



Aplikasi Koagulan Cair Al-Fe Berbasis Lempung Alam Pada Pengolahan Air Gambut: Efek Temperatur Kalsinasi Dan Pelindian

Muhdarina,* Amilia Linggawati, T.Ariful Amri, Reza Syahroni dan Hevi Sutrisno

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau, Pekanbaru

**muhdarina@yahoo.com*

Abstrak

Koagulan cair Al-Fe berbasis lempung alam telah disintesis melalui 2 tahap proses, kalsinasi dan pelindian. Kalsinasi lempung alam selama 3 jam pada temperatur 500 dan 700°C, diikuti dengan tahap pelindian di dalam media 0,2 mol asam sulfat selama 2 jam pada temperatur 30, 60 dan 100°C. Proses koagulasi dilakukan terhadap air gambut dengan mengamati parameter pH, warna, kekeruhan, total padatan tersuspensi (TSS) dan total padatan terlarut (TDS) air gambut. Hasil koagulasi menunjukkan bahwa peningkatan temperatur kalsinasi dan temperatur pelindian lempung alam menyebabkan perbaikan parameter air gambut setelah proses koagulasi. Kalsinasi pada temperatur 700°C dan pelindian pada 100°C menghasilkan air gambut dengan pH 8,05; warna 206 TCU, kekeruhan 4 NTU, TSS 7 mg/L dan TDS 287 mg/L dibandingkan dengan kondisi awal air gambut dengan pH 5,19; warna 478 TCU, kekeruhan 26 NTU, TSS 219 mg/L dan TDS 2013 mg/L. Kecuali parameter warna, nilai parameter pH, kekeruhan, TSS dan TDS air gambut hasil koagulasi telah memenuhi PERMENKES No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan air minum.

Kata Kunci: asam sulfat, koagulasi, parameter, sintesis.

1. Pendahuluan

Lempung adalah polimer anorganik alam berupa hidrat aluminosilikat dan dapat digunakan untuk berbagai keperluan, seperti sebagai adsorben, penukar ion, katalis atau penyangga katalis dan sebagai koagulan bantu. Sebagai koagulan bantu, biasanya lempung digunakan setelah koagulan utama ditambahkan ke dalam proses koagulasi. Aygun and Yilmaz (2010) mendapatkan penambahan dosis 500 mg/L mineral lempung kepada 2 g/L ferri klorida pada pH 11 lebih efisien menghilangkan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dari limbah cair detergen, dibandingkan hanya menggunakan ferri klorida saja dengan kadar yang sama. Gabungan proses ozonisasi dan koagulasi dengan bentonit lebih efektif menghilangkan asam humat dan o-diklorobenzena yang dijumpai serentak di dalam air minum dibandingkan dengan hanya melalui proses individu, baik secara ozonisasi maupun koagulasi (Srinivasan, 2011). Sejauh ini penggunaan lempung sebagai koagulan utama masih sulit dijumpai.

Lempung sebagian besar disusun oleh oksida-oksida Si dan Al, dengan sedikit oksida Fe, Mg dan Ca di dalamnya. Lempung Cengar daerah

aliran sungai (DAS) Kuantan mengandung 14,73% Al_2O_3 dan 1,1% Fe_2O_3 (Muhdarina, 2011). Berdasarkan kandungan oksida Al dan Fe yang dimiliki oleh lempung alam ini, membuka peluang baginya untuk digunakan sebagai sumber koagulan. Ditambah lagi, sesuai dengan aturan Schultz-Hardy, kation trivalen (Al^{3+} dan Fe^{3+}) lebih efektif mengkoagulasi senyawa humus dari pada kation divalen dan monovalen (Stevenson, 1994).

Koagulan cair berbasis lempung alam Cengar telah disintesis melalui tahap kalsinasi dan pelindian menggunakan asam sulfat dengan berbagai konsentrasi, waktu dan temperatur pelindian. Hasil kalsinasi dan pelindian menunjukkan bahwa koagulan cair ini mengandung kation trivalen Al^{3+} dan Fe^{3+} secara bersamaan (Muhdarina dkk, 2013³). Salah satu koagulan cair yang telah dibuat mampu memperbaiki parameter warna, kekeruhan, total padatan terlarut (TDS) dan total padatan tersuspensi (TSS) dalam air gambut. Pengurangan mencapai 84% untuk warna, 66% kekeruhan, 98% TDS dan 34% TSS, namun tidak berhasil memperbaiki pH air gambut. Kondisi ini terjadi setelah air gambut dikoagulasi menggunakan



koagulan cair yang dibuat melalui pelindian lempung-kalsinasi 500°C dengan 0,6 mol asam sulfat (Muhdarina dkk, 2013^b). Kajian ini terfokus pada efek temperatur kalsinasi dan pelindian lempung alam Cengar dengan 0,2 mol asam sulfat terhadap parameter-parameter air gambut percobaan, di antaranya pH, warna, kekeruhan, TDS dan TSS.

2. Metode

2.1 Perolehan sampel

Bahan baku lempung Cengar diperoleh dari Desa Cengar, Kabupaten Kuantan Singingi, Riau yang berlokasi di pinggir anak sungai Kuantan. Sampel lempung berbentuk bongkahan, diambil pada 3 titik berbeda berjarak ± 100 m, lalu dikumpulkan secara homogen dan dibawa ke laboratorium.

Sementara itu, air gambut diambil di salah satu sumur penduduk di Desa Rimbo Panjang, Km 18 Jalan Raya Pekanbaru-Bangkinang. Sumur dengan kedalaman $\pm 1,5$ m diambil airnya dengan menggunakan botol polietilen pada bagian-bagian permukaan, pertengahan dan dasar sumur. Semua sampel dicampur homogen, diukur pHnya dan dikumpulkan di dalam botol polietilen yang dibalut dengan aluminium foil. Botol kemudian ditempatkan di dalam kotak pendingin dan dibawa ke laboratorium.

2.2 Kalsinasi dan Pelindian Lempung Cengar

Bahan baku lempung Cengar yang telah digerus dan diayak berukuran 100-200 mesh dibagi menjadi 2 kelompok. Masing-masing kelompok dikalsinasi pada temperatur 500 dan 700°C selama 3 jam di dalam *furnace* atmosferis. Selanjutnya sebanyak 15 g sampel lempung terkalsinasi diekstraksi ke dalam 180 mL 0,2 mol asam sulfat. Campuran diaduk dengan kecepatan 700 rpm selama 120 menit pada temperatur yang bervariasi; 30, 60 dan 100°C. Terakhir campuran disaring vakum menggunakan penyaring buchner yang dilengkapi dengan kertas saring whatman No 42. Filtrat hasil saringan adalah koagulan cair (digunakan sebagai objek penelitian ini), sedangkan padatan sisa disimpan untuk keperluan lain.

2.3 Uji Koagulasi dan Analisis Parameter Air Gambut

Ke dalam setiap 100 ml air gambut yang ditempatkan di dalam beberapa erlenmeyer ditambahkan 10 ml koagulan cair. Campuran diaduk dengan kecepatan 160 rpm selama 2 menit, kemudian pengadukan diperlambat menjadi 45 rpm selama 10 menit lalu dihentikan. Campuran diendapkan selama 6 jam dan disaring

melalui penyaring vakum dengan buchner dan kertas saring whatman No.42.

Warna, pH, kekeruhan, TDS dan TSS dalam air gambut setelah melalui proses koagulasi dan penyaringan ditentukan. Begitu pula keadaan air gambut awal (tanpa koagulasi). Pengukuran setiap parameter berturut-turut dilakukan secara spektrofotometer, pH meter, turbidimeter, sedangkan TDS dan TSS keduanya ditentukan secara gravimetri.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kondisi awal air gambut

Hasil analisis parameter air gambut awal (sebelum kontak dengan koagulan) ditunjukkan di dalam Tabel 1. Bila dibandingkan dengan syarat baku mutu air, maka kondisi air gambut sangat jauh dari layak untuk dikonsumsi. Oleh karena itu mutlak dilakukan proses pengolahan terlebih dahulu sebelum digunakan.

Besarnya nilai setiap parameter air gambut sangat ditentukan oleh kondisi cuaca saat pengambilan sampel. Terbukti nilai parameter air gambut dari sumber yang sama yang terukur saat ini berbeda dengan nilai sebelumnya (Muhdarina dkk, 2013^b). Pada penelitian itu, warna dan pH air gambut adalah 1250 TCU dan 4,53 dengan kondisi cuaca normal. Berbeda dengan kondisi saat penelitian ini yang jatuh pada musim kemarau dan intensitas hujan sangat rendah, maka senyawa humus yang terlarut ke dalam badan air sangat sedikit, sehingga intensitas warna air gambut lebih rendah (487 TCU), tetapi pH meningkat (5,19). Sebaliknya parameter kekeruhan, TDS dan TSS dari penelitian sebelumnya masing-masing 9 NTU, 226 dan 87 mg/L, atau lebih rendah dari kondisi penelitian saat ini. Minimnya air hujan yang menajatuhi lahan bergambut pada musim kemarau menyebabkan material penyebab kekeruhan, TDS dan TSS terkumpul di dalam sedikit air sehingga air menjadi lebih keruh atau menyebabkan kekeruhan meningkat, begitu pula dengan TDS-TSS.

Tabel 1. Kondisi parameter air gambut awal dan syarat baku mutu air

Parameter	Kadar	
	Penelitian ini	Syarat baku mutu
Warna, TCU	478	15*
pH	5,19	6,5-8,5*
Kekeruhan, mg/L	26	5*
TDS, mg/L	2013	500*
TSS, mg/L	219	50 [@]

*: PERMENKES No.492/MENKES/PER/IV/2010, Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum

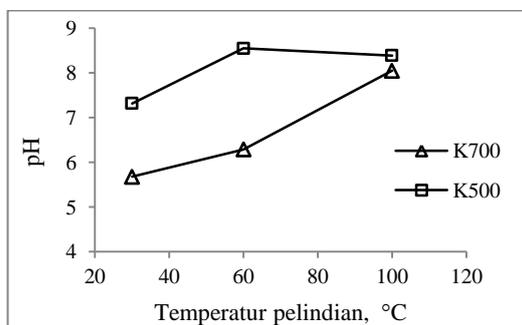
[@]: PP No.82/2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air



3.2 Efek temperatur kalsinasi dan pelindian lempung pada koagulasi air gambut

Proses kalsinasi dijalankan di bawah aliran udara pada temperatur tinggi, sehingga langkah ini akan menjadi sumber oksigen bagi bahan baku. Dengan demikian pembentukan oksida akan dipermudah, bahkan dapat ditingkatkan. Selanjutnya pada tahap pelindian, oksida logam akan lebih mudah ditarik ke dalam fasa cair. Proses pelindian menggunakan asam sulfat bertujuan untuk menarik kation dari logam ke dalam larutan. Bagi lempung, proses pelindian ini memungkinkan semua kation yang ada (Fe, Al, Mg, Ca, Na dan K) ikut terlarut dan muncul bersama di dalam larutan. Namun berkaitan dengan fungsinya sebagai koagulan, kation trivalen (Fe dan Al) lebih efektif dibandingkan dengan kation bervalensi lebih rendah (Stevenson, 1994).

Secara umum nilai semua parameter air gambut mengalami penurunan, atau menuju kualitas air gambut yang lebih baik. Kenyataan itu umumnya berlaku pada kalsinasi pada 700°C dan temperatur pelindian 100°C. Masing-masing parameter air gambut mengalami perbaikan kualitas sebesar: pH (55%), warna (57%), kekeruhan (85%), TSS (96,8%) dan TDS (85,7%). Hasil ini akan dijelaskan melalui Gambar 1-5 berikut. Kation-kation yang terekstraksi dari lempung Cengar pada kondisi ini masing-masing sebanyak 6,923 mg/L (Al^{3+}) dan 4,235 mg/L (Fe^{3+}). Numluk dan Chaisena (2012) mendapatkan aluminium dan besi paling banyak terekstraksi pada temperatur kalsinasi dan pelindian lempung Lampang 750°C dan 100°C. Hal yang tak jauh berbeda juga dilaporkan oleh Ajemba dan Onukwoli (2012), yakni kondisi kalsinasi dan pelindian lempung Nteje pada temperatur 675 dan 97°C memberikan aluminium paling banyak.

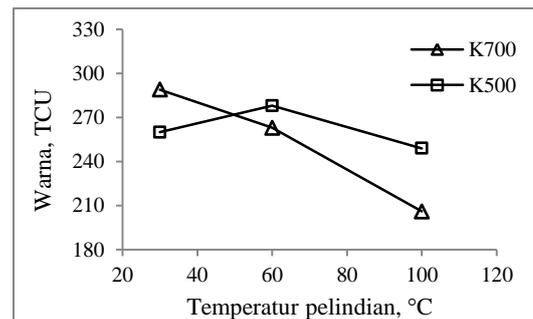


Gambar 1. Hubungan temperatur kalsinasi dan pelindian lempung dengan pH air gambut

Menurut Gambar 1, air gambut yang dikoagulasi oleh koagulan cair hasil kalsinasi

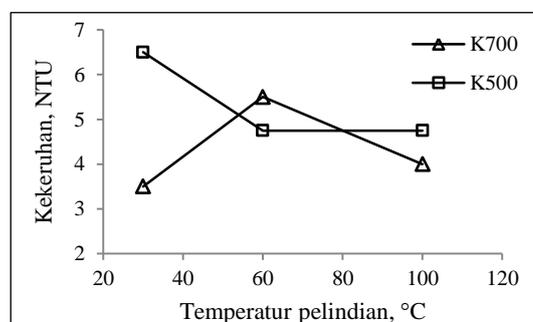
500°C menunjukkan pH yang lebih tinggi dari pada koagulan lainnya. Sementara itu, peningkatan suhu pelindian lempung Cengar-kalsinasi 500°C dan 700°C dengan asam sulfat, keduanya memberikan efek peningkatan pH air gambut. Pada pelindian 100°C, keduanya menunjukkan pH yang hampir sama, yaitu 8,39 dan 8,05.

Ada korelasi terbalik antara pH dan warna air gambut. Ketika pH didapati meningkat, maka intensitas warna air gambut menurun, seperti terlihat pada kedua Gambar 1 dan Gambar 2. Kejadian ini dapat dijelaskan melalui kemampuan koagulasi oleh koagulan cair Al-Fe dari lempung terhadap partikel senyawa humus yang dikandung oleh air gambut. Dalam hal ini partikel koloid humus sebagai sumber warna bagi air gambut akan terganggu kestabilannya oleh kation Al-Fe sehingga terbentuk flok-flok yang selanjutnya dapat dipisahkan dari badan air yang menyebabkan intensitas warna air menurun. Pada saat yang sama pH air pun meningkat akibat pengurangan jumlah koloid humus tersebut.



Gambar 2. Hubungan temperatur kalsinasi dan pelindian lempung dengan warna air gambut.

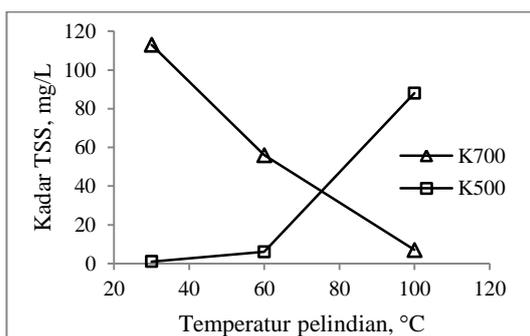
Perbedaan suhu kalsinasi dan pelindian lempung untuk mendapatkan koagulan cair juga berpengaruh terhadap parameter kekeruhan air gambut (Gambar 3).



Gambar 3. Hubungan temperatur kalsinasi dan pelindian lempung dengan kekeruhan air gambut.



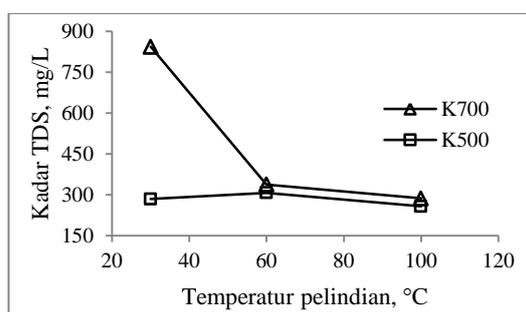
Kekeruhan air gambut berkurang pada koagulasi menggunakan koagulan hasil kalsinasi 500°C sampai dengan suhu pelindian 60°C, namun dengan peningkatan suhu pelindian sampai 100°C penurunan nilai kekeruhan tidak berlanjut. Berbeda pula, kalsinasi pada suhu 700°C tingkat kekeruhan air gambut mengular. Namun demikian, nilai kekeruhan air gambut terendah ditemukan pada koagulan cair hasil kalsinasi 700°C dan pelindian 100°C. Kejadian ini karena partikel koloid penyebab kekeruhan dalam air ikut terdestabilisasi oleh kation dalam koagulan.



Gambar 4. Hubungan temperatur kalsinasi dan pelindian lempung dengan kadar TSS air gambut.

Berbeda dengan 3 parameter yang telah disebutkan di atas, kadar TSS air gambut (Gambar 4) hasil perlakuan dengan koagulan yang diperoleh dari kalsinasi 700°C terus berkurang dengan peningkatan suhu pelindian, tetapi kejadian sebaliknya untuk kalsinasi 500°C.

Selain itu, penurunan nilai TDS air gambut yang tajam dijumpai pada perlakuan koagulan yang dibuat dengan suhu pelindian 30°C sampai 60°C pada kalsinasi lempung pada 500°C, seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan temperatur kalsinasi dan pelindian lempung dengan kadar TDS air gambut.

Untuk koagulan hasil kalsinasi 700°C, pengurangan TDS yang cukup besar sudah terjadi sejak pelindian 30°C. Untuk kedua parameter TSS dan TDS, partikel-partikel yang tergolong

kedalamnya ikut terperangkap bersama flok bentukan koagulan dan partikel koloid senyawa humat dalam air gambut. Karena itulah nilai TSS dan TDS air gambut terlacak berkurang.

4. Kesimpulan

Air gambut awal memiliki pH 5,19; warna 478 TCU, kekeruhan 26 NTU, TSS 219 mg/L dan TDS 2013 mg/L, sehingga jauh dari kondisi aman untuk dikonsumsi. Proses koagulasi air gambut oleh lempung yang telah mengalami kalsinasi dan pelindian masing-masing pada temperatur 700 dan 100°C berhasil mengubah kondisi air gambut sehingga memberikan pH 8,05; warna 206 TCU, kekeruhan 4 NTU, total padatan tersuspensi 7 mg/L dan total padatan terlarut 287 mg/L. Kecuali warna, nilai parameter air gambut hasil koagulasi telah memenuhi PERMENKES No.492/Menkes/Per/

IV/2010 tentang persyaratan air minum. Oleh karena itu diperlukan tindakan lain, seperti bantuan adsorben sebelum/sesudah proses koagulasi.

Ucapan Terima Kasih

Kegiatan ini terlibat di dalam program penelitian Desentralisasi Unggulan Perguruan Tinggi melalui sumber dana BOPTN tahun anggaran 2014. Oleh karena itu ucapan terima kasih ditujukan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi R.I melalui Lembaga Penelitian Universitas Riau.

Daftar Pustaka

- Ajemba, R. O and Onukwuli, O. D. (2012). Process Optimization of Sulphuric Acid Leaching of Alumina from Nteje Clay Using Central Composite Rotatable Design. *International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering*, 3: p 1-7.
- Aygun, A and Yilmaz, T. (2010). Improvement of Coagulation-Flocculation Process for Treatment of Detergent Wastewaters Using Coagulant Aids. *International Journal of Chemical and Environmental Engineering* 1: p.97-10.
- Muhdarina. (2011). *Pencirian Lempung Cengar Asli dan Berpilar serta Sifat Penjerapannya terhadap Logam Berat*. Disertasi. Perpustakaan Tun Seri Lanang. Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Muhdarina, Bahri, S, Nurhayati, Amri, T. A. dan Hamid, A. (2013)^a. Sintesis Koagulan Cair Berbasis Lempung Alam Cengar. Di dalam *Semirata BKS PTN Wilayah Barat bidang MIPA*, FMIPA Universitas Lampung. Bandar Lampung 10-12 Mei, p.269-273.



Muhdarina, Bahri. S, Nurhayati dan Amri. T. A. (2013)^b. *Potensi Lempung Alam Daerah Aliran Sungai (DAS) Kuantan Sebagai Koagulan dan Resin Penukar Ion*. Laporan Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi, Universitas Riau.

Numluk, P.and A.Chaisena. (2012). Sulfuric Acid and Ammonium Sulfat Leaching of Alumina from Lampang Clay. *E-journal Chemistry*. Vol.9: p. 1364-1372.

Srinivasan, R. (2011). Review Article: Advances in Application of Natural Clay and Its Composites in Removal of Biological, Organic, and Inorganic Contaminants from Drinking Water. *Advances in Materials Science and Engineering*. Article ID 872531, p.1-17.

Stevenson, F.J. (1994). *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reaction*. 2nd Ed. John Wiley & Sons, Inc. Canada.