

LEMPUNG CENGAR SEBAGAI SUMBER KOAGULAN CAIR UNTUK MENURUNKAN KADAR BOD DAN COD DALAM AIR GAMBUT

Yulianti^{1*}, Muhdarina², A.Linggawati²

¹Mahasiswa Program Studi S1 Kimia

²Bidang Kimia Fisika Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Kampus Binawidya Pekanbaru, 28293, Indonesia

*Liyan_nez@yahoo.co.id

ABSTRACT

Liquid coagulant was prepared by extraction of Cengar clays by using sulfuric acid with the variations of acid concentration, extraction time and temperature. Liquid coagulant with a maximum content of Al and Fe are used to reduce the levels of Biochemical Oxygen Demand (BOD) and Chemical Oxygen Demand (COD) in the peat water. The results of the coagulation processes were compared to Peraturan Pemerintah (PP) No. 82, 2001 for the management of water quality and water pollution control. The results showed that the liquid coagulant with a maximum content of Al (mg/L) and Fe (mg/L) are Al = 23.926; Fe = 34.993 (Al < Fe), Al = 29.368; Fe = 29.993 (Al \approx Fe) and Al = 28.118; Fe = 26.818 (Al > Fe), respectively. Coagulation testing on BOD and COD content of peat water has been decreased (i) BOD (36.8%) and COD (66.67%) for the liquid coagulant Al < Fe, (ii) BOD (28.32%) and COD (50%) for Al \approx Fe and (iii) BOD (24.13%) and COD (1.85%) for Al > Fe. Apparently, coagulant Al < Fe has the greatest performance and in accordance with PP. 82 in 2001.

Keywords: *Cengar clay, liquid coagulant, peat water, Biochemical Oxygen Demand, Chemical Oxygen Demand*

ABSTRAK

Koagulan cair telah dibuat dengan mengekstraksi lempung Cengar menggunakan asam sulfat dengan variasi konsentrasi, waktu dan suhu ekstraksi. Koagulan cair dengan kandungan Al dan Fe maksimum digunakan untuk menurunkan kadar Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) dan Kebutuhan Oksigen Kimia (COD) dalam air gambut. Hasil proses koagulasi dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah (PP) No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas dan pengendalian pencemaran air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa koagulan dengan kandungan Al (mg/L) dan Fe (mg/L) maksimum berturut-turut adalah Al = 23,926; Fe = 34,993 (Al < Fe), Al = 29,368; Fe = 29,993 (Al \approx Fe) dan Al = 28,118; Fe = 26,818 (Al > Fe). Uji koagulasi terhadap kandungan BOD dan COD di dalam air gambut menunjukkan penurunan (i) BOD (36,8%) dan COD (66,67%) untuk koagulan Al < Fe, (ii) BOD (28,32%) dan COD (50%) untuk Al \approx Fe dan (iii) BOD (24,13%) dan COD (1,85%) untuk Al > Fe. Ternyata, koagulan Al < Fe memiliki kinerja yang paling tinggi dan sesuai dengan PP No. 82 tahun 2001.

Kata kunci: Lempung Cengar, koagulan cair, air gambut, Kebutuhan Oksigen Biologi, Kebutuhan Oksigen Kimia.

PENDAHULUAN

Riau merupakan salah satu Provinsi yang memiliki potensi lempung alam yang cukup besar. Menurut Direktorat Pengembangan Potensi Daerah BKPM, Propinsi Riau mempunyai cadangan potensi lempung sekitar 378.000.000 m³ yang dijumpai di Kabupaten Indragiri Hulu, tepatnya berlokasi di Kecamatan Siberida, Pasir Penyau, dan Peranap (Muhdarina, 2012). Andriyani (2010) menuliskan, mineral lempung terdapat pada beberapa lokasi di daerah Riau seperti di desa Lipat Kain Kabupaten Kampar, desa Sukamaju Kecamatan Indragiri Hulu, desa Kulim Kecamatan Bukit Raya dan desa Cengar Kabupaten Kuantan Singingi. Lempung alam yang ada di desa Cengar merupakan lempung dari golongan muskovit, kaolinit dan kuarsa (Muhdarina, 2011).

Sebagian besar penelitian telah memanfaatkan lempung sebagai absorben dan beberapa diantaranya telah menggunakan lempung sebagai koagulan tambahan. Ramdhani, dkk (2010) melaporkan kandungan Al dan Fe yang terdapat pada lempung merupakan ion pembentuk senyawa koagulan. Menurut Muhdarina (2011) lempung Cengar memiliki kandungan Al 7,79% dan Fe 0,35%. Berdasarkan kandungan mineral Al dan Fe yang dimilikinya, maka lempung Cengar berpotensi untuk dijadikan koagulan cair. Koagulan adalah zat kimia yang dapat mengikat partikel-partikel koloid dan pengotor pada proses koagulasi (Siregar, 2009). Koagulasi dan flokulasi terjadi akibat penambahan bahan koagulan dalam air yang menyebabkan proses destabilisasi (netralisasi) muatan listrik pada partikel koloid membentuk gumpalan-gumpalan. Penggabungan antara partikel koloid yang tidak mengendap saling mendekat membentuk flok-flok mikro dengan ikatan yang sangat lemah (Kamulyan, 1991). Penyediaan koagulan cair dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah konsentrasi asam, temperatur dan waktu ekstraksi.

Pemilihan air gambut didasarkan pada kondisi masyarakat di desa Rimbo Panjang yang masih sulit memanfaatkan air permukaannya sebagai air bersih untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari. Air gambut ini terletak di area perkebunan nanas yang senantiasa diberi pupuk urea dan NPK. Pupuk yang mengandung senyawa organik tersebut akan masuk ke dalam tanah dan selanjutnya berpengaruh pada kandungan BOD dan COD di dalam air gambut. Pada penelitian ini air gambut akan dikoagulasi dengan koagulan cair yang dihasilkan dan mengetahui kemampuan koagulan cair dalam menurunkan BOD dan COD yang terkandung dalam air gambut sesuai dengan Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.

METODE PENELITIAN

a. Pengambilan dan pengolahan sampel lempung

Pengambilan sampel lempung dilakukan di desa Cengar Kecamatan Kuantan Mudik, Kabupaten Kuantan Singingi, Provinsi Riau, pada tanggal 4 Desember 2011, pukul 15.00 WIB. Pengambilan dilakukan secara langsung di dalam anak sungai pada dua titik. Adapun jarak antara kedua titik ±100 m. Kemudian lempung di masukkan ke dalam kantong plastik untuk dibawa ke laboratorium. Dilanjutkan dengan mencuci

sampel dan dikering anginkan, selanjutnya digerus untuk mendapatkan diameter butiran lempung yang kecil. Sampel diayak menggunakan ayakan 200 mesh dan 100 mesh. Selanjutnya dipanaskan di dalam oven pada temperatur 105 °C, kemudian sampel disimpan di dalam desikator. Setelah itu sampel dikalsinasi pada suhu 500 °C selama 3 jam, dilanjutkan dengan proses ekstraksi.

b. Proses ekstraksi

Sebanyak 15 g sampel lempung dilarutkan dengan 180 mL H₂SO₄ 40% pada variasi 0,2 ; 0,4 dan 0,6 mol di dalam erlenmeyer 100 mL, variasi temperatur 30 °C, 60 °C dan 100 °C dilakukan di atas *hotplate stirer* dengan kecepatan 700 rpm. Pemanasan dilakukan pada variasi waktu 1, 2 dan 3 jam. Kemudian ekstrak disaring dengan kertas saring *whatman* no.42 menggunakan corong *buchner*. Filtrat yang didapat merupakan koagulan cair dan ditentukan kadar ion Al dan Fe dengan Spektroskopi Serapan Atom (SSA).

c. Pengambilan sampel air gambut (SNI 6989-57-2008)

Pengambilan sampel air gambut dilakukan di Desa Rimbo Panjang Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Sampel diambil pada sumur milik warga, Km 18 Pekanbaru-Bangkinang. Sampel air gambut diambil menggunakan alat pengambil contoh pada tiga titik kordinat yang berbeda yaitu bagian permukaan, pertengahan dan sekitar dasar sumur (kedalaman sumur ± 1,5 meter). Ke 3 sumber sampel air gambut dimasukkan kedalam botol polietilen dan dibalut dengan aluminium foil, selanjutnya sampel dicampur secara homogen.



Gambar 1. Sampel air gambut desa Rimbo Panjang

d. Koagulasi air gambut dengan koagulan cair

Sebanyak 30 mL koagulan cair untuk masing-masing kondisi koagulan dimasukkan ke dalam 300 mL air gambut. Kemudian dilakukan pengadukan dengan kecepatan stirer 160 rpm selama 2 menit. Setelah itu pengadukan diperlambat menjadi 45 rpm selama 10 menit dan dihentikan. Larutan diendapkan selama 6 jam dan disaring dengan kertas saring *whatman* No.42 menggunakan corong *buchner*. Filtrat yang didapat di analisis kandungan BOD dan COD.

e. Analisis parameter air gambut

1. Analisis BOD (SNI 06-6989.14-2004)

Dua buah botol *winkler* disiapkan dan diberi tanda masing-masing botol dengan notasi A₁ dan A₂ . Sampel dimasukkan ke dalam masing-masing botol *winkler* A₁ dan

A₂ sampai melimpah, kemudian masing masing botol ditutup. Botol A₂ disimpan dalam lemari inkubator 20°C selama 5 hari. Oksigen terlarut botol A₁ di ukur dengan menambahkan 1 mL MnSO₄ dan 1 mL alkali iodida azida. Sampel ditutup dan dihomogenkan hingga membentuk gumpalan sempurna. Gumpalan dibiarkan mengendap selama 5-10 menit. Selanjutnya ditambahkan 1 mL H₂SO₄ pekat, ditutup dan dihomogenkan kembali. Sebanyak 50 mL sampel dipipet dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 mL, kemudian ditrasi dengan larutan Na₂S₂O₃ 0,025 N dengan indikator amilum/kanji. Pengerjaan yang sama dilakukan untuk botol A₂ setelah disimpan selama 5 hari untuk menentukan BOD₅. Nilai BOD diketahui dari selisih BOD₅ dengan BOD₀.

2. Analisis COD (SNI 06-6989.73:2009)

Sebanyak 2,5 mL sampel dimasukkan ke dalam tabung KOK, ditambahkan 1,5 mL larutan *digestion solution* dan 3,5 mL pereaksi sulfat. Tabung ditutup dan dikocok perlahan sampai homogen, kemudian diletakkan pada pemanas (reaktor COD) pada suhu 150 °C, selanjutnya dilakukan refluks selama 2 jam. Contoh uji didinginkan perlahan-lahan sampai suhu ruang (25°C). Setelah dingin, larutan dipindahkan ke dalam erlenmeyer secara kuantitatif dan tabung KOK tersebut dibilas dengan akuades sebanyak 10 mL kemudian hasil bilasan tersebut dimasukan ke dalam erlenmeyer. Sebanyak 2 tetes indikator feroin ditambahkan pada erlenmeyer dan dititras dengan larutan standar FAS yang telah ditetapkan kenormalannya. Volume FAS yang digunakan dicatat untuk menentukan COD pada contoh uji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

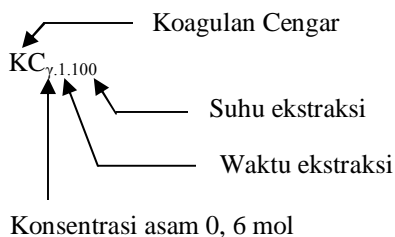
a. Koagulan cair

Proses ekstraksi lempung menggunakan H₂SO₄ dengan variasi konsentrasi asam, waktu dan suhu ekstraksi menghasilkan 27 koagulan cair. Berdasarkan data SSA yang diperoleh dari 27 koagulan cair tersebut, maka didapat tiga koagulan cair yang mengandung Al dan Fe terbesar. Koagulan cair tersebut selanjutnya ditandai sesuai dengan komposisi ion Al dan Fe di dalamnya, yaitu Al > Fe, Al ≈ Fe dan Al < Fe, seperti tercantum di dalam Tabel 1.

Tabel 1. Koagulan cair kondisi optimum

No.	Koagulan Cair	Kandungan logam Al (mg/L)	Kandungan logam Fe (mg/L)	Keterangan
1	KC _{γ,1.100}	28,118	26,818	Al > Fe
2	KC _{γ,3.100}	29,368	29,993	Al ≈ Fe
3	KC _{γ,1.30}	23,926	34,993	Al < Fe

Ket:



Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa koagulan cair yang dibuat pada suhu ekstraksi 100°C memiliki kandungan logam Al lebih besar dari suhu 30°C. Hal ini menunjukkan laju reaksi bertambah dengan naiknya temperatur. Temperatur yang tinggi mengakibatkan molekul-molekul bergerak lebih cepat sehingga tumbukan antar molekul lebih sering terjadi yang menyebabkan penyerapan logam Al semakin besar. Namun untuk koagulan cair yang mengandung logam Fe terbesar dijumpai pada suhu pelindian 30°C. Jari-jari ion Fe (77 pm) yang lebih besar dibandingkan Al (50 pm) (Chang, 1998) mengakibatkan Fe akan lebih mudah berikatan dengan H₂SO₄ pada suhu rendah.

Waktu ekstraksi juga mempengaruhi penyerapan logam Al dan Fe dari dalam lempung. Semakin tinggi waktu pelindian penarikan logam Al dan Fe dari dalam lempung semakin besar. Hal ini menunjukkan semakin lama waktu kontak lempung dengan H₂SO₄, maka konsentrasi Al dan Fe yang ditarik dari lempung akan semakin besar. Sesuai dengan penelitian Diana dan Notodarmojo (2010) juga mendapatkan pengaruh yang sama, bahwa semakin lama waktu ekstraksi, semakin besar logam Al dan Fe yang tertarik dari dalam lempung.

b. Koagulasi Air Gambut dengan Koagulan Cair

Dari tiga koagulan yang digunakan, ternyata koagulan cair Al < Fe membentuk lebih banyak flok. Hal ini menunjukkan peran koagulan cair Fe₂(SO₄)₃ lebih dominan dalam mengikat partikel koloid yang menyebabkan pembentukan inti flok lebih besar. Flok terbentuk karena interaksi ion positif dari koagulan (Fe⁺³) dengan ion negatif dari partikel koloid sehingga membentuk lapisan rangkap listrik.

Pada proses koagulasi dilakukan pengadukan cepat selama 2 menit yang bertujuan untuk memecah partikel koloid yang stabil menjadi tidak stabil dengan ditamhkannya koagulan. Kemudian pengadukan diperlambat yang bertujuan untuk mengikat senyawa organik yang bermuatan negatif oleh koagulan sehingga membentuk flok-flok. Selain itu, bakteri yang sedang memecah senyawa organik juga ikut terperangkap kedalam flok.

Berdasarkan pengamatan, proses penambahan koagulan ke dalam air gambut dengan pengadukan menyebabkan terbentuknya flok-flok. Proses terbentuknya flok ini dikenal dengan flokulasi. Proses ini terjadi karena penggabungan partikel koloid dengan koagulan selama pengadukan yang menyebabkan destabilisasi muatan listrik pada partikel koloid.

Air gambut merupakan air permukaan yang mengandung partikel koloid bermuatan negatif dan kaya akan asam humus. Koagulasi terpenuhi dengan penambahan ion-ion yang mempunyai muatan berlawanan dengan partikel koloid untuk mengurangi gaya tolak menolak antar partikel koloid sehingga partikel-partikel tersebut dapat bergabung membentuk flok-flok berukuran mikro.

c. Analisis parameter air gambut

Tabel 2 menunjukkan kinerja ketiga koagulan. Berdasarkan data Tabel 2 diketahui bahwa kinerja yang baik ditunjukkan oleh koagulan Al < Fe berlaku untuk semua parameter.

Tabel 2. Analisis Parameter Air Gambut

No.	Parameter	PP No. 82		AG +	AG +	AG +
		Tahun 2001	AG	Koagulan Al < Fe	Koagulan Al \approx Fe	Koagulan Al > Fe
1	BOD (mg/L)	2-12	8,58	5,423	6,15	6,51
2	COD (mg/L)	10-100	172,8	57,6	86,4	169,6

Ket: AG = Air Gambut

Koagulan cair mampu menurunkan konsentrasi BOD dan COD di dalam air gambut. Air gambut sebelum dikoagulasi memiliki konsentrasi BOD sebesar 8,58 mg/L dan COD sebesar 172,8 mg/L. Namun, setelah diolah dengan koagulan cair Al < Fe kandungan BOD yang mengalami penurunan mencapai 5,423 mg/L dan 57,6 mg/L untuk COD.

1. Analisis BOD

Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi BOD air gambut adalah 8,58 mg/L. Perlakuan koagulasi menyebabkan bahan organik terlarut diikat oleh koagulan. Akibatnya jumlah bahan organik yang diperlukan semakin sedikit. Sehingga oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme berkurang. Selain itu, pengadukan pada proses koagulasi juga mempengaruhi dalam menurunkan nilai BOD.

Setelah dikoagulasi dengan koagulan cair, air gambut mengalami penurunan kandungan BOD mencapai 24,13-36,8 %. Jika kinerja ketiga koagulan dibandingkan maka dapat disimpulkan bahwa koagulan yang memiliki kinerja yang terbaik adalah koagulan Al < Fe. Alasan untuk besarnya kandungan Fe dan perbedaan jari-jari ion Fe dan Al dalam koagulan cair ini sama seperti pada analisis BOD. Koagulan $Fe_2(SO_4)_3$ lebih berperan dalam menurunkan nilai BOD. Semakin banyak ion Fe^{+3} maka partikel koloid yang bermuatan negatif dalam air gambut akan terikat dengan ion Fe^{+3} dari koagulan tersebut. Fe memiliki jari-jari ion lebih besar daripada Al. Semakin besar jari-jari ion akan semakin jauh dari inti, maka akan lebih mudah mengikat bahan lain dari luar dalam hal ini senyawa organik dari air gambut. Peningkatan kelas kriteria mutu air yaitu dari kelas IV menjadi kelas III menurut PP No.82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, menunjukkan kinerja dari koagulan cair tersebut cukup baik.

2. Analisis COD

Nilai COD yang tinggi akan mengakibatkan tingginya konsentrasi oksigen terlarut yang diperlukan untuk proses kimiawi, akibatnya dapat mengurangi ketersediaan oksigen terlarut bagi kehidupan organisme perairan. Perlakuan koagulasi menyebabkan bahan organik terlarut diikat oleh koagulan. Akibatnya jumlah bahan organik yang diperlukan untuk proses kimiawi semakin menipis yang menyebabkan kebutuhan oksigen kimia semakin berkurang. Selain itu, pengadukan pada proses koagulasi juga mempengaruhi dalam menurunkan nilai COD.

Konsentrasi COD dalam air gambut yang diperiksa adalah 172,8 mg/L. Berdasarkan data tersebut, air gambut tidak layak dikonsumsi tanpa pengolahan terlebih dahulu. Pengolahan dilakukan dengan proses koagulasi air gambut dengan masing-masing koagulan cair. Air gambut yang telah diolah dengan ketiga koagulan cair mengalami penurunan kandungan COD mencapai 1,85-66,67 %.

Jika kinerja ketiga koagulan dibandingkan maka dapat disimpulkan bahwa koagulan yang memiliki kinerja yang terbaik adalah koagulan Al < Fe, penurunannya mencapai 66,67 %. Mengacu kepada syarat pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air menurut PP No. 82 tahun 2001 maka air gambut yang diolah dengan koagulan Al < Fe sudah termasuk pada kategori mutu air kelas IV.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa lempung Cengar dapat dijadikan koagulan cair. Berdasarkan kandungan Al dan Fe yang diperoleh dari ekstraksi lempung menggunakan H_2SO_4 didapatkan koagulan dengan tiga kondisi optimum (konsentrasi, mg/L), yaitu Al = 23,926; Fe = 34,993 (Al < Fe), Al = 29,368; Fe = 29,993 (Al \approx Fe) dan Al = 28,118; Fe = 26,818 (Al > Fe). Koagulan cair pada kondisi Al < Fe mampu memperbaiki kualitas air gambut ditandai dengan penurunan BOD (36,8 %) dan COD (66,67 %). Koagulan ini juga mampu meningkatkan kelas dari kriteria mutu air menurut PP No.82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Riau yang telah mendanai penelitian ini melalui Program Desentralisasi Universitas Riau tahun 2013, skim Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi yang merupakan proyek Dr. Muhdarina, dkk. Terima kasih juga ditujukan kepada pihak-pihak yang berjasa dalam pengumpulan data penelitian (Laboratorium Kimia Fisik dan Kimia Anorganik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau, Laboratorium Bahan Teknik Sipil Universitas Riau, Laboratorium UPT Dinas Pekerjaan Umum, Laboratorium Air Teknik Lingkungan UNAND)

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyani, F. 2010. *Studi Keseimbangan Adsorpsi Cu(II) Pada Lempung-Keggin Terpilir*. Skripsi. Jurusan kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau, Pekanbaru.
- Astuti, D. 2008. Analisis Kualitas Air Lindi di Tempat Pembuangan Akhir Sampah Putri Cempo Mojosoongo Surakarta. *Jurnal Kesehatan*, 1; 29-37.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. SNI 06-6989.14-2004. *Cara Uji Oksigen Terlarut Secara Iodometri*. Direktorat Pengembangan Labor Rujukan dan Pengelolaan data.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 6989-57-2008. *Metoda pengambilan contoh air permukaan*. Direktorat Pengembangan Labor Rujukan dan Pengelolaan data.
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. SNI 06-6989.73-2009. *Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi dengan Refluks tertutup Secara Titrimetri*. Direktorat Pengembangan Labor Rujukan dan Pengelolaan data.
- Chang, R. 1998. *Chemistry* 6th Edition. MCGraw-Hill. Boston.
- Diana, M. R. & Notodarmojo, S. 2010. *Studi awal pemanfaatan lempung lokal paminggir sebagai koagulan cair*. Laporan penelitian. ITB, Bandung.

- Kamulyan. B. 1991. Pengaruh Dosis koagulasi dalam Penjernihan Air Sistem Kontak-Flokulasi Filtrasi. *Media Teknik*, Edisi No.2 Tahun XIII.
- Muhdarina. 2011. *Pencirian Lempung Cengar asli dan berpilar serta sifat penjerapannya terhadap logam berat*. Thesis. Universiti Kebangsaan Malaysia, Malaysia.
- Muhdarina. 2012. Melirik Potensi Lempung Alam Di Wilayah Riau, dalam *MiNda Emas Dosen Perempuan* (SEMPENA 50 tahun Universitas Riau). Ningsih, R.B (Editor). UR Press. Pekanbaru.
- Ramdhani, W.R, Mahmud & Soewondo, P., 2010. *Kadar aluminium (Al) dan besi (Fe) dalam proses pembuatan koagulan cair dari lempung lahan gambut*. Laporan penelitian. ITB, Bandung.
- Siregar, S. A. 2009. *Instalasi Pegolahan Air Limbah*. Kanisius, Yogyakarta.