang dominan berada di daerah rawa atau daerah daratan rendah (Suherman dan Sumawijaya, 2013). Air gambut mengandung bahan organik alami (BOA) yang tersusun dari bahan humus. Bahan humus dibagi menjadi tiga fraksi utama yang meliputi asam humat, asam fulvat, dan humin (Yuan dan Zydney, 1999; Sillanpää, 2015). Zat-zat humat dianggap sebagai fraksi yang terbesar yaitu 50% dari *total organic carbon* (TOC) atau total karbon organik dalam air (Sillanpää, 2015). Air gambut memiliki kendala untuk dapat dijadikan air bersih/air minum karena memiliki karakteristik yang khas seperti sifatnya yang masam, berwarna kecoklatan, serta mengandung bahan organik alami (BOA) yang tinggi (Mahmud dkk., 2013). Air gambut perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu untuk dapat memenuhi standar baku mutu air bersih (Dzulhairi, 2015; Nastiti dkk., 2015) sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416/MENKES/Per/IX/1990.

Penggunaan membran Ultrafiltrasi (UF) mulai banyak dikembangkan dalam pengolahan air gambut (Syarfi dan Herman, 2007; Aryanti dkk., 2013; Wardani, 2013; Herwati dkk., 2015) karena kemampuannya yang lebih efektif dalam menghilangkan/mengurangi kandungan BOA air gambut (Syarfi dan Herman, 2007; Wardani, 2013). Polisulfon (PSf) merupakan salah satu bahan polimer dalam pembuatan membran UF (Wenten, 2005; Aprilia dan Amin, 2011; Nair dkk., 2015) yang memiliki peran penting terhadap bahan membran karena kinerja dan stabilitasnya yang sangat baik seperti termal, tahan asam dan alkali, serta memiliki sifat mekanik yang lebih tahan lama (Park dkk., 2006; Aryanti dkk., 2013). Namun, penggunaan membran UF dalam pengolahan air gambut masih memiliki kekurangan yaitu terjadinya fouling pada membran (Herwati dkk., 2015). Faktor utama terbentuknya fouling pada membran UF disebabkan oleh kandungan bahan organik alami (BOA) dalam air (Cui dan Choo, 2014).

Penggunaan praperlakuan seperti koagulasi, adsorpsi, dan ozonisasi sebelum proses membran UF telah banyak digunakan untuk menghilangkan kandungan bahan organik alami (BOA) dan mengurangi fouling pada membran UF (Dong dkk., 2007). Praperlakuan dengan menggunakan koagulasi lebih sering digunakan karena biayanya yang cukup murah serta mudah untuk dioperasikan (Dong dkk., 2007; Rahman, 2014). Menurut Fitria dan Handayani. (2010), penggunaan koagulasi dua tahap lebih baik dalam menurunkan kandungan BOA dibandingkan dengan koagulasi satu tahap. Sehingga pada penelitian ini akan melakukan pengolahan air gambut dengan menggunakan membran Ultrafiltrasi Polisulfon (UF-PSf) yang didahului dengan praperlakuan berupa koagulasi dua tahap menggunakan koagulan  $Al_2(SO_4)_3$ . Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kondisi operasi optimum pada proses hibrid koagulasi dua tahap dan

UF-PSf dan pengaruh praperlakuan koagulasi dua tahap terhadap perubahan nilai fluks pada membran UF-PSf.

## 2. METODE PENELITIAN

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air gambut, aquadest, koagulan  $Al_2(SO_4)_3$  pro-analis (Merck), polisulfon (PSf), KCl (Merck), N-N-dimetilasetamida/DMAc (Merck), Polietilen glikol 600 (Merck), NaOH 0,1 N, dan  $H_2SO_4$  0,1 N, bahan untuk analisa BOA meliputi  $KMnO_4$ . Alat yang digunakan yaitu sel ultrafiltrasi *dead-end*, *Jar Test* Mascotte Flocculator FC-6, *hot plate*, neraca analitik, *Compressor* Krisbow, UV-1600 *Spectrophotometer*, *Scanning Electron Microscope* JEOL 25C, HANNA pHep *tester*, gelas ukur, erlenmeyer, gelas *beaker*, labu ukur, dan buret.

### 2.1 Pengambilan dan Karakterisasi Sampel Air Gambut

Sampel air gambut yang digunakan dalam penelitian ini diambil di KM.17 Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan. Sampel yang telah diambil kemudian dikarakterisasi melalui uji pH, DOC,  $UV_{254}$ , zat organik  $KMnO_4$ , serta nilai  $SUVA_{254}$ .

### 2.2 Pembuatan Membran Ultrafiltrasi Polisulfon (UF-PSf)

Bahan-bahan yang digunakan dalam membuat membran UF-PSf yaitu polisulfon 18% (b/b), pelarut DMAc 64% (b/b), dan polietilen glikol 18% (b/b). Sebelum dicetak, dilakukan impregnasi KCl dalam koagulan dengan campuran aquadest 65% (b/b) dan pelarut DMAc 35% (b/b). Setelah itu melakukan impregnasi dengan menambahkan kristal KCl 0,5% (b/b). Membran UF-PSf kemudian dicetak menjadi lapisan *film* di atas lapisan kaca menggunakan teknik infersi fasa dengan proses rendam endap. Membran yang telah dicetak kemudian direndam kedalam larutan aquadest. Setelah dicetak, membran UF-PSf kemudian dikarakterisasi dengan cara mengalirkan aquadest pada membran UF-PSf untuk mendapatkan nilai permeabilitas. Proses filtrasi dengan akuades dilakukan pengulangan data sebanyak 3 kali (triplo). Selain itu, karakterisasi membran juga dapat dilakukan dengan melakukan uji SEM untuk mengetahui bentuk dan ukuran pori membran.

### 2.3 Praperlakuan Koagulasi

Proses koagulasi dibagi menjadi dua, yaitu koagulasi satu tahap dan koagulasi dua tahap. Pada proses koagulasi, sampel air gambut diambil sebanyak 500ml dan dimasukkan kedalam gelas *beaker*. Kemudian melakukan proses koagulasi menggunakan alat *jar test* dengan melakukan variasi pembubuhan dosis  $Al_2(SO_4)_3$  sebanyak 125, 150, 175, 200, 225, dan 250 mg/L. Untuk mengetahui tahapan pada proses koagulasi satu tahap dan koagulasi dua tahap dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah ini.

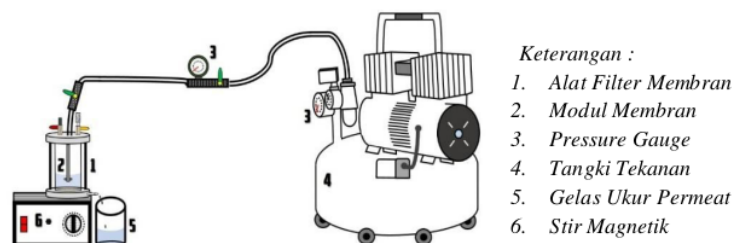
**Tabel 2.1** Proses Koagulasi

Koagulasi Satu Tahap	Koagulasi Dua Tahap
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengatur pH air menjadi 6</li> <li>• Menambahkan <math>Al_2(SO_4)_3</math> (total variasi dosis)</li> <li>• Pengadukan cepat 200 rpm = 1 menit</li> <li>• Pengadukan lambat 40 rpm = 20 menit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menambahkan <math>Al_2(SO_4)_3</math> (1/3 dari total variasi dosis)</li> <li>• Pengadukan cepat 200 rpm = 1 menit</li> <li>• Mengatur pH air menjadi 6</li> <li>• Menambahkan <math>Al_2(SO_4)_3</math> (2/3 dari total variasi dosis).</li> <li>• Pengadukan cepat 200 rpm = 1 menit</li> </ul>

- Sedimentasi = 20 menit
- Pengadukan lambat 40 rpm = 20 menit
- Sedimentasi = 20 menit

Proses koagulasi satu tahap dan proses koagulasi dua tahap dilakukan pengulangan sebanyak dua kali (duplo). Pengaturan pH dilakukan menggunakan NaOH 0,1 M atau HCl 0,1 M. Setelah dilakukan proses koagulasi, sampel dari pada proses koagulasi satu tahap maupun koagulasi dua tahap dilakukan pengujian kandungan BOA dengan parameter zat organik  $\text{KMnO}_4$  dan  $\text{UV}_{254}$  untuk mendapatkan dosis optimum dari masing masing proses. Dosis optimum yang didapatkan dari proses koagulasi satu tahap dan koagulasi dua tahap kemudian akan dilanjutkan kedalam proses filtrasi ke membran UF-PSf.

#### 2.4 Proses Hibrid Koagulasi dan Ultrafiltrasi Polisulfon (UF-PSf)



Gambar 2.1 Skema Peralatan Operasi Ultrafiltrasi *Dead-end*

Air olahan dengan dosis optimum pada proses koagulasi satu tahap dan koagulasi dua tahap dilakukan proses filtrasi ke membran UF-PSf menggunakan sel ultrafiltrasi *dead-end* dengan melakukan variasi tekanan 1, 1.5, 2, 2.5, dan 3 bar. Setiap 5 menit volume air permeat diukur dalam waktu 60 menit untuk masing-masing sampel untuk mencari nilai  $J_t/J_0$ . Analisis  $J_t/J_0$  digunakan untuk mengukur laju pembentukan *cake* pada membran terhadap waktu operasi. Proses hibrid dilakukan pengulangan sebanyak dua kali (duplo). Setelah itu, sampel dari masing-masing proses baik proses hibrid koagulasi satu tahap dan UF-PSf maupun proses hibrid koagulasi dua tahap dan UF-PSf dilakukan pengujian kandungan BOA dengan parameter zat organik  $\text{KMnO}_4$  dan  $\text{UV}_{254}$  untuk mendapatkan kondisi operasi optimum dari variasi dosis dan tekanan pada masing-masing proses.

Besar efektifitas penyisihan kandungan BOA dapat didapatkan dengan menggunakan persamaan dibawah ini.

$$R(\%) = \left(1 - \frac{C_{pi}}{C_{bi}}\right) \times 100\% \quad (1)$$

Dimana  $C_{pi}$  adalah nilai konsentrasi zat terlarut permeat dan  $C_{bi}$  adalah zat terlarut air umpan. Nilai *fluks* (J) diukur berdasarkan laju aliran air permeat pada proses filtrasi dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$J = \frac{V}{At} \quad (2)$$

Nilai J merupakan besar fluks pada membran ( $L/m^2 \cdot jam$ ), dimana V adalah besar volume filtrasi (L), A adalah luas area membran ( $m^2$ ), dan t adalah waktu (Edzwald dan Tobiason).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Karakterisasi Air Gambut

Pengujian kualitas air gambut dilakukan dengan parameter pH, DOC,  $UV_{254}$ ,  $KMnO_4$ , dan nilai  $SUVA_{254}$ . Pengukuran pH dilakukan untuk mengukur tingkat keasaman sampel air gambut. Pengujian  $UV_{254}$  bertujuan untuk mengukur kandungan BOA senyawa aromatik dan hidrofobik/ bahan humik. Pengukuran DOC dilakukan untuk mengetahui kandungan BOA yang bersifat hidrofilik. Untuk mengukur kandungan zat organik air gambut dilakukan dengan uji  $KMnO_4$ . Selain itu, penelitian ini juga mencari nilai  $SUVA_{254}$  untuk mengetahui komposisi BOA pada air gambut. Berikut data mengenai uji karakteristik air gambut yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Uji Karakterisasi Air Gambut**

No	Parameter	Satuan	Hasil
1	pH	-	6,30
2	DOC	mg/L	36,40
3	$UV_{254}$	1/cm	0,980
4	Zat organik $KMnO_4$	mg/L	132,72
5	$SUVA_{254}$	L/mg.m	2,692

Air gambut memiliki ciri khas dengan sifat air yang masam dengan pH 2-5 (Nastiti dkk., 2015). Dari hasil karakterisasi diperoleh bahwa nilai pH air gambut hampir netral yaitu 6,30. Hal ini dapat disebabkan karena sampel air gambut yang diambil memasuki musim kemarau (tidak ada hujan), sehingga air gambut yang bersifat kurang masam dan hampir netral. Selain itu, pH air gambut yang mengalami kenaikan juga dapat diindikasikan telah terjadinya pencemaran lingkungan.

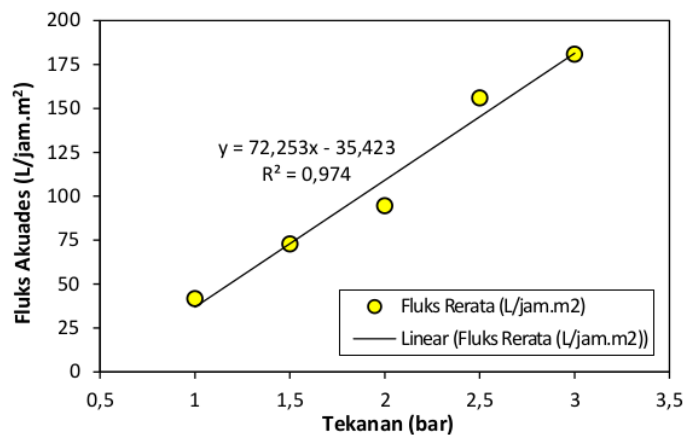
Menurut Riduan. (2005), air gambut di wilayah Kalimantan Selatan memiliki kadar organik yang tinggi yaitu sekitar 38-280 mg/L  $KMnO_4$ . Sehingga nilai zat organik  $KMnO_4$  air gambut pada penelitian ini memiliki kandungan organik yang tinggi karena memiliki nilai zat organik  $KMnO_4$  sebesar 132,72 mg/L. Berdasarkan Tabel 1.1 diketahui bahwa nilai kandungan BOA air gambut dengan parameter  $UV_{254}$  dan DOC masing-masing sebesar 0,980 1/cm dan 36,40 mg/L. Selanjutnya nilai kandungan BOA air gambut dengan parameter  $UV_{254}$  dan DOC dapat digunakan untuk mengetahui nilai  $SUVA_{254}$ .

$SUVA_{254}$  merupakan nilai pembagian antara nilai absorbansi  $UV_{254}$  dengan nilai kandungan DOC (Mahmud dkk., 2013). Pada Tabel 1.1, dapat diketahui nilai  $SUVA_{254}$  air gambut pada penelitian ini yaitu 2,692 L/mg.m. Menurut Edzwald dan Tobiason. (1999), air dengan nilai  $SUVA_{254}$  antara 2-4 L/mg.m memiliki kandungan BOA dengan komposisi campuran antara humik dengan non-humik,

komposisi campuran antara hidrofobik dengan hidrofilik, serta memiliki komposisi campuran antara BM besar dengan BM kecil. Sedangkan menurut Sillanpää. (2015), air dengan nilai  $SUVA_{254} < 3$  L/mg.m, menunjukkan bahwa air tersebut mengandung BOA yang didominasi oleh material hidrofilik.

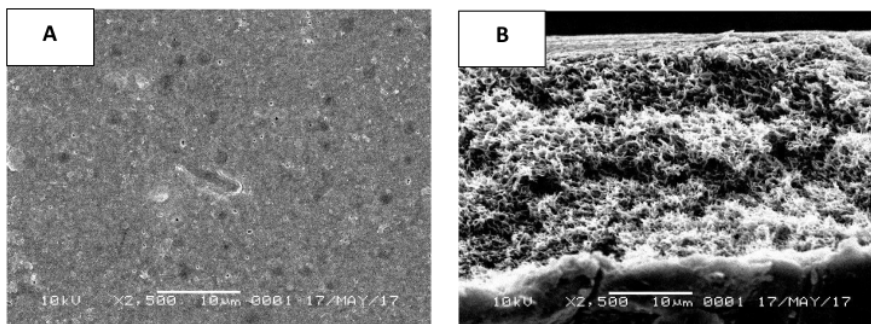
### 3.2 Karakterisasi Membran Polisulfon

Membran polisulfon yang telah dicetak kemudian dikarakteristik dan dilihat nilai fluksnya dengan mengalirkan akuades pada membran. Nilai fluks yang dihasilkan kemudian dihitung untuk mendapatkan nilai permeabilitas membran guna mengetahui jenis/klasifikasi membran yang digunakan. Permeabilitas merupakan gradien kemiringan kurva hubungan antara nilai fluks (J) terhadap tekanan. Nilai fluks didapatkan dari pembagian gradien kurva aliran volume permeat terhadap waktu (t) dan luas permukaan membran (A). Grafik nilai permeabilitas membran dapat dilihat pada Gambar 3.1.



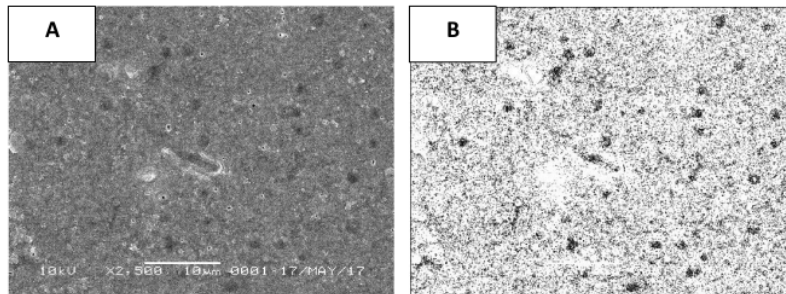
Gambar 3.1 Skema Peralatan Operasi Ultrafiltrasi *Dead-end*

Pada Gambar 3.1 diatas dapat diketahui bahwa dengan penambahan tekanan operasi akan berbanding lurus dengan pertambahan nilai fluks yang dihasilkan. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar tekanan yang diberikan pada membran polisulfon, maka nilai fluks yang dihasilkan juga semakin besar. Pada tekanan 1 bar, nilai fluks yang dihasilkan sebesar  $41,62 \text{ L/jam.m}^2$  dan nilai fluks terbesar terlihat pada tekanan 3 bar sebesar  $180,71 \text{ L/jam.m}^2$ . Dari grafik hubungan fluks (J) dan tekanan (P) tersebut kemudian ditarik garis linear dan didapat nilai permeabilitas membran sebesar  $72,25 \text{ L/jam.m}^2.\text{bar}$ . Menurut Wenten. (1999) dan Mulder. (1996), nilai koefisien permeabilitas membran kisaran  $50\text{--}500 \text{ L/m}^2.\text{jam.bar}$  digolongkan kedalam membran ultrafiltrasi (UF). Dari literatur tersebut dapat diketahui bahwa membran polisulfon yang dibuat termasuk kedalam golongan membran UF.



**Gambar 3.2** Uji SEM Membran UF-PSf dengan KCL 0,5% (b/b) Perbesaran 2500x  
(a)Penampang Permukaan; (b)Penampang Melintang

Dapat terlihat dari Gambar 3.2 bahwa membran UF-PSf pada penelitian ini memiliki susunan pori yang rapat serta bersifat asimetrik. Membran bersifat asimetrik memiliki keunggulan berupa selektivitas membran yang tinggi karena memiliki pori yang rapat dan fluks permeat yang dihasilkan juga tinggi (Notodarmojo dan Deniva, 2004). Hasil foto SEM pada membran UF-PSf tersebut dapat digunakan untuk mengukur pori membrane dengan *software* PC/Desktop bernama *Image-J*. Untuk gambar hasil pengukuran pori membran menggunakan *Image-J* dapat dilihat pada Gambar 3.3 dibawah ini.



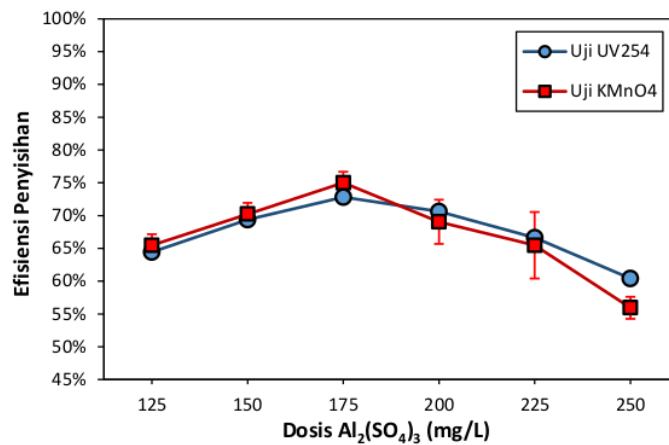
**Gambar 3.3** Hasil Pengukuran Pori Membran UF-PSf dengan Image-J Perbesaran 2500x  
(a)Sampel SEM; (b)Hasil Image-J

Gambar uji SEM yang digunakan dalam pengukuran pori membran UF-PSf menggunakan Image-J adalah gambar SEM membran UF-PSf dengan perbesaran 2500x pada 10 $\mu$ m. Dari hasil pengukuran didapatkan bahwa ukuran pori membran UF-PSf yaitu 0,057  $\mu$ m. Hasil nilai pori tersebut sesuai dengan Mulder. (1996) yang menyatakan bahwa rentang nilai pori membran ultrafiltrasi berkisar antara 0,001-0,1  $\mu$ m.

### 3.3 Kemampuan Proses Koagulasi Satu Tahap dan Koagulasi Dua Tahap

Pengaruh perbedaan dosis koagulan terhadap penyisihan kandungan BOA dalam parameter UV<sub>254</sub> dan KMnO<sub>4</sub> pada proses koagulasi satu tahap dapat dilihat pada Gambar 3.4 dibawah ini.

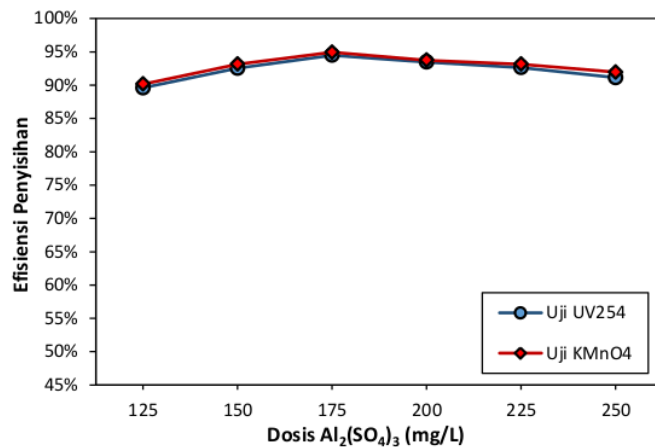




**Gambar 3.4** Pengaruh Variasi Dosis  $Al_2(SO_4)_3$  terhadap Penyisihan BOA pada Proses Koagulasi Satu Tahap

Berdasarkan Gambar 3.4, dapat diketahui bahwa dengan penambahan dosis koagulan  $Al_2(SO_4)_3$  kedalam air gambut mengakibatkan terjadinya kenaikan dan penurunan penyisihan kandungan BOA. Penyisihan kandungan BOA mengalami kenaikan dari dosis 125 mg/L sampai dengan 175 mg/L, namun setelah diberikan dosis sebanyak 200 mg/L sampai dengan dosis 250 mg/L terjadi penurunan penyisihan kandungan BOA. Terjadinya penurunan kandungan BOA disebabkan karena dosis koagulan sudah mengalami restabilisasi muatan.

Sehingga didapatkan dosis optimum dalam penyisihan kandungan BOA pada proses koagulasi satu tahap yaitu pada dosis 175 mg/L dengan tingkat penyisihan BOA untuk uji zat organik  $KMnO_4$  sebesar 75,00% dan uji  $UV_{254}$  sebesar 72,81%. Sedangkan untuk nilai penyisihan BOA pada proses koagulasi dua tahap dapat dilihat pada Gambar 3.5 dibawah ini.



**Gambar 3.5** Pengaruh Variasi Dosis  $Al_2(SO_4)_3$  terhadap Penyisihan BOA dan pH pada Proses Koagulasi Dua Tahap

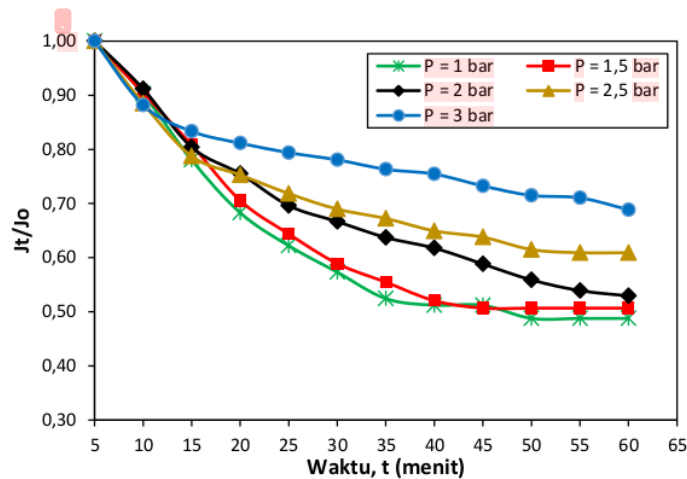
Pada Gambar 3.5 diketahui bahwa penambahan dosis koagulan  $Al_2(SO_4)_3$  dalam proses koagulasi dua tahap mengakibatkan terjadinya kenaikan dan penurunan penyisihan kandungan BOA air gambut. Kenaikan penyisihan kandungan BOA terjadi pada dosis 125 mg/L sampai dengan dosis 175 mg/L, namun setelah diberikan dosis sebanyak 200 mg/L sampai dengan dosis 250 mg/L terjadi penurunan penyisihan kandungan BOA. Terjadinya penurunan kandungan BOA dapat disebabkan karena dosis koagulan sudah mengalami restabilisasi muatan. Sehingga pada proses koagulasi dua tahap didapatkan dosis optimum  $Al_2(SO_4)_3$  dalam penyisihan kandungan BOA yaitu pada dosis 175 mg/L dengan tingkat penyisihan BOA untuk uji zat organik  $KMnO_4$  sebesar 94,94% dan uji  $UV_{254}$  sebesar 94,49%.

Pada Gambar 3.4 dan Gambar 3.5, kurva tingkat penyisihan BOA pada parameter zat organik  $KMnO_4$  dan  $UV_{254}$  memiliki pola dan nilai penyisihan yang hampir sama. Hal ini dapat terjadi karena sampel air gambut yang lebih banyak mengandung BOA yang bersifat hidrofobik dibandingkan dengan kandungan hidrofilik. Uji  $UV_{254}$  memiliki kemampuan yang sangat baik dalam membaca kandungan BOA yang bersifat hidrofobik dan aromatik. Sedangkan uji zat organik  $KMnO_4$  memiliki kemampuan membaca berbagai macam kandungan organik baik hidrofobik dan hidrofilik seperti alkena, akalin, aldehid alkohol, dan rantai samping aromatik (Anonim, 2015).

Menurut Fitria dan Handayani. (2010), kemampuan koagulasi satu tahap dengan menggunakan  $Al_2(SO_4)_3$  lebih baik dibandingkan dengan koagulasi satu tahap dalam menyisihkan kandungan BOA yang bersifat hidrofobik dan hidrofilik. Besar penyisihan kandungan BOA air gambut pada proses koagulasi dua tahap dengan menggunakan  $Al_2(SO_4)_3$  yaitu sekitar 90,18 - 94,94% untuk parameter zat organik  $KMnO_4$ , dan 89,59 - 94,49% untuk parameter  $UV_{254}$ . Hal ini membuktikan bahwa kemampuan koagulasi dua tahap dengan menggunakan koagulan  $Al_2(SO_4)_3$  lebih baik dalam menyisihkan kandungan BOA air gambut dibandingkan dengan koagulasi satu tahap yang hanya menyisihkan kandungan BOA sekitar 55,95 - 75,00% (parameter zat organik  $KMnO_4$ ) dan 60,41 - 72,81% (parameter  $UV_{254}$ ).

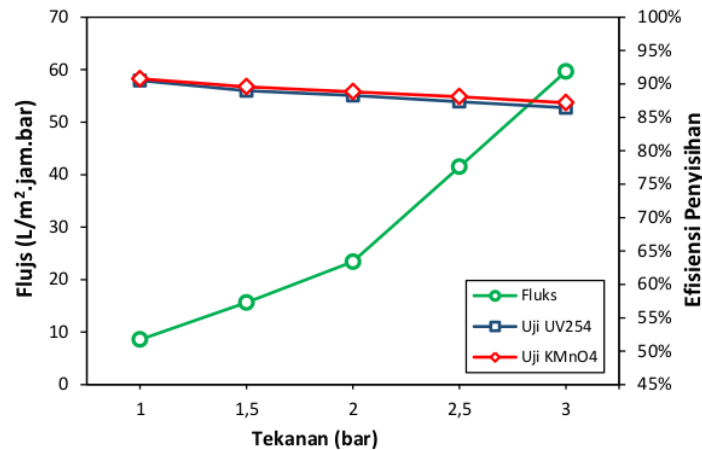
### 3.4 Kemampuan Proses Hibrid Praperlakuan Koagulasi Satu Tahap dan Koagulasi Dua dalam Perubahan Nilai Fluks Membran UF-PSf

Pengaruh variasi tekanan proses hibrid koagulasi satu tahap dan UF-PSf terhadap tingkat fouling membran dapat diketahui dengan melihat nilai  $J_t/J_0$ . Nilai  $J_t/J_0$  berfungsi untuk menunjukkan laju pembentukan *cake* pada mebran terhadap waktu operasi. Nilai  $J_t/J_0$  didapatkan dari pembagian antara nilai fluks pada proses hibrid dengan nilai fluks akuades. Semakin besar nilai  $J_t/J_0$ , maka potensi fouling yang terjadi semakin kecil, dan begitu pula sebaliknya. Grafik laju pembentukan fouling berdasarkan nilai  $J_t/J_0$  dapat dilihat pada Gambar 3.6 dibawah ini.



**Gambar 3.6** Grafik Nilai  $J_t/J_0$  terhadap Waktu Proses Hibrid Koagulasi Satu Tahap dan UF-PSf

Berdasarkan Gambar 3.6, terlihat bahwa pada tekanan 1- 2 bar terjadi tingkat penurunan  $J_t /J_0$  yang begitu curam atau cukup besar terutama pada tekanan 1 bar. Namun pada tekanan 3 bar terjadi tingkat penurunan nilai  $J_t /J_0$  yang tidak begitu curam atau cukup kecil. Pada proses hibrid koagulasi satu tahap dan UF-PSf dapat diketahui dengan tekanan yang rendah (1 bar) menimbulkan terjadinya fouling membran yang besar yaitu dengan nilai  $J_t/J_0$  sebesar 0.20, dan pemberian tekanan yang semakin besar pada proses filtrasi (3 bar) akan membuat proses pembentukan fouling semakin kecil dengan nilai  $J_t/J_0$  sebesar 0.33. Untuk nilai rejeksi BOA pada proses hibrid koagulasi satu tahap dan UF-PSf dapat dilihat pada Gambar 3.7 dibawah ini.

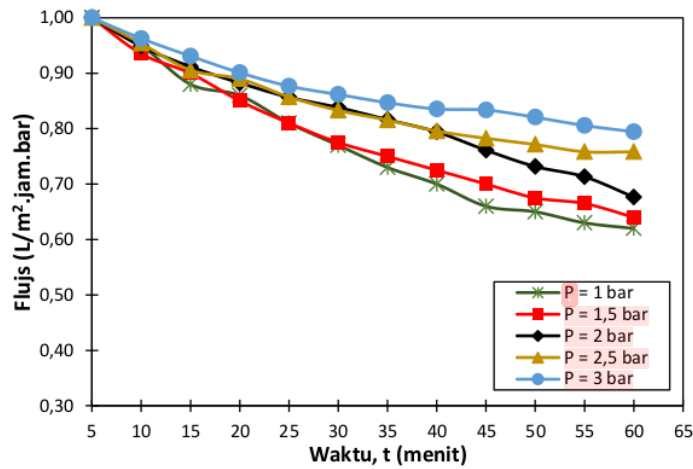


**Gambar 3.7** Pengaruh Tekanan terhadap Penyisihan BOA dan Nilai Fluks Proses Hibrid Koagulasi Satu Tahap dan UF-PSf

Nilai penyisihan BOA menggunakan parameter zat organik  $\text{KMnO}_4$  dan  $\text{UV}_{254}$  pada proses hibrid koagulasi satu tahap dan UF-PSf mempunyai kondisi dan nilai penyisihan yang hampir sama. Berdasarkan Gambar 3.7, penyisihan kandungan BOA terbesar baik parameter zat organik  $\text{KMnO}_4$  maupun  $\text{UV}_{254}$  berada pada tekanan 1 bar ( $8,5009 \text{ L/jam.m}^2$ ) dengan nilai penyisihan berturut-turut sebesar 92,51% dan 91,91%. Selain itu, nilai penyisihan BOA terkecil baik menggunakan parameter  $\text{KMnO}_4$  maupun  $\text{UV}_{254}$  sama-sama berada pada tekanan 3 bar ( $59,6581 \text{ L/jam.m}^2$ ) dengan nilai penyisihan berturut-turut sebesar 89,86% dan 89,24%.

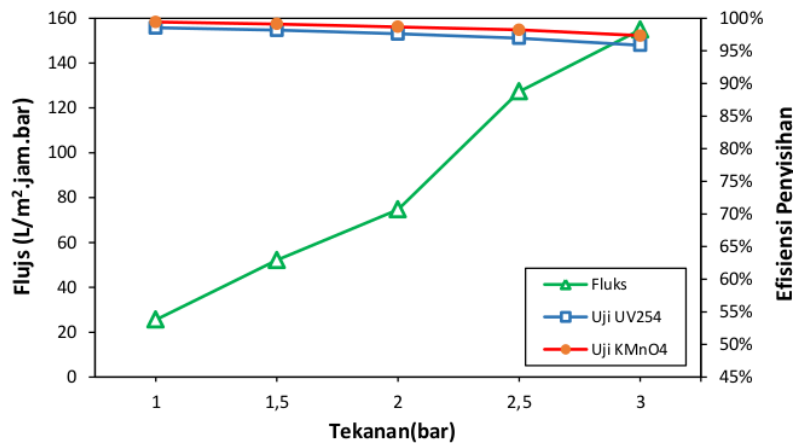
Berdasarkan Gambar 3.7, dapat diketahui bahwa semakin besar pemberian tekanan saat proses filtrasi membran UF-PSf, maka semakin besar pula nilai fluks yang dihasilkan serta semakin sedikit kemampuan rejeksi kandungan BOA yang didapatkan dan begitu pula sebaliknya. Menurut Syarfi dan Herman. (2007), semakin besar tekanan yang diberikan saat filtrasi membran maka kadar organik yang mampu diserap oleh membran semakin kecil, hal ini dapat terjadi karena terjadi deposisi pori-pori membran akibat peningkatan tekanan. Namun penurunan rejeksi BOA yang terjadi pada proses hibrid koagulasi satu tahap dan UF-PSf akibat peningkatan tekanan filtrasi tergolong cukup kecil. Sedangkan untuk peningkatan nilai fluks akibat peningkatan pemberian tekanan filtrasi yang terjadi cukup besar. Dengan pertimbangan kondisi lapangan, disimpulkan bahwa kondisi operasi optimum pada proses hibrid koagulasi satu tahap dan UF-PSf berada pada dosis  $175 \text{ mg/L}$  dengan tekanan filtrasi sebesar 3 bar.

Untuk pengaruh variasi tekanan proses hibrid koagulasi dua tahap dan UF-PSf dapat dilihat pada Gambar 3.8 berikut ini.



**Gambar 3.8** Grafik Nilai Jt/Jo terhadap Waktu Proses Hibrid Koagulasi Dua Tahap dan UF-PSF

Terlihat bahwa grafik Nilai Jt/Jo dengan praperlakuan koagulasi dua tahap lebih tinggi dibandingkan dengan praperlakuan koagulasi satu tahap. Hal tersebut menandakan bahwa potensi fouling praperlakuan koagulasi dua tahap lebih rendah dibandingkan dengan praperlakuan koagulasi satu tahap. Pada tekanan 1 dan 1,5 bar terjadi tingkat penurunan Jt/Jo yang begitu curam atau cukup besar dengan nilai 0,62 dan 0,72. Namun pada tekanan 2,5, dan 3 bar dengan nilai Jt/Jo 0,82 dan 0,86 terjadi tingkat penurunan nilai Jt/Jo yang tidak begitu curam atau landai. Berdasarkan Gambar 3.8 tersebut dapat diketahui bahwa pada tekanan 1 bar dapat mengakibatkan terjadinya fouling membran yang paling besar diantara tekanan lainnya. Selain itu, pemberian tekanan pada 3 bar saat filtrasi akan mengakibatkan fouling membran yang terjadi sangat kecil dibandingkan dengan tekanan yang lain. Untuk nilai rejeksi BOA pada proses hibrid koagulasi satu tahap dan UF-PSF dapat dilihat pada Gambar 3.9 dibawah ini.



**Gambar 3.9** Pengaruh Tekanan terhadap Penyisihan BOA dan Nilai Fluks Proses Hibrid Koagulasi Dua Tahap dan UF-PSF

Berdasarkan Gambar 3.9, penyisihan BOA dengan parameter zat organik  $\text{KMnO}_4$  maupun  $\text{UV}_{254}$  terbesar berada pada tekanan pada tekanan 3 bar ( $25,60 \text{ L/jam.m}^2$ ) dengan nilai penyisihan berturut-turut sebesar 99,40% dan 98,47%. Selain itu, nilai penyisihan BOA terkecil baik menggunakan parameter  $\text{KMnO}_4$  maupun  $\text{UV}_{254}$  sama-sama berada pada tekanan 3 bar ( $154,84 \text{ L/jam.m}^2$ ) dengan nilai penyisihan berturut-turut sebesar 97,32% dan 96,02%. Dengan pertimbangan kondisi dilapangan, didapatkan kondisi operasi optimum pada proses hibrid koagulasi dua tahap dan UF-PSf berada pada dosis 175mg/L dengan tekanan filtrasi sebesar 3 bar.

**Tabel 3.2** Perbandingan Penyisihan BOA Proses Hibrid Koagulasi Satu Tahap-UF dengan Koagulasi Dua Tahap-UF

Tekanan (bar)	Koagulasi Satu Tahap-UF		Koagulasi Dua Tahap-UF	
	Uji $\text{UV}_{254}$ (%)	Uji $\text{KMO}_4$ (%)	Uji $\text{UV}_{254}$ (%)	Uji $\text{KMO}_4$ (%)
1	90.51%	90.77%	98.47%	99.40%
1.5	88.98%	89.58%	98.27%	99.11%
2	88.27%	88.99%	97.76%	98.66%
2.5	87.35%	88.10%	97.14%	98.21%
3	86.43%	87.50%	96.02%	97.32%

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Kondisi operasi optimum pada proses hibrid koagulasi dua tahap dan UF-PSf berada pada dosis  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  175 mg/L dengan tekanan filtrasi sebesar 3 bar. Nilai penyisihan BOA pada kondisi operasi optimum pada proses hibrid koagulasi dua tahap dan UF-PSf dengan parameter zat organik  $\text{KMnO}_4$  dan  $\text{UV}_{254}$  berturut-turut sebesar 97,32% dan 96,02%.
2. Praperlakuan koagulasi dua tahap memberikan pengaruh terhadap nilai fluks yang semakin besar pada proses hibrid koagulasi dua tahap dan UF-PSf. Nilai fluks optimum berada pada tekanan 3 bar dengan nilai  $154,84 \text{ L/m}^2.\text{jam}$ .

#### DAFTAR RUJUKAN

- Anonim. (2015). Oxidation of Organic Molecules by  $\text{KMnO}_4$ . <https://chem.libretexts.org/>. Diakses tanggal 17 Agustus 2017.
- Aprilia, S. dan A. Amin. (2011). Sintesis dan Karakterisasi Membran untuk Proses Ultrafiltrasi. *Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 8(2), 84-88.
- Aryanti, P. T. P., Khoiruddin dan I. G. Wenten. (2013). Influence of Additives on Polysulfone-Based Ultrafiltration Membrane Performance during Peat Water Filtration. *Journal of Water Sustainability*, 3(2), 85-96.
- Cho, J., G. Amy dan J. Pellegrino. (2000). Membrane filtration of natural organic matter: factors and mechanisms affecting rejection and flux decline with charged ultrafiltration (UF) membrane. *Journal of Membrane Science*, 164 1-2, 89-110.
- Cui, X. dan K.-H. Choo. (2014). Natural Organic Matter Removal and Fouling Control in Low-Pressure Membrane Filtration for Water Treatment. *Environmental Engineering Research*, 19(1), 1-8.

- Dong, B.-z., Y. Chen, N.-y. Gao dan J.-c. Fan. (2007). Effect of coagulation pretreatment on the fouling of ultrafiltration membrane. *Journal of Environmental Sciences*, 19(3), 278-283.
- Dzulkhairi, H. (2015). *Teknologi Pengolahan Air Gambut*. Bandung Institute of Technology. Bandung.
- Edzward, J. K. dan J. E. Tobiason. (1999). Enhanced coagulation: US requirements and a broader view. *Water Science and Technology*, 40(9), 63-70.
- Fachrozi, M. (2013). *Proses Hibrid Koagulasi Ultrafiltrasi pada Penyisihan Bahan Organik Alami (BOA) dalam Air Gambut : Pengaruh Jenis Koagulan terhadap Fouling Membran*. Skripsi. Teknik Lingkungan. Universitas Lambung Mangkurat.
- Fitria, D. dan L. Handayani. (2010). Studi Two Staged Coagulation untuk Menurunkan Kandungan Organik pada Air Baku Air Minum Kota Padang. *TeknikA*, 94-106.
- Herwati, N., Mahmud dan C. Abdi. (2015). Pengaruh pH Air Gambut Terhadap Fouling Membran Ultrafiltrasi. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, 1(1), 59-73.
- Mahmud, C. Abdi dan B. Mu'min. (2013). Removal Natural Organic Matter (NOM) in Peat Water from Wetland Area by Coagulation Ultrafiltration Hybrid Process with Pretreatment Two Stage Coagulation. *Journal of Wetlands Environmental Management*, 1(1), 42-49.
- Mulder, M. (1996). *Basic Principles of Membrane Technology*. The Netherlands. Kluwer Academic Publishers.
- Nair, A. K., P. M. Shalin dan P. E. JagadeeshBabu. (2015). Performance enhancement of polysulfone ultrafiltration membrane using TiO<sub>2</sub> nanofibers. *Desalination and Water Treatment*, 1-9.
- Nastiti, Y., S. Daud dan S. Herman. (2015). Penyisihan Warna, zat Organik dan Kekeruhan pada Air Gambut dengan Kombinasi Proses Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Aluminium (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>) dan Membran Ultrafiltrasi. *JOM FTEKNIK*, 2(2), 1-7.
- Notodarmojo, S. dan A. Deniva. (2004). Penurunan Zat Organik dan Kekeruhan Menggunakan Teknologi Membran Ultrafiltrasi dengan Sistem Aliran Dead-End. *PROC. ITB Sains & Tek*, 36 A 1, 63-82.
- Park, J. Y., M. H. Acar, A. Akthakul, W. Kuhlman dan A. M. Mayes. (2006). Polysulfone-graft-poly(ethylene glycol) graft copolymers for surface modification of polysulfone membranes. *Biomaterials*, 27 6 2, 856-865.
- Rahman, R. A. (2014). *Proses Hibrid Koagulasi-Ultrafiltrasi Pada Penyisihan Bahan Organik Alami (BOA) Dalam Air Gambut: Pengaruh Jenis Koagulan dan Kecepatan Pengadukan terhadap Fouling Membran*. Skripsi. Program Studi Teknik Lingkungan. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- Riduan, R. (2005). Studi Pengaruh Penambahan Karbon Aktif pada Optimasi Penurunan Warna dan Kandungan Organik pada Air Gambut Menggunakan Membran Ultrafiltrasi. *INFO-TEKNIK*, 6(1), 54-60.
- Sillanpää, M. (2015). *Natural Organic Matter in Water*. Butterworth-Heinemann.
- Suherman, D. dan N. Sumawijaya. (2013). Menghilangkan Warna dan Zat Organik Air Gambut dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Suasana Basa. *Riset Geologi dan Pertambangan*, 23(2), 127-139.
- Syarfi dan S. Herman. (2007). Rejeksi Zat Organik Air Gambut dengan Membran Ultrafiltrasi. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 6(1), 1-4.
- Wardani, A. K. (2013). *Pengaruh Aditif pada Pembuatan Membran Ultrafiltrasi Berbasis Polisulfon untuk Pemurnian Air Gambut*. Program Studi Teknik Kimia. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Wenten, I. G. (1999). *Teknologi Membran Industrial*.

- Wenten, I. G. (2005). *Teknologi Membran dalam Pengolahan Air Limbah*. Bandung Institute of Technology. Bandung.
- Yuan, W. dan A. L. Zydney. (1999). Humic acid fouling during microfiltration. *Journal of Membrane Science*, 157(1), 1-12.



# pengaruh proses hibrid kuagulasi dua tahap dan membran ultrafiltrasi polisulfon terhadap penyisihan bahan organik alami air gambut

---

## ORIGINALITY REPORT

---

18%

SIMILARITY INDEX

17%

INTERNET SOURCES

10%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

---

## MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

---

1%

★ doku.pub

Internet Source

---

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off

# pengaruh proses hibrid kuagulasi dua tahap dan membran ultrafiltrasi polisulfon terhadap penyisihan bahan organik alami air gambut

---

GRADEMARK REPORT

---

FINAL GRADE

**/0**

GENERAL COMMENTS

**Instructor**

---

PAGE 1

---

PAGE 2

---

PAGE 3

---

PAGE 4

---

PAGE 5

---

PAGE 6

---

PAGE 7

---

PAGE 8

---

PAGE 9

---

PAGE 10

---

PAGE 11

---

PAGE 12

---

PAGE 13

---

PAGE 14

---

PAGE 15

---