

**APLIKASI KOAGULAN *POLYALUMINUM CHLORIDE* DARI LIMBAH
KEMASAN SUSU DALAM MENURUNKAN KEKERUHAN
DAN WARNA AIR GAMBUT**

Arif Kurniawan¹, Muhdarina², Amilia Linggawati²

¹**Mahasiswa Program Studi S1 Kimia FMIPA-Universitas Riau**

²**Dosen Jurusan Kimia FMIPA-Universitas Riau**

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau

Kampus Binawidya, Pekanbaru, 28293, Indonesia

afkn05@yahoo.com

ABSTRACT

Aluminum foil of milk packaging waste has a high aluminum content, so it can be used in the synthesis of coagulants Polyaluminum Chloride (PAC). The content of aluminum in the waste was extracted using HCl 15% for 150 minutes at room temperature to produce monomer AlCl₃. AlCl₃ monomer formed was polymerized by the addition of Na₂CO₃ 25% and waiting for 24 hours in order to obtain a liquid coagulant Polyaluminum Chloride. PAC coagulant was characterized by pH and aluminum content, then it was compared to PAC SNI 06-3822-1995. Synthetic PAC coagulant was used in peat water treatment processes in order to decrease parameters turbidity and color intensity, then it was compared to PERMENKES No.492/MENKES/PER/IV/2010 about "Drinking Water Quality Requirements". PAC coagulant showed that pH 2.3 and Al₂O₃ content 1.07%. Synthetic PAC coagulant successfully reduced turbidity and color intensity of peat water after coagulation by 97.98% and 98.54%, respectively. Based on these parameters, only parameter turbidity have qualified PERMENKES No.492/MENKES/PER/IV/2010.

Keywords : aluminum foil, coagulation, peat water, polyaluminum chloride

ABSTRAK

Aluminium foil limbah kemasan susu memiliki kandungan aluminium yang tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan dalam pembuatan koagulan *Polyaluminum Chloride* (PAC). Kandungan aluminium dalam limbah diekstrak menggunakan HCl 15% selama 150 menit pada temperatur ruang menghasilkan monomer AlCl₃. Monomer AlCl₃ yang terbentuk dipolimerisasi dengan penambahan Na₂CO₃ 25% dan didiamkan selama 24 jam sehingga diperoleh koagulan cair *Polyaluminum Chloride*. Koagulan PAC dikarakterisasi meliputi pH dan kadar aluminium, lalu dibandingkan dengan SNI PAC 06-3822-1995. Koagulan PAC sintetis digunakan dalam proses pengolahan air gambut untuk menurunkan parameter kekeruhan dan intensitas warna, kemudian dibandingkan dengan PERMENKES No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang "Persyaratan Kualitas Air Minum". Koagulan PAC menunjukkan pH 2,3 dan kadar Al₂O₃ 1,07%. Koagulan



PAC sintetis berhasil mengurangi kekeruhan dan intensitas warna air gambut setelah koagulasi, masing-masing sebesar 97,98% dan 98,54%. Berdasarkan kedua parameter tersebut, hanya parameter kekeruhan yang memenuhi syarat PERMENKES No.492/MENKES/PER/IV/2010.

Kata kunci : air gambut, aluminium foil, koagulasi, *polyaluminum chloride*

PENDAHULUAN

Produk hasil olahan industri, baik makanan maupun minuman biasanya dikemas untuk melindungi kualitas produk yang bersangkutan. Satu diantara kemasan produk yang umum dijumpai terbuat dari bahan aluminium. Kemasan produk ini biasanya oleh konsumen dibuang begitu saja ketika tidak dibutuhkan lagi, sehingga membuka peluang terjadinya pencemaran karena kemasan ini sangat sulit terurai oleh mikroorganisme yang terdapat di dalam tanah. Contoh produk yang menggunakan aluminium sebagai kemasan adalah produk susu bubuk. Susu bubuk dari berbagai merek umumnya dikemas dengan lembaran aluminium foil yang telah dilaminasi. Aluminium foil umumnya mengandung Al mencapai 99%. Kandungan Al yang tinggi pada aluminium foil berpotensi untuk pembuatan *Polyaluminum Chloride* (PAC).

PAC biasanya dimanfaatkan sebagai koagulan cair untuk proses koagulasi-flokulasi sampel air. Selain PAC, koagulan yang biasa digunakan adalah aluminium sulfat. PAC memiliki keunggulan dibandingkan aluminium sulfat, yaitu tingkat korosifitas yang lebih rendah karena tidak mengandung sulfat pada pengolahan air baku maupun air limbah (Budiman dkk., 2008). PAC sangat baik dalam menghilangkan kekeruhan dan warna. PAC mampu memadatkan dan menghentikan

penguraian flok, tidak menjadi keruh bila pemakaiannya berlebih, serta sedikit mempengaruhi pH (Dempsey, 1998). Yuliansyah (2013) melaporkan bahwa koagulan PAC dari limbah aluminium (kemasan kaleng) mampu mengurangi kekeruhan sampel air limbah tekstil hingga 95%. Koagulasi merupakan penambahan zat kimia (koagulan) kedalam air baku dengan tujuan mendestabilisasi partikel koloid, sehingga partikel-partikel tersebut dapat bergabung membentuk flok-flok halus. Flokulasi merupakan proses penggumpalan partikel-partikel terdestabilisasi menjadi flok dengan ukuran yang lebih besar, sehingga memungkinkan untuk dipisahkan dengan cara sedimentasi dan filtrasi (Said, 2009).

Koagulasi-flokulasi dilakukan pada sampel air gambut. Air gambut dipilih karena merupakan air permukaan yang banyak terdapat di Provinsi Riau dan telah banyak digunakan oleh masyarakat sekitar. Berdasarkan PERMENKES No.492/MENKES/PER/IV/2010, air gambut tidak memenuhi syarat air baku air minum karena memiliki pH yang rendah (3-5), berwarna merah kecoklatan, mengandung zat organik yang tinggi dan zat besi yang cukup tinggi (Suherman, 2013). Oleh karena itu, air gambut harus diolah terlebih dahulu sebelum dikonsumsi untuk meningkatkan kualitasnya dengan penambahan koagulan yang disintesis dari limbah kemasan susu sebagai sumber Al dalam

pembuatan PAC. Hasil koagulasi air gambut yang diperoleh akan dianalisis dengan parameter kekeruhan dan intensitas warna.

METODE PENELITIAN

a. Pengambilan limbah aluminium foil kemasan susu dan preparasi PAC

Pengambilan limbah aluminium foil kemasan susu dilakukan dengan meminta dari rumah ke rumah yang mengkonsumsi susu bubuk. Limbah kemasan susu yang diperoleh mempunyai lapisan plastik bagian dalam yang harus dilepas, bagian ini dibuang, lalu kemasan dicuci bersih dan dikeringkan. Sampel kemasan susu digunting menjadi bagian kecil ($\pm 1 \times 1$ cm) sebelum digunakan sebagai bahan dasar pembuatan koagulan *Polyaluminium Chloride* (PAC).

b. Pembuatan PAC

PAC sintetis dibuat dengan mereaksikan potongan limbah aluminium foil kemasan susu sebanyak 1 g dengan HCl 15% selama 150 menit pada temperatur ruang sehingga diperoleh monomer AlCl_3 . Monomer AlCl_3 yang terbentuk disaring menggunakan pompa vakum dan corong Buchner. Filtrat yang diperoleh ditambahkan Na_2CO_3 25% hingga tidak terbentuk lagi gelembung gas dan terdapat sedikit endapan. Campuran didiamkan selama 24 jam untuk menyempurnakan polimerisasi, sehingga diperoleh koagulan cair PAC yang akan dikoagulasikan pada sampel air gambut.

c. Karakterisasi PAC

PAC yang telah disintesis dikarakterisasi meliputi analisis pH dan kadar aluminium. Pengukuran pH dilakukan berdasarkan SNI 06-3822-1995. Pengukuran kadar aluminium dalam PAC dilakukan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AA-7000 Shimadzu) pada panjang gelombang 309,3 nm.

d. Pengambilan sampel air gambut

Sampel air gambut diambil dari sumur Bapak Burhan, salah satu warga Desa Rimbo Panjang, Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau pada saat musim hujan. Kedalaman sumur $\pm 1,5$ meter dengan dinding sumur dilapisi drum logam. Pengambilan sampel dilakukan pada koordinat permukaan, pertengahan dan dasar sumur. Sampel dari ketiga koordinat dikompositkan di dalam botol polietilen yang terlebih dahulu dibilas dengan sampel air gambut.

e. Uji koagulasi pada air gambut

Air gambut diambil sebanyak 500 mL dan ditempatkan pada gelas piala. Koagulan PAC sebanyak 0,5 mL dimasukkan ke dalam gelas piala yang telah berisi air gambut lalu diaduk dengan pengadukan cepat dan lambat. Pengadukan cepat pada 200 rpm dilakukan selama 1 menit dan pengadukan lambat pada 50 rpm selama 15 menit. Air gambut kemudian didiamkan selama 30 menit dan disaring dengan pompa vakum dan corong Buchner menggunakan kertas *whatman* No.42. Filtrat yang didapat dianalisis dengan parameter kekeruhan dan intensitas warna.

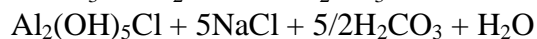
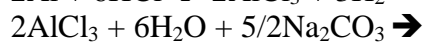
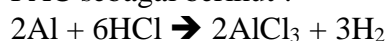
HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Preparasi dan pembuatan PAC

Bahan baku pembuatan koagulan PAC pada penelitian ini berasal dari aluminium foil limbah kemasan susu bubuk yang lapisan plastiknya telah dilepas. Tujuan pelepasan lapisan plastik untuk memudahkan dalam mengekstrak logam Al dari limbah aluminium foil. Limbah kemudian dicuci bersih dan dipotong menjadi bagian-bagian kecil ($\pm 1 \times 1$ cm), hal ini dilakukan untuk memperluas permukaan bidang sentuh sehingga diharapkan logam Al dapat bereaksi dengan cepat dan sempurna saat diekstrak. Proses ekstraksi Al dari aluminium foil menggunakan HCl 15%. Ekstraksi dilakukan selama 150 menit pada temperatur ruang. Hasil ekstraksi diperoleh larutan AlCl_3 yang merupakan monomer dari PAC dan timbulnya gelembung gas H_2 sebagai hasil sampingnya. AlCl_3 merupakan larutan tidak berwarna, namun pada penelitian ini diperoleh AlCl_3 yang berwarna kuning. Menurut Irawaty dkk. (2004), warna kuning kemungkinan berasal dari logam lain yang ikut terekstrak dengan HCl 15% seperti logam Fe.

Monomer AlCl_3 yang terbentuk dipolimerisasi menggunakan Na_2CO_3 25% hingga tidak terbentuk gelembung gas dan terdapat sedikit endapan. Penambahan Na_2CO_3 25% tidak boleh berlebih karena akan membentuk aluminium hidroksida yang mudah mengendap. Campuran didiamkan selama 24 jam untuk menyempurnakan polimerisasi dan diperoleh PAC. Wujud fisik PAC yang diperoleh berwarna jernih kekuningan, hal ini sesuai dengan SNI PAC cair (BSN, 1995). Adapun

reaksi yang terjadi pada pembentukan PAC sebagai berikut :



b. Karakter PAC sintesis

Tabel 1. Perbandingan karakter PAC sintesis dengan SNI PAC cair

Parameter	PAC	SNI PAC cair 06-3822-1995
pH	2,3	3,5-5,0
Kadar Al_2O_3 (%)	1,07	10,0-11,0

Karakter PAC sintesis dapat dilihat pada Tabel 1. Terlihat bahwa karakter PAC seperti pH dan kadar Al_2O_3 masih belum mendekati karakter SNI PAC 06-3822-1995. PAC memiliki pH 2,3, kemungkinan hal ini disebabkan oleh penambahan Na_2CO_3 terhadap monomer AlCl_3 menghasilkan H_2CO_3 yang bersifat asam. Hasil koagulasi dipengaruhi oleh pH koagulan, jika pH koagulan rendah maka ada kemungkinan sampel air yang diujikan akan mengalami penurunan pH. Kadar Al_2O_3 pada PAC memiliki nilai sebesar 1,07%. Rendahnya kadar Al_2O_3 disebabkan oleh ekstraktor HCl 15% masih kurang optimum dalam mengekstrak semua aluminium pada kemasan susu. Jika konsentrasi ekstraktor ditingkatkan atau kondisi ekstraksi ditingkatkan, maka diperkirakan dapat meningkatkan kadar Al_2O_3 yang diperoleh.

d. Uji koagulasi PAC pada air gambut

Tabel 2. Hasil analisis air gambut sebelum dan setelah koagulasi

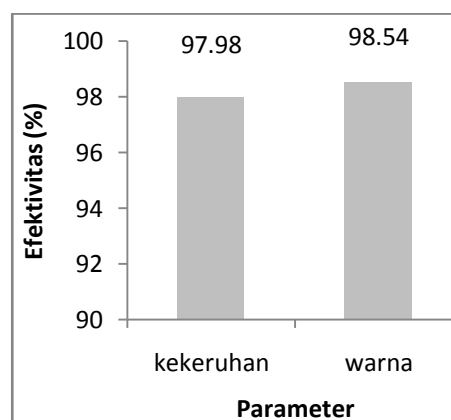
Parameter	Air gambut		PER MEN KES
	Sebelum	Setelah	
Kekeruhan (NTU)	128	2,59	5
Intensitas Warna (TCU)	6170	90	15

Air gambut sebelum koagulasi memiliki karakteristik kekeruhan 128 NTU dan intensitas warna 6170 TCU. Kekeruhan pada air gambut disebabkan oleh partikel-partikel koloid yang tersuspensi dan warna air gambut disebabkan oleh tingginya asam organik seperti asam humat, fulvat dan humin sehingga air gambut berwarna coklat gelap. PAC sintesis diujikan pada air gambut untuk memperbaiki kualitas air gambut melalui parameter kekeruhan dan warna.

Hasil analisis air gambut setelah koagulasi oleh PAC sintesis diperlihatkan pada Tabel 2 dan Gambar 1. Pada Gambar 1 terlihat bahwa kekeruhan air gambut mengalami penurunan yang besar dengan persentase penurunan sebesar 97,98%. Penurunan disebabkan oleh flok berukuran besar yang terbentuk saat koagulasi mengandung partikel koloid tersuspensi yang sebelumnya terdispersi pada air gambut. Spesi Al^{3+} dari PAC mengalami hidrolisis menghasilkan logam hidroksida bermuatan positif seperti $Al(OH)_2^+$, $Al(OH)^{2+}$, $Al_2(OH)_2^{4+}$ yang mampu mendestabilkan partikel koloid bermuatan negatif yang terdispersi dalam air gambut sehingga membentuk flok (Winarni, 2003). Kekeruhan hasil koagulasi sebesar 2,59 NTU, nilai ini sudah memenuhi baku mutu air minum menurut PERMENKES No.492/MENKES/PER/IV/2010 (5 NTU).

Hal yang sama juga diperlihatkan dari intensitas warna air gambut setelah koagulasi yang mengalami penurunan yang besar dengan persentase penurunan sebesar 98,54%. Penurunan ini disebabkan adanya presipitat $Al(OH)_3$ yang mampu mengadsorpsi partikel koloid dari senyawa asam organik pada air gambut sehingga membentuk flok yang berukuran besar. Kehadiran polimer dari PAC yang berukuran sedang juga mampu mengikat asam organik pada air gambut melalui mekanisme *interparticle-bridging* membentuk flok berukuran besar. Intensitas warna hasil koagulasi sebesar 90 TCU, nilai ini masih belum memenuhi standar baku mutu air minum PERMENKES No.492/MENKES/PER/IV/2010 (15 TCU).

Berdasarkan hasil dari kedua parameter tersebut dapat disimpulkan bahwa walaupun kadar Al_2O_3 yang dihasilkan pada PAC sangat rendah namun kinerja yang dihasilkan sudah sangat bagus dalam memperbaiki kualitas air gambut.



Gambar 1. Efektivitas koagulan PAC dalam menurunkan kekeruhan dan intensitas warna air gambut.



Gambar 2. Perbandingan air gambut sebelum (kiri) dan setelah koagulasi (kanan)

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa limbah aluminium foil dapat dijadikan sumber Al dalam pembuatan koagulan PAC. Koagulan PAC yang dihasilkan memiliki pH 2,3 dan kadar aluminium 1,07%. Nilai ini belum memenuhi batas SNI PAC cair 06-3822-1995 yang diharapkan. Koagulan PAC sintesis telah berhasil diaplikasikan untuk pengolahan air gambut melalui koagulasi-flokulasi dan dihasilkan karakter air gambut setelah koagulasi adalah kekeruhan 2,59 NTU dengan efektivitas 97,98% dan intensitas warna 90 TCU dengan efektivitas 98,54%. Berdasarkan hasil tersebut disimpulkan bahwa kekeruhan air gambut setelah koagulasi telah memenuhi standar baku mutu air minum PERMENKES No.492/MENKES/PER/IV/2010.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Riau sebagai penyandang dana penelitian PNBPN tahun 2015. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada staf PLP Laboratorium Sains Material, dan Laboratorium Riset

Material Anorganik, Mineralogi dan Geokimia FMIPA UR serta pihak Laboratorium Unit Pelaksana Teknis Pengujian Material Provinsi Riau yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 1995. SNI 06-3822-1995, *Polialuminium Klorida*. Departemen Perdagangan, Jakarta.
- Budiman, A., Wahyudi, C., Irawaty, W. dan Hindarso, H. 2008. Kinerja Koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) dalam Proses Penjernihan Air Sungai Kalimas Surabaya Menjadi Air Bersih. *Widya Teknik*.7:25-34.
- Dempsey, B. A. 1998. Synthesis and Speciation of Polyaluminium Chloride for Water Treatment. *Environ Int*. 24: 899-910.
- Departemen Kesehatan. 2010. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
- Irawaty, W., Hindarso, H., Sidharta, C. dan Anggraeni, F. 2004. Pemanfaatan Limbah Al Menjadi Aluminium Klorida. *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses*. ISSN: 1411-4216.

- Said, M. 2009. Pengolahan Air Limbah Laboratorium dengan Menggunakan Koagulan Alum Sulfat dan Poli Aluminium Klorida (PAC). *Jurnal Penelitian Sains*. 9(12): 38-43.
- Suherman, D. dan Sumawijaya, N. 2013. Menghilangkan Warna dan Zat Organik Air Gambut dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Suasana Basa. *Riset Geologi dan Pertambangan*. 23(2): 125-137.
- Winarni. 2003. Koagulasi Menggunakan Alum dan PACl. *Makara, Teknologi*, Vol 7 No. 3.
- Yuliansyah, A. 2013. Pemanfaatan Limbah Kaleng Sebagai Bahan Dasar Koagulan Berbasis Aluminium. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Teknologi Bandung, Bogor.

