

PEMANFAATAN KOAGULAN CAIR BERBASIS LEMPUNG ALAM DALAM PENGOLAHAN AIR SUNGAI SIAK DENGAN KONSENTRASI H₂SO₄ 0,4 MOL

Yeni Fitria¹ , Muhdarina² , Nurhayati²

¹Mahasiswa Program S1 Kimia FMIPA-Universitas Riau

²Dosen Jurusan Kimia FMIPA-Universitas Riau

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau

Kampus Binawidya, Pekanbaru, 28293, Indonesia

yeni.fitria34@yahoo.com

ABSTRACT

Clay is one of the natural wealth that has been used as a liquid coagulant in water treatment. Natural clay can be used as a liquid coagulant caused the content of its aluminum and iron able to bind colloidal particles, organic matter and other impurities in the water. Liquid coagulant was made using natural clay on calcined at 700°C for 3 hours. The next step was leaching at 100°C for 2 hours using sulfuric acid extractor with a concentration of 0,4 mol. Liquid coagulant obtained was used in coagulation process Siak river water and analyzed several parameters such as color, pH, turbidity and organic matter content. The results of analysis parameters was compared to PERMENKES No.416/MENKES/PER/IX/1990 about "Requirements and Water Quality Control". KCS_{0,4} as a liquid coagulant was effective to improve the parameters of Siak river water.

Keywords : coagulation, liquid coagulant, Siak river

ABSTRAK

Lempung merupakan salah satu kekayaan alam yang dapat digunakan sebagai koagulan cair dalam proses pengolahan air. Lempung alam berpotensi menjadi koagulan cair disebabkan karena kandungan aluminium dan besi yang dimilikinya mampu mengikat partikel-partikel koloid, zat organik dan pengotor lainnya di dalam air. Koagulan cair dibuat dengan menggunakan lempung alam pada kalsinasi 700°C selama 3 jam. Tahap selanjutnya adalah pelindian pada 100°C selama 2 jam menggunakan ekstraktor asam sulfat dengan konsentrasi 0,4 mol. Koagulan cair yang diperoleh kemudian digunakan dalam proses koagulasi air sungai Siak dan dianalisis beberapa parameter seperti warna, pH, kekeruhan dan kandungan zat organik. Hasil analisis parameter tersebut dibandingkan dengan PERMENKES RI No.416/MENKES/PER/IX/1990 tentang "Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air". KCS_{0,4} sebagai koagulan cair efektif dalam memperbaiki parameter air sungai Siak.

Kata kunci : koagulasi, koagulan cair, sungai Siak



PENDAHULUAN

Kelimpahan lempung di alam merupakan suatu potensi yang sangat menjanjikan di bidang sumber daya alam seperti yang terdapat di Desa Cengar Kabupaten Kuantan Singingi. Lempung alam Cengar memiliki kandungan oksida Al_2O_3 sebesar 14,73% dan oksida Fe_2O_3 sebesar 1,1%, sehingga lempung alam Cengar ini dapat berpotensi sebagai koagulan (Muhdarina, 2013).

Beberapa peneliti bidang Kimia Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam di Universitas Riau telah menggunakan lempung alam Cengar sebagai sumber koagulan cair untuk mengolah air gambut. Koagulan cair dipilih karena mampu berinteraksi lebih cepat dibandingkan dengan koagulan padat. Kation-kation logam yang terdapat pada koagulan cair berada dalam bentuk ion-ion, sehingga ketika ditambahkan ke dalam air ion-ion Al^{+3} dan Fe^{+3} langsung mendestabilisasikan partikel koloid (Susanty, 2014).

Penelitian ini menggunakan temperatur kalsinasi 700°C selama 3 jam dan kondisi pelindian 100°C selama 2 jam. Menurut Zahrani dan Majid (2004) proses kalsinasi dengan temperatur 700°C selama 3 jam dapat menghasilkan Al_2O_3 sebanyak 91% dan Fe_2O_3 sebanyak 47,9%. Penelitian yang telah dilakukan oleh Syahroni (2014) menyatakan bahwa kondisi pelindian 100°C selama 2 jam dapat memperbaiki beberapa parameter air gambut seperti bau, kekeruhan, pH, TSS dan TDS. Ekstraktor yang digunakan dalam penelitian ini adalah asam kuat berupa asam sulfat dengan konsentrasi 0,4 mol. Air uji yang digunakan dalam proses koagulasi pada penelitian ini adalah air sungai Siak.

Air sungai Siak dipilih karena memiliki karakteristik yang hampir sama dengan air gambut. Karakteristik yang dimiliki oleh air ini adalah warna kecoklat-coklatan, kandungan asam humat yang tinggi dan $\text{pH} < 5,0$ (Amri, 2008). Selain itu, di sekitar sungai Siak terdapat berbagai macam aktivitas masyarakat seperti pembuangan limbah rumah tangga yang disebabkan oleh kepadatan masyarakat yang sangat tinggi dan pembuangan limbah oleh industri-industri yang menyebabkan kualitas air sungai Siak pada saat ini tidak lagi memenuhi standar sehingga berbahaya dan tidak lagi dimanfaatkan secara optimal (Devita dan Tarumun, 2012).

METODE PENELITIAN

a. Alat dan bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Spektrofotometer UV-Vis (*Spectroquant Pharo 300*), Spektrofotometer Serapan Atom, *Oven (Heraeus Instrument D-63450 dan Memmert tipe UNB 400 53L)*, *Furnace Nabertherm tipe L3I R*, pompa vakum (*Brinkman B-169*), neraca analitis (*Mettler Toledo AL 204*), *Hotplate stirrer As One magnetic stirrer Rexim RSH-1DR*, desikator, lumpang kayu, ayakan 100 dan 200 mesh, pH meter tipe *pen pH-009(I)*, *magnetic stirrer*, botol *sampling*, kertas saring *Whatman 42* dan peralatan gelas standar lainnya.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air sungai Siak, lempung alam Desa Cengar, larutan H_2SO_4 96% (E-Merck), KMNO_4 , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, larutan buffer pH 4 dan 7, *aluminium foil*, dan akuades.



b. Pembuatan koagulan cair

Sampel lempung alam Desa Cengar yang telah tersedia di Laboratorium Sains Material Universitas Riau direndam dalam air selama 1 hari. Setelah itu lempung dikering-anginkan pada temperatur kamar selama 1 hari. Bongkahan lempung yang telah kering kemudian ditumbuk menggunakan lumpang kayu dan diayak menggunakan ayakan untuk mendapatkan ukuran partikel $100 > \text{sampel} \geq 200$ mesh. Bubuk lempung yang diperoleh diaktivasi dengan proses kalsinasi pada temperatur 700°C selama 3 jam. Setelah proses kalsinasi, bubuk lempung sebanyak 30 gram dicampurkan ke dalam 360 mL asam sulfat 0,4 mol kemudian dilakukan proses pelindian dengan menggunakan *hotplate stirrer* pada kecepatan 700 rpm dan temperatur 100°C selama 2 jam. Hasil yang di peroleh kemudian disaring dengan kertas saring *Whatman 42* menggunakan pompa vakum dan corong *buchner*. Filtrat yang di peroleh dari proses penyaringan merupakan koagulan cair yang kemudian diberi kode KCS_{0,4}. Nilai pH dari koagulan cair ditentukan. Kation-kation Al^{+3} , Fe^{+3} , Na^{+} , K^{+} , Ca^{+2} , dan Mg^{+2} yang terdapat di dalam koagulan cair dianalisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom.

c. Proses koagulasi dan analisis parameter air sungai Siak

Sampel air sungai Siak diambil di sekitar pipa PDAM Tirta Siak, Jalan Pemuda, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau. Jarak pengambilan sampel dari pipa PDAM tersebut ± 15 meter. Kondisi cuaca saat pengambilan sampel adalah mendung. Pengambilan sampel dilakukan pada kedalaman ± 5 meter dari

permukaan dengan 3 titik yaitu permukaan, pertengahan dan dasar sungai. Sampel air sungai Siak diambil dengan menggunakan botol *sampling*, dikompositkan dan di masukkan ke dalam wadah polietilen yang dibalut dengan *aluminium foil*. Untuk tahap pengawetannya, sampel dimasukkan ke dalam kulkas sebelum dianalisis. Parameter yang dianalisis sebelum dilakukan proses koagulasi adalah warna, kekeruhan, pH dan kandungan zat organik.

Proses koagulasi dilakukan dengan mencampurkan koagulan cair sebanyak 50 mL yang telah diukur pH-nya dengan 500 mL air sungai Siak (1:10). Setelah itu campuran diaduk menggunakan *hotplate stirrer* dengan kecepatan pengadukan 160 rpm selama 2 menit dan diperlambat menjadi 40 rpm selama 10 menit sebelum dihentikan. Larutan didiamkan selama 24 jam. Cairan yang berada dibagian atas dipipet dan dikumpulkan di dalam satu botol. Hasil analisis air sungai Siak sebelum dan setelah melalui proses koagulasi dibandingkan dengan PERMENKES RI No.416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Karakter koagulan cair

Ekstraktor H_2SO_4 yang digunakan memiliki konsentrasi 0,4 mol. Penggunaan ekstraktor ini disebabkan karena H_2SO_4 merupakan asam divalen sehingga proses pertukaran ion yang terjadi semakin besar jika dibandingkan dengan HCl yang monovalen (Zahrani dan Majid, 2004). Pada proses pertukaran ion yang terjadi, kation H^{+} yang berasal dari H_2SO_4 menggantikan

posisi kation Al^{+3} dan Fe^{+3} yang ada pada lempung. Pertukaran ion yang terjadi disebabkan karena ion H^+ memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan kation Al^{+3} , Fe^{+3} maupun logam alkali dan alkali tanah yang ada pada lempung tersebut (Toor dkk., 2015). Kation Al^{+3} dan Fe^{+3} sangat berperan dalam proses koagulasi karena menurut aturan *Schulze-Hardy* semakin besar valensi kation maka kemampuan koagulasi akan semakin besar (Wang dkk., 2005).

b. Hasil analisis air sungai Siak sebelum dan setelah proses koagulasi

Sebelum dilakukan proses koagulasi, beberapa parameter air sungai Siak dianalisis terlebih dahulu untuk mengetahui karakter awal dari air sungai Siak sehingga dapat dibandingkan dengan hasil proses koagulasi. Parameter yang dianalisis adalah warna, kekeruhan, pH dan kandungan zat organik.

Tabel 1. Karakter koagulan cair dengan proses kalsinasi ($T=700^{\circ}C$, $t=3$ jam) dan pelindian ($T=100^{\circ}C$, $t=2$ jam)

Koagulan	Aktivator	pH	Kadar kation (mg/L)					
			Al^{+3}	Fe^{+3}	Na^{+}	K^{+}	Ca^{+2}	Mg^{+2}
$KCS_{0,4}$	0,4 mol	7,4	8,5379	7,5499	6,2151	5,4293	6,8974	4,9555

Tabel 1 menunjukkan karakter dari koagulan cair yang digunakan dalam proses koagulasi. Data yang ditunjukkan oleh tabel tersebut menjelaskan bahwa pH yang dihasilkan bersifat sedikit lebih basa. Penyebab terjadinya hal ini adalah kadar kation-kation Na^{+} , K^{+} , Mg^{+2} , Ca^{+2} yang dimiliki oleh koagulan cair tidak jauh berbeda dengan kadar kation-kation Al^{+3} dan Fe^{+3} . Selain itu, ion H^+ yang masuk kedalam lempung semakin banyak sehingga ion H^+ yang terdapat di dalam koagulan cair menjadi lebih sedikit. Keberadaan kation-kation Na^{+} , K^{+} , Mg^{+2} , Ca^{+2} dan minimnya ion H^+ ini yang menyebabkan pH koagulan cair menjadi sedikit lebih basa. Fakta ini didukung oleh data yang terdapat pada Tabel 1.

Data yang ada pada Tabel 2 menjelaskan hampir semua parameter air sungai Siak berada diluar ambang batas minimum kualitas air bersih berdasarkan PERMENKES RI No.416/MENKES/PER/IX/1990. Warna pada air sungai biasanya disebabkan oleh adanya ion-ion logam seperti Fe, humus, plankton, tanaman-tanaman air dan limbah industri ataupun rumah tangga (Susanto, 2008). Warna yang dihasilkan dari air sungai Siak pada penelitian ini tidak terlalu tinggi sehingga mengakibatkan kandungan zat organiknya sedikit yaitu 56,648 mg/L dan pH yang dihasilkan adalah 6,1. Nilai pH yang dihasilkan tidak begitu asam karena sedikitnya zat organik yang terdapat pada air sungai Siak dan warna yang dihasilkan juga tidak terlalu keruh. Kekeruhan terjadi karena adanya zat-zat tersuspensi seperti zat organik, lumpur serta zat-zat kimia lainnya.

Tabel 2. Analisis parameter air sungai Siak sebelum dan setelah proses koagulasi

Parameter	PERMENKES*	Penelitian ini	
		Sebelum koagulasi	Setelah koagulasi
Warna (TCU)	50	916	395
pH	6,5 - 9,0	6,1	6,6
Kekeruhan (NTU)	25	91,6	34,3
Zat organik (mg/L)	10	56,648	41,08

Keterangan : * PERMENKES RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990

Setelah proses koagulasi, intensitas warna air sungai Siak yang dihasilkan menjadi menurun. Penurunan intensitas warna yang terjadi disebabkan oleh kemampuan muatan positif ion-ion yang berasal dari koagulan cair yang mampu menarik muatan negatif partikel-partikel koloid yang berada di dalam air sungai Siak sehingga terbentuk flok-flok makro dan kemudian mengendap (Widyaningsih dan Syafei, 2013). Penurunan intensitas warna yang terjadi seiring dengan penurunan kandungan zat organik pada air sungai Siak.

Zat organik biasanya disusun oleh unsur-unsur seperti C, H, O, N, S dan P. Pada proses koagulasi terjadi pengikatan zat organik oleh kation-kation yang ada pada koagulan cair sehingga intensitas warna dan kandungan zat organik pada air sungai Siak setelah proses koagulasi menjadi menurun.

Dilihat dari pH yang dihasilkan, peningkatan pH setelah proses koagulasi disebabkan oleh koagulan cair yang digunakan memiliki pH yang sedikit basa. Nilai pH yang dihasilkan setelah proses koagulasi telah memenuhi syarat PERMENKES RI No.416/MENKES/PER/IX/1990. Akan tetapi belum memenuhi untuk parameter warna dan kandungan zat organik.

Kekeruhan yang dihasilkan setelah proses koagulasi menjadi berkurang jika dibandingkan dengan sebelum proses koagulasi. Hal ini disebabkan karena partikel-partikel tersuspensi yang ada di dalam air sungai Siak ditarik oleh kation-kation Al^{+3} dan Fe^{+3} di dalam koagulan cair sehingga membentuk flok-flok makro dan kemudian mengendap.

Penelitian ini dibandingkan dengan penelitian Susanty (2014) yang membuat koagulan cair dari lempung alam Cengar pada kalsinasi $500^{\circ}C$ dan konsentrasi ekstraktor H_2SO_4 0,4 mol untuk pengolahan air gambut.

Tabel 3. Persentase penurunan masing-masing koagulan

Parameter	Penurunan (%)	
	Penelitian ini ($KCS_{0,4}$)	Susanty, 2014 (K_{30-2})
Warna (TCU)	56,877	90,94
Kekeruhan (NTU)	62,554	91,67
Kandungan zat organik (mg/L)	27,481	71,25

Koagulan cair pembanding yang diambil dari penelitian Susanty (2014) adalah K_{30-2} yang merupakan koagulan cair optimum dari penelitian tersebut. Perbandingan ini bertujuan untuk melihat efektivitas koagulan cair yang digunakan terhadap temperatur kalsinasi dan air uji yang berbeda dengan penelitian saat ini.

Data yang ditunjukkan pada Tabel 3 menjelaskan bahwa K_{30-2} menghasilkan persentase penurunan yang lebih besar dibandingkan dengan $KCS_{0,4}$. Hal ini disebabkan karena pH koagulan cair yang dihasilkan pada penelitian Susanty (2014) adalah 1,64 yang bersifat sangat asam. Perbedaan ini disebabkan karena kadar kation Al^{+3} dan Fe^{+3} yang terdapat di dalam kogulan cair penelitian Susanty (2014) relatif banyak dibandingkan dengan kation-kation Na^+ , K^+ , Ca^{+2} dan Mg^{+2} sehingga menyebabkan pH menjadi asam. Nilai pH yang terlalu asam ini menyebabkan semakin banyak flok yang terbentuk sehingga warna, kekeruhan dan kandungan zat organik yang dihasilkan menjadi berkurang. Sementara pada penelitian saat ini, pH koagulan cair adalah 7,4 yang bersifat sedikit lebih basa sehingga pembentukan flok yang terjadi menjadi berkurang.

KESIMPULAN

Lempung alam Desa Cengar dapat dijadikan sebagai sumber koagulan cair dalam pengolahan air sungai Siak. Koagulan cair yang dibuat menggunakan ekstraktor asam sulfat dengan konsentrasi 0,4 mol mampu memperbaiki parameter pH dari air sungai Siak namun belum efektif dalam memperbaiki parameter warna, kekeruhan dan kandungan zat organik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Riau karena telah memberikan kepercayaan kepada penulis sebagai penyandang dana penelitian PNBP tahun 2015. Penulis juga mengucapkan terimakasih 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 penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, T. A. 2008. Inventarisasi dan Dokumentasi Rona Lingkungan di Sepanjang Daerah Aliran Sungai Siak. *Laporan penelitian*. Pusat Kajian Rona Lingkungan dan Sumber Daya Alam Universitas Riau, Pekanbaru.
- Devita, F. dan Tarumun, S. 2012. Dampak Degradasi Lingkungan Pada Aspek Sosial Ekonomi Masyarakat di Daerah Aliran Sungai Siak Provinsi Riau Indonesia. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 6(1): 15-24.
- Muhdarina, Bahri, S., Nurhayati, Amri, T.A. dan Hamid, A. 2013. Sintesis Koagulan Cair Berbasis Lempung Alam Cengar. *Prosiding Semirata*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Lampung. 269-273.



- Susanto, R. 2008. Optimasi Koagulasi-Flokulasi dan Analisis Kualitas Air pada Industri Semen. *Skripsi*. Jurusan Kimia. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Syarief Hidayatullah, Jakarta.
- Susanty, C. 2014. Pemanfaatan Lempung Cengar Hasil Ekstraksi 0,4 Mol H₂SO₄ sebagai Koagulan Cair untuk Air Gambut. *Skripsi*. Jurusan Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau, Pekanbaru.
- Syahroni, R. 2014. Kalsinasi dan Pelindian Lempung Alam Cengar untuk Produksi Koagulan Cair dan Aplikasinya pada Pengolahan Air Gambut. *Skripsi*. Jurusan Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau, Pekanbaru.
- Toor, M., Jin, B., Dai, S dan Vimonses, V. 2015. Activating Natural Bentonite as a Cost-Effective Adsorbent for Removal of Congo Red in Wastewater. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 21: 653-661.
- Wang, L.K., Hung, Y.T. dan Shamma, N.K. 2005. Physicochemical Treatment Processes. *Handbook of Enviromental Engineering*. Humana Press, Totowa.
- Widyaningsih, H. A dan Syafei, A. D. 2013. Resirkulasi Flok untuk Kekeruhan Rendah pada Kali Pelayaran Sidoarjo dengan Sistem Batch. *Jurnal*. Jurusan Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Surabaya, Surabaya.
- Zahrani, A. dan Majid, A. 2004. Production of Liquid Coagulant From Local Saudi Clays. *JKAU: Eng.Sci*: 15(1): 3-17.