

# PERBANDINGAN EFISIENSI KOAGULAN POLI ALUMINIUM KHLORIDA DAN ALUMINIUM SULFAT DALAM MENURUNKAN TURBIDITAS AIR GAMBUT DARI KABUPATEN KATINGAN PROVINSI KALIMANTAN TENGAH

## *Comparison of Poly Aluminium Chloride (PAC) and Aluminium Sulphate Coagulants Efficiency in Reducing Peat Water Turbidity Obtained from Katingan District Central Kalimantan Province*

**Ignasius Dwi Atmana Sutapa<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Pusat Penelitian Limnologi – LIPI

**ABSTRAK** Air gambut memiliki potensi untuk diolah sebagai air baku karena ketersediaannya yang cukup banyak, terutama di Kabupaten Katingan Kalimantan Tengah. Masalah utama dalam mengolah air gambut berhubungan dengan karakteristik spesifik yang dimilikinya yakni kualitas dari air gambut tersebut belum memenuhi standar kualitas air untuk konsumsi. Salah satu proses pengolahan air gambut yakni koagulasi yang membutuhkan koagulan. Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan efektifitas penggunaan *poly alumunium chloride* (PAC) dan alumunium sulfat dalam penurunan tingkat kekeruhan air gambut sehingga diperoleh dosis optimumnya. Metode yang digunakan dalam proses koagulasi menggunakan *jar test* dengan kecepatan pengadukan 100 RPM selama 2 menit untuk homogenisasi larutan dan pengadukan lambat selama 10 menit. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh dosis optimum dari kedua koagulan tersebut sebesar

160 mg/l. Nilai efisiensi tertinggi terlihat pada koagulan aluminium sulfat dengan presentase 96,17%, sedangkan PAC senilai 95%. Jika diukur dari segi ekonomis koagulan aluminium memiliki nilai lebih ekonomis yakni sebesar Rp 640/hari untuk 1 m<sup>3</sup> atau Rp 19.200/bulan untuk 30 m<sup>3</sup> volume air gambut, sedangkan PAC Rp 1.600/hari untuk 1 m<sup>3</sup> atau Rp 48.000/bulan untuk 30 m<sup>3</sup> volume air gambut. Oleh karenanya dalam proses koagulasi air gambut asal Kalimantan Tengah ini direkomendasikan menggunakan koagulan aluminium sulfat.

**Kata Kunci:** air gambut, efisiensi koagulan, Poli Aluminium Khlorida, Alumunium Sulfat.

**ABSTRACT** Peat water has the potency to be processed as raw water because of its abundances, especially in Katingan regency, Central Kalimantan Province. The main problem is that peat water does not meet water consumption standards. So, it needs a specific water treatment processes. One of water treatment processes is coagulation using a specific coagulant. The aim of this study was to compare the efficiency between poly alumunium chloride (PAC) and alumunium sulfat coagulant in reducing peat water colour and turbidity and to determine optimum concentration. The coagulation process comprised a jar test with stirring speed 100 rpm for 2 minutes to homogenize the solution and then stirring slowly

---

Naskah masuk : 6 Mei 2013  
Naskah revisi : 22 Mei 2014  
Naskah diterima : 25 Mei 2014

---

Ignasius Dwi Atmana Sutapa  
Pusat Penelitian Limnologi – LIPI  
Kompleks LIPI – Cibinong  
Jl. Prof. Doddy Tisna Amidjaya, PO BOX 454,  
Cibinong – BOGOR  
Tel/Fax. : 021 – 8757071 / 021 – 8757076  
Email : ignasdas@yahoo.co.id

for 10 minutes. Based on this study, optimum concentrations for both coagulants were 160 mg/l. The highest efficiency for aluminium sulfate was 96.17% and for PAC was 95%. Calculating economic value, aluminium sulfate needs Rp 640 per day for 1 m<sup>3</sup> or Rp 19,200 per month for 30 m<sup>3</sup> of volume peat water. On the other hand, PAC needs Rp 1,600 per day for 1 m<sup>3</sup> or Rp 48,000 per month for 30 m<sup>3</sup> of volume peat water. Therefore, we recommend using aluminium sulfate as coagulant for peat water processing in this area.

**Keywords:** peat water, coagulant efficiency, poly aluminium chloride (PAC), aluminium sulfate.

## PENDAHULUAN

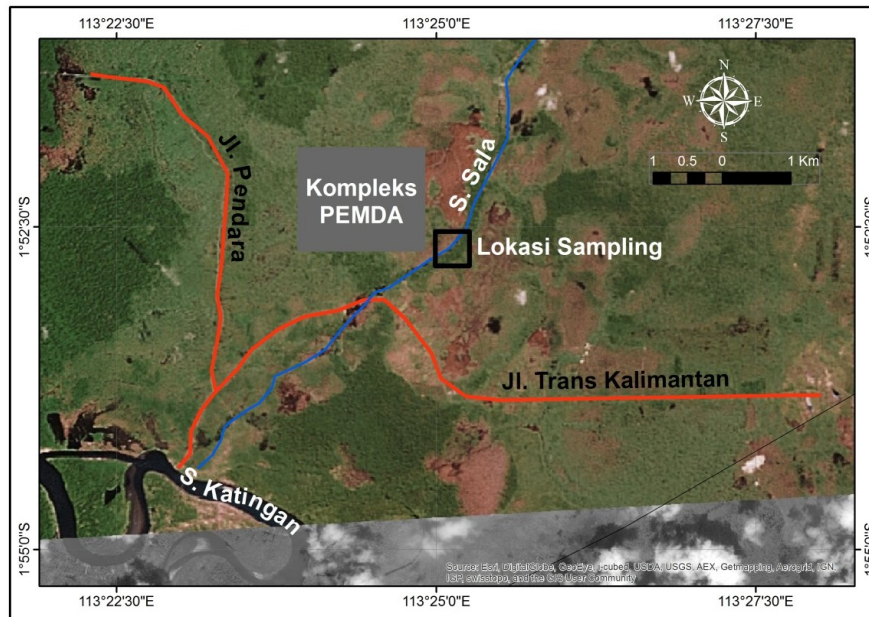
Air di wilayah gambut merupakan sumber air baku yang potensial untuk diolah menjadi air bersih, terutama di daerah-daerah pedalaman Kalimantan maupun Sumatera. Secara umum proses atau tahapan pengolahan air gambut tidak berbeda jauh dengan air baku tawar lainnya. Masalah utama dalam mengolah air gambut berhubungan dengan karakteristik spesifik yang dimilikinya. Adapun ciri-ciri air gambut adalah memiliki kadar pH yang rendah (3 – 4) sehingga bersifat sangat asam, memiliki kadar organik yang tinggi, kadar besi dan mangan tinggi, berwarna kuning atau coklat tua (pekat), serta tingkat kesadahan yang rendah (Herlambang dan Said, 2005). Sementara itu, beberapa parameter utama yang mempengaruhi kualitas air baku pada air gambut dalam sistem pengolahan air bersih adalah : warna, turbiditas atau tingkat kekeruhan, kandungan bahan organik tinggi dan tingkat keasaman yang tinggi. Berdasarkan KEPMENKES RI No. 907/Tahun 2002 standar baku turbiditas air bersih sebesar 5 NTU.

Kalimantan Tengah sebagian besar wilayahnya merupakan lahan gambut yakni sekitar 52.18% (Wahyunto *et al.*, 2004). Wilayah ini merupakan lokasi muara sungai-sungai besar dan anak-anaknya, sehingga wilayah ini memiliki potensi sumber air permukaan yang cukup besar dari segi kontinuitas dan jumlahnya. Namun kualitas dari air gambut tersebut belum memenuhi standar kualitas air untuk konsumsi, sehingga dibutuhkan proses pengolahan air secara spesifik. Sampel air gambut yang digunakan berasal dari Kabupaten Katingan Kalimantan Tengah (Gambar 1).






Dalam rangka meningkatkan efisiensi instalasi pengolahan air bersih, maka diperlukan kajian terhadap permasalahan-permasalahan potensial yang mungkin timbul dalam setiap tahap dari proses pengolahan air bersih yang terdiri atas pengkondisian air baku, koagulasi flokulasi, sedimentasi, filtrasi dan desinfeksi. Penelitian ini difokuskan pada proses koagulasi flokulasi yang memerlukan zat tambahan kimia atau disebut koagulan. Penambahan koagulan ini ditujukan dapat mereduksi tingkat kekeruhan dari air gambut tersebut. Kekeruhan pada air merupakan satu hal yang harus dipertimbangkan dalam penyediaan air bagi umum, mengingat kekeruhan tersebut akan mengurangi segi estetika, menyulitkan dalam usaha penyaringan, dan akan mengurangi efektivitas usaha desinfeksi (Sutrisno, 1991).

Jenis koagulan yang sering dipakai adalah aluminium sulfate (aluminium) dan *poly aluminium chloride* (PAC). Koagulasi merupakan penambahan zat kimia (koagulan) ke dalam air baku dengan tujuan mengurangi gaya tolak-menolak antar partikel koloid, sehingga partikel-partikel tersebut dapat bergabung menjadi flok-flok halus (Zhan *et al.*, 2004). Sedangkan flokulasi merupakan suatu proses aglomerasi atau penggumpalan partikel-partikel terdestabilisasi menjadi flok dengan ukuran yang memungkinkan dapat dipisahkan oleh sedimentasi dan filtrasi (Gebbie, 2001). Proses koagulasi bisa terhambat jika tingkat kekeruhan terlalu rendah atau terlalu tinggi. Untuk itu, perlu ditemukan batas optimal pemakaian koagulan pada kondisi kekeruhan air baku yang berbeda.

Uji efektifitas koagulan PAC dan aluminium telah dilakukan oleh Herlambang dan Said (2005), dengan sampel air limbah laboratorium kimia yang menunjukkan bahwa aluminium lebih efektif dari PAC dengan menurunkan zat padat terlarut 58,80%, Fe 99,14%, Cr 98%, Mn 77,24%, Amoniak 23,18% dan pH 6. Aplikasi koagulan terhadap air gambut Sungai Sala Kalimantan Tengah belum pernah dilakukan, untuk itu pada penelitian ini akan dilakukan percobaan penambahan koagulan PAC dan aluminium dalam menurunkan kekeruhan air gambut sehingga dapat digunakan lebih lanjut sebagai air baku. Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan efektifitas penggunaan PAC dan aluminium sulfate dalam penurunan tingkat kekeruhan air gambut



**Keterangan:** (sumber Citra Satelit: Badan Informasi Geospasial, 2013)

Simbol	keterangan
	Aliran Sungai Sala
	Jalan raya ( Jl Trans Kalimantan dan Jl Pendara)
	Aliran Sungai Katingan
	Kompleks PEMDA
	Lokasi sampling

Gambar 1. Peta lokasi sampling di Sungai Sala.

sehingga diperoleh dosis optimumnya. Parameter proses koagulasi ini terlihat dari menurunnya turbiditas atau kekeruhan sampel yang dinyatakan dalam satuan NTU.

## METODE

Tahap awal yang dilakukan untuk mempercepat proses pengendapan partikel didalam air baku diperlukan koagulan. Dua jenis koagulan utama yang akan dikaji adalah aluminium sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ ) dan *Poly Aluminium Chloride* (PAC). Kedua jenis koagulan tersebut paling banyak dipakai dan mudah diperoleh di pasaran. Variasi konsentrasi koagulan akan diaplikasikan 0, 80, 120, 160, dan 200 ppm.

Alat yang digunakan pada proses koagulasi ini adalah *jar test* yang dapat diatur kecepatan putar maupun waktu putarnya. Secara umum,

penambahan koagulan dilakukan di awal ( $t = 0$  menit), diikuti dengan pengadukan cepat 100 RPM selama 2 menit untuk homogenisasi larutan dan pengadukan lambat selama 10 menit untuk proses pembentukan *flok* dan pengendapan. Kemudian akan diperoleh nilai kekeruhan dari menit ke-0 hingga ke-10. Berdasarkan data ini dapat ditentukan tingkat efisiensi koagulan dan dosis optimumnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

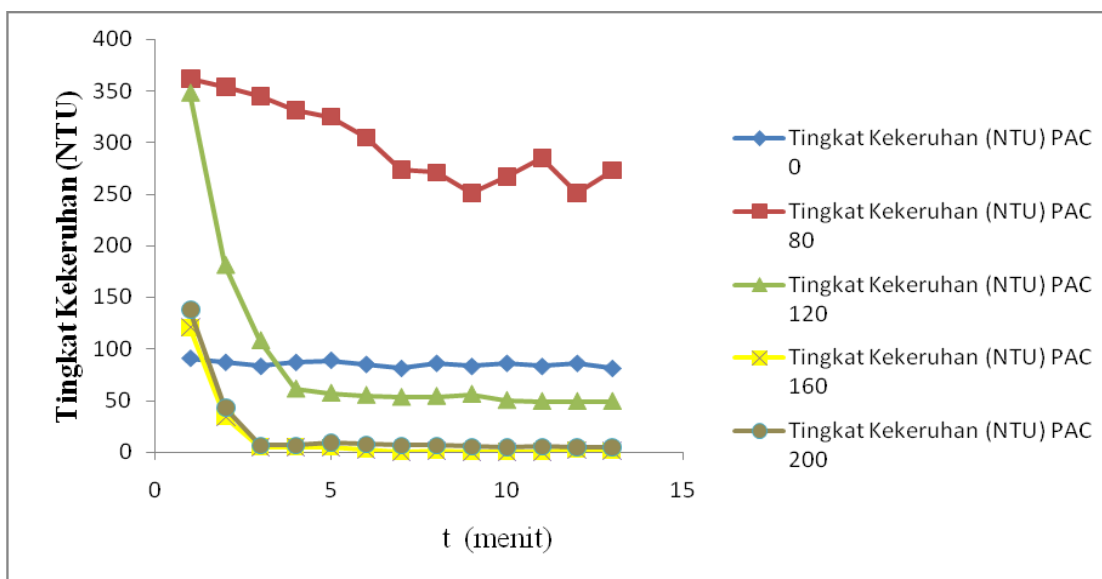
Karakteristik air gambut di Kabupaten Katingan Kalimantan Tengah, berdasarkan Sutapa (2009) memiliki intensitas warna kemerahan sangat tinggi dengan kekeruhan 374 NTU, pH yang rendah 2,8, konsentrasi TOM (*Total Organic Matter*) 619,42 mg/l serta kandungan besi (Fe) dan sulfat yang cukup tinggi yakni 0,414 mg/l

dan 32,21 mg/l. Parameter yang digunakan pada penelitian ini yakni penurunan turbiditas atau kekeruhan dari air gambut akibat penambahan koagulan alum atau PAC sehingga diketahui nilai efisiensinya.

Fokus penelitian ini adalah penurunan turbiditas air gambut melalui penambahan koagulan PAC dan aluminium pada proses koagulasi. Warna dan tingkat kekeruhan dari air baku sangat berpengaruh terhadap kualitas air tersebut karena air yang berwarna dan keruh menandakan terkandungnya partikel-partikel koloid dan kandungan zat lainnya. Air gambut mempunyai warna alami yang mengandung partikel-partikel koloid organik bermuatan positif yang tidak dapat diendapkan secara gravitasi sehingga perlu ditambahkan gaya-gaya agar partikel itu dapat diendapkan. Hal ini bertujuan agar air gambut tersebut dapat digunakan sebagai air baku.

flok atau gumpalan (Haines, 2003). Penetralan muatan partikel oleh koagulan hanya mungkin terjadi jika muatan partikel mempunyai konsentrasi yang cukup kuat untuk mengadakan gaya tarik menarik antar partikel koloid (Kasmono, 2007).

Penurunan intensitas warna air gambut setelah ditambah PAC terlihat pada Gambar 2. Tanpa penambahan koagulan (0 ppm) tingkat kekeruhan awal 91 NTU, cenderung konstan pada kisaran 81 - 87 NTU selama 10 menit *jar test*. Sehingga bisa dikatakan bahwa tanpa adanya koagulan, tidak terjadi penurunan tingkat kekeruhan, atau dengan kata lain tidak terjadi proses koagulasi dan flokulasi selama *jar test* berlangsung. Penambahan koagulan pada konsentrasi 80 mg/l meningkatkan kekeruhan awal menjadi 362 NTU. Pada konsentrasi ini tampak bahwa koagulan tidak mampu menurunkan kekeruhan,



Gambar 2. Pola variasi tingkat kekeruhan setelah penambahan PAC.

Pada proses koagulasi terjadi destabilisasi koloid dan partikel dalam air sebagai akibat dari penambahan koagulan dan pengadukan cepat yakni sebesar 100 RPM selama 2 menit dan pengadukan lambat selama 10 menit. Proses destabilisasi tersebut terjadi karena terurai menjadi partikel yang bermuatan positif dan negatif. Pembentukan ion positif dan negatif juga dihasilkan dari proses penguraian koagulan, yang kemudian dapat menetralkan muatan koloid dan mengikat partikel tersebut sehingga membentuk

karena nilainya berada dalam kisaran 270 NTU sampai 10 menit pertama. Pola variasi tingkat kekeruhan mulai terjadi pada konsentrasi PAC 120 mg/l. Nilai kekeruhan awal 348 NTU turun menjadi 108 NTU pada menit ke 1 dan berada pada kisaran 50 – 60 NTU setelah menit ke 1,5. Kondisi ini belum mencapai tingkat kekeruhan yang ideal.

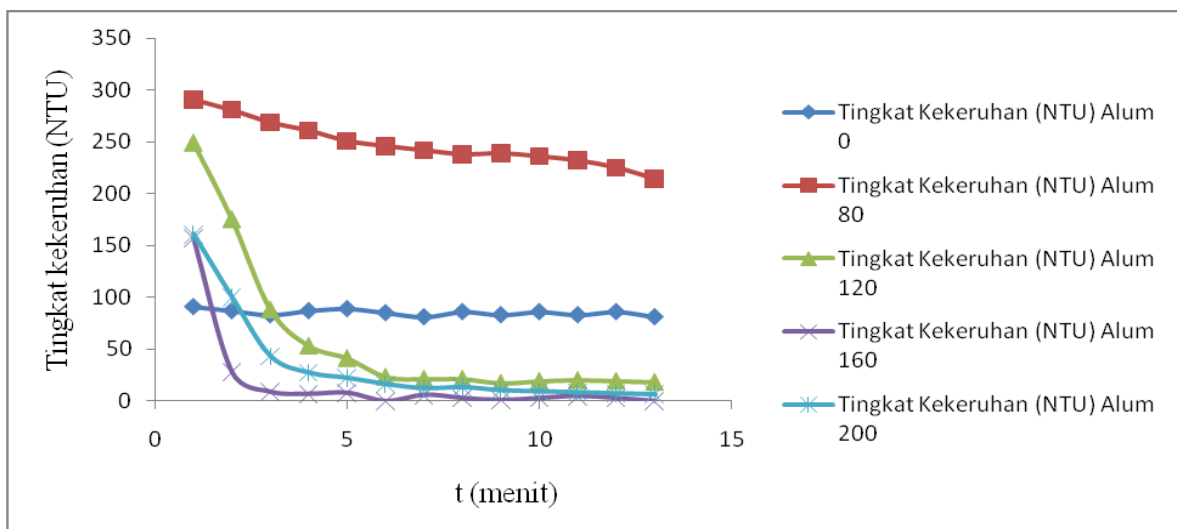
Pada penambahan PAC 160 mg/l, tingkat kekeruhan awal 121 NTU turun menjadi 34 NTU di menit ke 0,5, dan mencapai nilai di bawah 5

NTU setelah menit ke 1 dan cenderung menurun hingga mencapai nilai 1 NTU pada menit ke 10. Hal ini membuktikan bahwa konsentrasi PAC 160 mg/l merupakan konsentrasi optimal, karena dengan penambahan PAC menjadi 200 mg/l, tingkat kekeruhan yang dihasilkan tidak lebih baik atau bahkan cenderung meningkat pada kisaran 4 – 9 NTU setelah menit 1,5 dan stabil NTU saat menit 10.

Pola variasi yang sama ditemukan pada uji kemampuan alumunium yang hasilnya ditampilkan dalam Gambar 3. Seperti pada kasus PAC, pada konsentrasi 0 ppm tingkat kekeruhan setelah 1 menit berada pada kisaran 85 NTU sehingga tidak terjadi perubahan, penambahan alumunium pada konsentrasi 80 mg/l juga tidak mampu menurunkan tingkat kekeruhan yang

diperlukan agar proses penjernihan air gambut berjalan secara optimal karena pada menit ke 10 tingkat kekeruhan menurun hingga 0 NTU. Sementara itu, penambahan alum pada konsentrasi 200 mg/l tampaknya tidak berarti meningkatkan efisiensi, karena cenderung meningkatkan kekeruhan yakni setelah menit ke 2, nilai kekeruhan berada dalam kisaran 10 – 20 NTU.

Hasil pengamatan pada kedua jenis koagulan menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis alum dan PAC yang ditambahkan akan semakin sulit flok-flok tersedimentasi, oleh karenanya nilai kekeruhan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan pembentukan flok-flok pada penambahan koagulan alum akan maksimal dengan penambahan dosis yang kecil dan tingkat



Gambar 3. Pola variasi tingkat kekeruhan setelah penambahan alumunium.

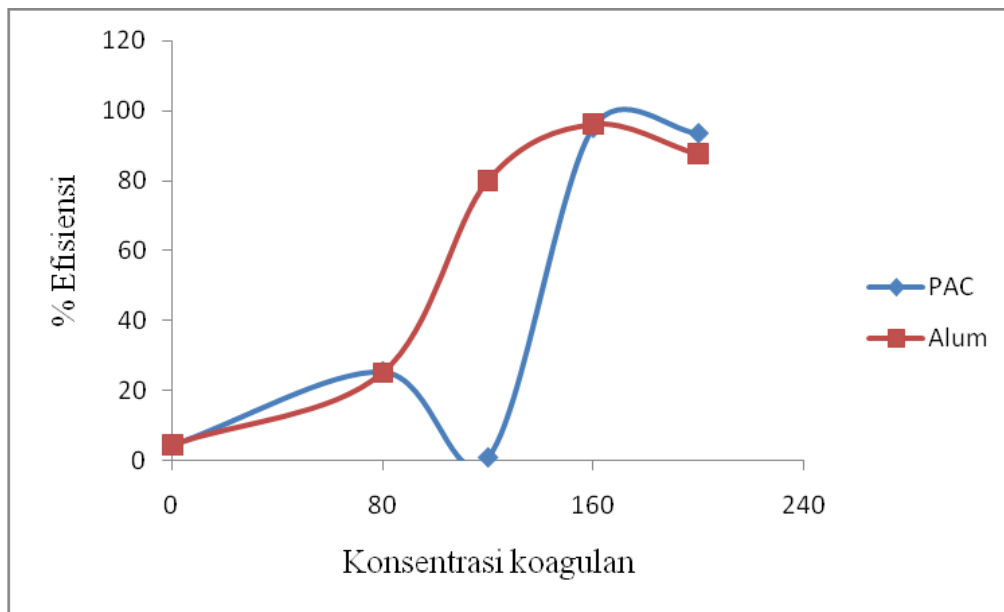
cukup tinggi, nilainya masih konstan hingga 10 menit waktu pengendapan yakni berada pada kisaran 261 NTU pada menit ke 1,5. Penurunan kekeruhan di bawah 100 NTU mulai terjadi pada penambahan alumunium 120 mg/l, setelah menit ke 1. Namun kisaran rata-rata kekeruhan adalah 20 NTU mulai menit ke 3 waktu pengendapan.

Perbaikan mulai terjadi dengan penambahan alumunium 160 mg/l, dengan kekeruhan awal 157 NTU, turun menjadi 28 NTU pada menit ke 0,5 dan berada di bawah 6 NTU setelah menit ke 2. Hasil ini mengkonfirmasi hasil sebelumnya bahwa penambahan koagulan minimal 160mg/l

sedimentasinya akan menjadi cepat. Perubahan warna air gambut setelah ditambahkan koagulan terlihat pada Gambar 4. Selain itu dijelaskan juga hubungan dosis koagulan dan tingkat kekeruhan yakni, pada umumnya dosis koagulan akan naik bersamaan dengan meningkatnya kekeruhan, akan tetapi kenaikan dosis ini tidak berbanding lurus dengan peningkatan kekeruhan. Apabila kekeruhan sangat tinggi akan diperlukan koagulan yang lebih sedikit karena besarnya tumbukan antar partikel-partikel koloid yang telah dikoagulasi. Namun bila kekeruhan rendah kemungkinan terjadi tumbukan tidak terlalu besar sehingga sulit terkoagulasi. Bervariasinya

distribusi ukuran partikel lebih memudahkan terjadinya koagulasi dibandingkan dengan suspensi yang hanya terdiri dari satu jenis ukuran partikel saja.

(Haines, 2003; Geng, 2005). Pembentukan spesies terjadi saat koagulan melalui serangkaian reaksi hidrolisis ketika koagulan ditambahkan ke dalam air. Pembentukan spesies pada aluminium



Gambar 4. Presentase efisiensi penurunan kekeruhan.

Saat aluminium ditambahkan ke dalam air, kation Al pada aluminium mengalami serangkaian reaksi hidrolisis untuk membentuk spesies Al terlarut lainnya atau endapan aluminium hidroksida (Singh *et al.*, 2004). Spesies Al terlarut yang terbentuk berupa monomer dan karena beberapa di antaranya bermuatan positif dapat menetralkan permukaan partikel koloid yang bermuatan negatif sehingga memungkinkan terjadinya proses koagulasi. Ada 4 spesies Al yang terbentuk dalam reaksi hidrolisis aluminium yaitu  $Al^{3+}$ ,  $Al(OH)^{2+}$ ,  $Al(OH)_2^+$ , dan  $Al(OH)_4^-$ . Kandungan organik yang bersifat hidrofobik cenderung teradsorpsi pada permukaan alum yang baru membentuk presipitat sehingga pada proses *one staged coagulation* hanya mampu menyisahkan kandungan organik yang bersifat hidrofobik (Carlson dan Gregory, 2000) sedangkan untuk penyisihan kandungan organik yang bersifat hidrofilik harus dilakukan pengolahan lanjutan.

Tiga tahap penting yang terjadi dalam proses koagulasi-flokulasi yaitu pembentukan spesies, destabilisasi partikel dan tumbukan interpartikel

sedikit berbeda dengan PAC. Pada aluminium, hanya spesies monomer saja yang terbentuk yaitu  $Al^{3+}$ ,  $Al(OH)^{2+}$ ,  $Al(OH)_2^+$ , dan  $Al(OH)_4^-$ . Sementara pada PAC, selain monomer, kation polimer juga terbentuk, dimana didominasi oleh  $Al_{13}O_4(OH)_{24}^{7+}$  (Geng 2005).

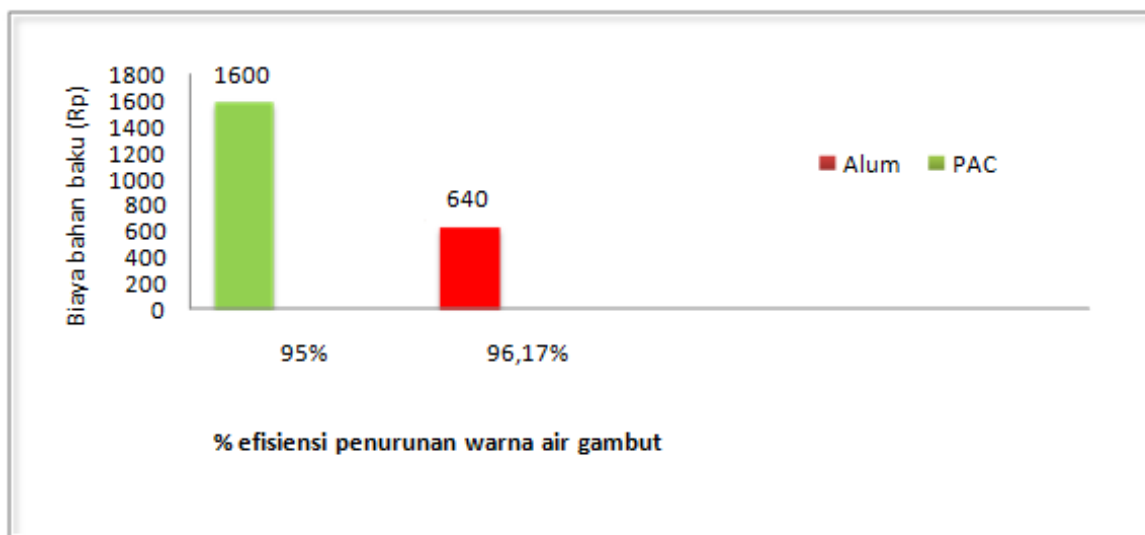
Destabilisasi partikel terjadi ketika produk reaksi hidrolisis berintegrasi dengan partikel bermuatan negatif yang terkandung dalam air (Xu *et al.*, 2006). Menurut Haines (2003), destabilisasi partikel ini dapat terjadi melalui penetralan muatan. Penetralan muatan, menurut Geng (2005), merupakan interaksi langsung antara produk hidrolisis Al (III) yang bermuatan positif seperti  $Al^{3+}$  dan  $Al_{13}$  dengan partikel-partikel koloid bermuatan negatif. Penetralan muatan didorong dengan pengadukan cepat pada saat penambahan koagulan. Penyingkiran partikel atau *sweep coagulation* merupakan mekanisme fisik di mana partikel-partikel koloid terperangkap dalam endapan aluminium hidroksida yang terbentuk pada pH basa atau netral.



Gambar 5. Kondisi air gambut sebelum dan sesudah penambahan koagulan.

Tabel 1. Harga bahan baku koagulan dan biaya operasional bahan baku.

No	Koagulan	Satuan	Bentuk	Harga/satuan (Rp)	Dosis optimum (ppm)	Bahan yang digunakan (Kg)	Biaya bahan baku (Rp)
1	PAC	Kg	Serbuk	10000	160	0,16	1600
2	Aluminium sulfat	Kg	Serbuk	4000	160	0,16	640



Gambar 6. Presentase efisiensi koagulan dan harga bahan baku

Berdasarkan nilai presentase efisiensi penurunan kekeruhan (Gambar 4) diperoleh hasil presentase penambahan PAC 0 ppm; 4,40% hingga 10 menit pertama, 80 ppm; 25,44% hingga 10 menit pertama, 120 ppm; 82,76% pada menit ke 1.5, 160 ppm; 95% pada menit ke 1. Sedangkan pada koagulan alumunium pada konsentrasi 0 ppm; 4,40%, 80 ppm; 25% hingga 10 menit pertama,

120 ppm; 80% hingga menit ke-3, dan pada 160 ppm; 96,17% pada menit ke dua.

Berdasarkan perhitungan ini diketahui bahwa semakin menurun nilai kekeruhan dari masing-masing koagulan dan konsentrasi maka semakin meningkat nilai efisiensi penggunaan koagulan. Penurunan warna dan tingkat kekeruhan tersebut disebabkan oleh adanya kemampuan muatan

positif dari flok hidrosida yang menyerap asam humat dan fulvat penyebab warna sebelum flok hidrosida mengendap.

Berdasarkan perhitungan ekonomis Tabel 1, harga bahan baku yang digunakan untuk koagulan PAC sebesar Rp 1600/hari untuk 1 m<sup>3</sup> atau Rp 48000/bulan untuk 30 m<sup>3</sup> volume air gambut dengan efisiensi penurunan turbiditas 95%. Sedangkan harga bahan baku alumunium sulfat sebesar Rp 640/hari untuk 1 m<sup>3</sup> atau Rp 19200/bulan untuk 30 m<sup>3</sup> volume air gambut dengan efisiensi penurunan turbiditas 96,17% (Gambar 6).

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi optimum dari koagulan PAC dan alumunium adalah 160 mg/l dengan efisiensi penurunan masing-masing sebesar 95% dan 96,17%. Berdasarkan harga bahan baku terlihat penggunaan alumunium lebih ekonomis yakni Rp Rp 19200/ bulan untuk 30 m<sup>3</sup> sedangkan PAC sebesar Rp 1600/hari untuk 1 m<sup>3</sup> atau Rp 48000/bulan untuk 30m<sup>3</sup>. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan alumunium lebih efektif dan ekonomis dari segi penurunan tingkat warna air gambut dan harga bahan yang lebih murah. Namun, masih dibutuhkan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh koagulan terhadap penurunan *total organic matter* dan kandungan lainnya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Katingan yang telah memfasilitasi kegiatan survey dan penelitian di wilayah Kasongan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Sdri. Eva Nafsyiah, A.Md. yang telah membantu dalam analisa kualitas air, Bpk. Djoko Santoso yang telah membantu pengambilan conto air dan Sdr. Iwan Ridwansyah, M.Si., yang telah membantu digitasi peta lokasi.

## DAFTAR PUSTKA

Badan Informasi Geospasial (BIG), 2013. Peta Citra Satelit, Lokasi Kabupaten Katingan, Propinsi Kalimantan Tengah.

Carlson K. H. dan Gregory, D., 2000. Optimizing water treatment with Two Stage Coagulation. *Journal of Environmental Engineering*, 126 (6), 556–561.

Gebbie, P., 2001. Using Poly Alum Coagulants in Water Treatment. 64<sup>th</sup> Annual Water Industry Engineers and Operators Conference. Fisher Pty Ltd. USA, 1-9.

Geng, Y., 2005. Applications of Floc Analysis for Coagulation Optimization at The Split Lake Water Treatment Plant. Master's Thesis. University of Manitoba. Manitoba. 98pp.

Haines, M.G., 2003. Impact of Dual Alum and Polyaluminum Chloride Coagulation on Filtration. Master's Thesis. Colorado State University. Colorado, 82pp.

Hendricks, David W., 2005. Water Treatment Unit Processes: Physical and Chemical. Taylor and Francis Groups, USA, 1266pp.

Herlambang, A. dan Said, N. I., 2005. Aplikasi Teknologi Pengolahan Air Sederhana Untuk Masyarakat Pedesaan. *Jurnal Air Indonesia (BPPT)*, 1(2), 113-122.

KEPMENKES, 2002. *KEPUTUSAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR907/MENKES/SK/VII/2002*. [http://geolab.distamben.jabar.go.id/home/peraturan/KMK%20AIR%20MINUM%200907-2002\\_10.pdf](http://geolab.distamben.jabar.go.id/home/peraturan/KMK%20AIR%20MINUM%200907-2002_10.pdf). Diunduh pada tanggal 11 Januari 2013

Kasmono, 2007. Efektivitas PAC dan Tawas dalam menurunkan warna air gambut di Singkawang, Kalimantan Barat. Skripsi. Universitas Diponegoro, Semarang.

Singh, T. S., Parikh, B., dan Pant, K. K., 2004. Investigation on the Sorption of Aluminium in Drinking Water by Low-Cost Adsorbents. *Water SA*, 32(1), 49-54.

Sutapa D. A., 2009. Kualitas Air Permukaan di Daerah Gambut dan Potensinya Sebagai Air Baku di Kabupaten Katingan – Propinsi Kalimantan Tengah. *Prosiding Teknologi Lingkungan Institut Teknologi Surabaya*, Surabaya.



- Sutrisno, T. C. 1991. Teknologi Penyediaan Air Bersih. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Wahyunto, S. Rintung dan H. Subagjo. 2004. Peta Sebaran Lahan Gambut, Luas dan Kandungan Karbon di Kalimantan, 2000-2002. Wetlands International - Indonesia Programme & Wildlife Habitat Canada (WHC).
- Xu, R., Zhang, Y. P. dan Gregory, J., 2006. Different Pollutants Removal Efficiencies and Pollutants Distribution with Particle Size of Wastewater Treated by CEPT Process. Water Practice and Technology. 1(3), 1-7.
- Zhan Hanhui, Zhang, Xiaoqi, dan Zhan Xuehui, 2004. Coagu-Flocculation Mechanism of Flocculant and its Physical Model. Separation Technology VI: New Perspectives on Very Large-Scale Operations, RP3 (8), 1-11.