

Potensi Limbah Abu Layang (*Coal Fly Ash*) Sebagai Koagulan Cair Dalam Pengolahan Air Gambut

Yonda Safutra¹, Bintal Amin², Sofia Anita³

¹*Coal Fly Ash Research IKPP*, Jl. Raya Minas KM 26 Perawang- Tualang, 28772

²Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau Jalan Binawidya KM 12,5 Simpang Panam

³Fakultas FMIPA Universitas Riau Kampus Bina widya Panam KM 12.5 Pekanbaru.

Abstract: *Coal Fly Ash is waste of coal combustion which is included in toxic and hazardous material (B3). This study aims to find the optimum conditions of liquid coagulant manufacturing process from coal fly ash. The process of making liquid coagulant from coal fly ash is a modification of Park method (1997) to make coagulant from clay, because it has the same composition. The optimum conditions were obtained at 250⁰C, 60 minutes, 1: 5 ratio and 2M H₂SO₄ concentration. Furthermore, liquid coagulant at optimum condition was carried out effectiveness test in peat water treatment, the research was done by using randomized complete factorial design (RAL) with 9 treatment combinations and 3 replications, analyzed in the laboratory and analyzed of variance (ANOVA). Parameters measured were color, pH, turbidity, TDS, TSS. The results showed that the difference of coagulant dosage gave significant effect on color, pH, TDS, and turbidity parameters, but no significant effect on TSS parameter. The difference of stirring time significant effect on pH and turbidity parameter while for color, TDS, and TSS parameter no significant effect.*

Key words : *Coal fly ash, Coagulant, Dosage, Stirring time*

Air gambut merupakan salah satu dari sumber daya air yang banyak dan melimpah sepanjang tahun, akan tetapi air yang tersedia belum dapat dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat. Secara kuantitatif air gambut sangat potensial untuk dikelola sebagai sumber daya air yang dapat diolah menjadi air bersih atau air minum. Namun secara kualitatif, penggunaan air gambut masih banyak mengalami kendala. Salah satu kendala penggunaannya sebagai air bersih adalah berwarna merah kecoklatan, mengandung asam humus serta tingginya zat organik dan logam besi (Kusnaedi, 2006).

Selain memiliki lahan gambut yang terluas ke empat di dunia dan ketersediaan air gambut yang melimpah, Indonesia juga merupakan negara penghasil limbah abu layang batubara (*coal fly ash*). Abu layang batubara (*coal fly ash*) merupakan abu yang dihasilkan dari proses pelelehan atau gasifikasi dan transformasi dari material organik yang terkandung di dalam batubara. Proses pembakaran batubara menghasilkan abu layang (*fly ash*) sekitar 80% dan sisanya adalah *bottom ash* sekitar 20%. Menurut peraturan pemerintah PP101/2014 limbah abu layang (*fly ash*) maupun *bottom ash* dapat dikategorikan sebagai

limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun) yang perlu dilakukan penanganan limbah sebelum dibuang ke lingkungan (Retnosari, 2013).

Dengan memperhatikan masalah tersebut, maka perlu dilakukan pencarian teknologi tepat guna tentang pemanfaatan abu layang batubara (*coal fly ash*) untuk tujuan-tujuan produktif. Komponen kimia utama yang terkandung di dalam abu layang adalah silika (SiO₂), alumina oksida (Al₂O₃), dan besi oksida (Fe₂O₃) sisanya adalah karbon, kalsium, magnesium, belerang dan logam lainnya. Selama ini, abu layang batubara digunakan sebagai zeolit dalam pengolahan air limbah. Kandungan oksida Al dan Fe pada abu layang berpotensi untuk dijadikan sebagai koagulan. Koagulan berbasis Al dan Fe sudah banyak dikenal dan dipakai dalam proses pengolahan air karena mampu mengikat partikel-partikel koloid, zat organik dan pengotor di dalam air.

Salah satu cara pengolahan air adalah dengan proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan cair. Keuntungan metoda koagulasi-flokulasi adalah koagulan yang ditambahkan dapat mengikat partikel-partikel koloid dan partikel tersuspensi dalam air yang tidak dapat mengendap dengan sendirinya menjadi

mikroflok. Selanjutnya, mikroflok yang terbentuk akan berkembang menjadi makroflok dengan bantuan pengadukan lambat sehingga bisa diendapkan melalui proses sedimentasi.

Dewasa ini telah berkembang berbagai penelitian mengenai pemanfaatan limbah abu layang batubara (*coal fly ash*). Beberapa peneliti telah menguji penggunaan abu layang batubara sebagai koagulan, karena abu layang batubara mengandung kation Al dan Fe oksida. Pada penelitian sebelumnya, koagulan abu layang batubara digunakan untuk mengolah air limbah dari pencucian batubara (Yan *et al.*, 2012). Penelitian berikutnya dilakukan oleh Lintang (2011) dengan judul *recovery* alumina (Al_2O_3) dari *coal fly ash* (CFA) menjadi *polyaluminum chloride* (PAC) dengan mengembangkan metode park (1997). Dari penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti tersebut, belum ada penelitian yang membahas mengenai aplikasi abu layang batubara sebagai koagulan cair dalam pengolahan air gambut

Lempung biasa digunakan dalam pengolahan air gambut. Abu layang batubara (*coal fly ash*) memiliki kemiripan komposisi dengan lempung, yaitu kandungan silika oksida (SiO_2) dan aluminium oksida (Al_2O_3) dalam proporsi yang besar, serta memiliki kandungan senyawa oksida lain seperti ferro oksida (Fe_2O_3), kalsium oksida (CaO), magnesium oksida (MgO), natrium oksida (Na_2O), dan kalium oksida (K_2O) yang tidak jauh berbeda. Lempung biasa digunakan dalam pengolahan air (Jaya, 2009).

Berdasarkan kemiripan komposisi antara abu layang batubara (*coal fly ash*) dan lempung, maka perlu dilakukan penelitian untuk melihat potensi abu layang batubara (*coal fly ash*) sebagai koagulan cair. Dalam hal ini diharapkan koagulan cair cukup efektif untuk menjernihkan air gambut dan merubah karakteristik air gambut dari segi warna, bau, pH, kekeruhan, TSS dan TDS sehingga menjadi air yang layak digunakan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari hingga Mei di PT. Indah Kiat Pulp And Paper, Tbk, secara administratif berada di wilayah

Desa Perawang Kecamatan Tualang Kabupaten Siak.

Bahan - bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah abu layang batubara milik PT. Indah Kiat Pulp and Paper, Tbk, Air gambut yang berada di Desa Perawang, larutan H_2SO_4 96%, larutan HCl 37%, CaO, kertas saring whatman No.42, Aluminium Foil dan aquades.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ICP-OES *Spektrometer (Agilent 710)*, Thermometer, Agitator Elrepho 2000, pH meter HI 211, Turbidimeter (*2100-A*), *Furnace*, Oven Heraterm ohm-180, *Hot Hand Gloves*, Desikator, Vakum Buchner (*Brinkman B-169*), *Magnetik Stirer*, botol sampel, Neraca Analitik Percisa XB-220A, *Hot Plate*, *Jar Test VELP*, *Spektrometer Hach DR 500*, TDS Meter dan gelas alat-alat produk Iwaki Grade A.

Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahapan dengan menggunakan metode eksperimen, tahapan pertama adalah proses pembuatan koagulan cair dari limbah abu layang (*fly ash*) dengan menggunakan pelarut asam sulfat (H_2SO_4) dan pelarut asam klorida (HCl). Penentuan kondisi optimum proses pelindian berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Li *et al.*, (2011) dengan bervariasi temperatur, waktu, ratio dan konsentrasi pelarut. Koagulan yang didapatkan dari setiap kombinasi perlakuan dianalisis dengan ICP-OES *spectrometer*, selanjutnya dihitung % *yield* Al dan Fe yang terekstrak.

Tahapan kedua adalah proses koagulasi air gambut dengan koagulan cair. Penelitian ini menggunakan eksperimen faktorial dalam rancangan acak lengkap (RAL). Faktor pertama (A) adalah koagulan cair dengan berbagai dosis yaitu : 0,3 mL, 0,6 mL dan 0,9 mL, sedangkan faktor kedua (B) adalah waktu pengadukan : 10 menit , 20 menit dan 30 menit. Penelitian ini menggunakan 3 taraf perlakuan pada masing-masing tahapan dengan tiga ulangan, jadi dalam penelitian ini ada 27 satuan percobaan. Data hasil pengamatan di analisis secara statistik dengan sidik ragam dan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). Parameter yang diamati adalah karakteristik air gambut meliputi: warna, pH, kekeruhan (NTU), TDS dan TSS.

HASIL

Pembuatan koagulan cair dengan pelarut asam sulfat (H_2SO_4)

Hasil perhitungan % *yield* kation Al dan kation Fe seperti tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. *Yield* Al dan Fe dengan pelarut asam sulfat (H_2SO_4)

No	Variasi				Yield (%)	
	Temperatur $^{\circ}C$	Waktu (t)	Ratio	Konsentrasi H_2SO_4 (Molar)	Al	Fe
1	200	40	1:3	2	22.65	7.69
2	200	60	1:4	4	27.73	13.15
3	200	80	1:5	6	30.80	16.96
4	250	40	1:4	6	27.60	14.50
5	250	60	1:5	2	38.57	14.33
6	250	80	1:3	4	9.13	5.23
7	300	40	1:5	4	33.41	16.02
8	300	60	1:3	6	10.49	7.10
9	300	80	1:4	2	28.50	9.99

Kondisi optimum proses pembuatan koagulan cair dari limbah abu layang dengan menggunakan pelarut asam sulfat (H_2SO_4) diperoleh pada temperatur $250^{\circ}C$, waktu 60 menit, ratio abu layang dengan pelarut 1:5 dan konsentrasi pelarut 2M dengan masing-masing % *yield* kation Al dan Fe yang terekstrak adalah 38.57 % dan 14.33 %.

Pembuatan koagulan cair dengan pelarut asam klorida (HCl)

Hasil perhitungan % *yield* kation Al dan Fe seperti tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 2. *Yield* Al dan Fe dengan pelarut asam klorida (HCl)

No	Variasi				Yield (%)	
	Temperatur $^{\circ}C$	Waktu (t)	Ratio	Konsentrasi HCl (Molar)	Al	Fe
1	200	40	1:3	2	31.50	4.58
2	200	60	1:4	4	61.93	38.42
3	200	80	1:5	6	78.19	44.95
4	250	40	1:4	6	59.61	39.13
5	250	60	1:5	2	58.88	17.88
6	250	80	1:3	4	48.89	28.84
7	300	40	1:5	4	61.72	40.49
8	300	60	1:3	6	53.43	33.98
9	300	80	1:4	2	80.54	20.21

Kondisi optimum proses pembuatan koagulan cair limbah abu layang dengan menggunakan pelarut asam klorida (HCl)

diperoleh pada temperatur $200^{\circ}C$, waktu 80 menit, ratio abu layang dengan pelarut 1:5 dan konsentrasi pelarut 6 Molar dengan masing-masing % *yield* kation Al dan Fe yang terekstrak adalah 78.19 % dan 44.95 %.

Pemilihan Koagulan Cair Efektif

Data yang diperoleh dari penelitian pemilihan jenis koagulan cair paling efektif meningkatkan kualitas air gambut tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Penelitian Pemilihan Koagulan Cair Efektif

Parameter	Air Gambut (Original)	Air Gambut + Koagulan Cair		Efisiensi (%)	
		Pelarut HCl	Pelarut H_2SO_4	Pelarut HCl	Pelarut H_2SO_4
Warna (TCU)	267	68	22	74,5	91,7
pH	4,9	5,5	6,7	12,2	36,7
TDS (mg/L)	205	152	138	25,8	32,7
Kekeruhan (NTU)	179	20	20	88,8	88,8
Waktu pengendapan	-	8,4	6,6	-	-
Bau	Berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	-	-

Berdasarkan efisiensi, dapat diketahui bahwa jenis koagulan cair dengan pelarut asam sulfat (H_2SO_4), pada dosis dan waktu yang sama bekerja lebih efektif dalam meningkatkan kualitas air gambut dibandingkan dengan koagulan cair dengan pelarut asam klorida (HCl). Jenis koagulan yang paling efektif dijadikan sebagai koagulan air gambut.

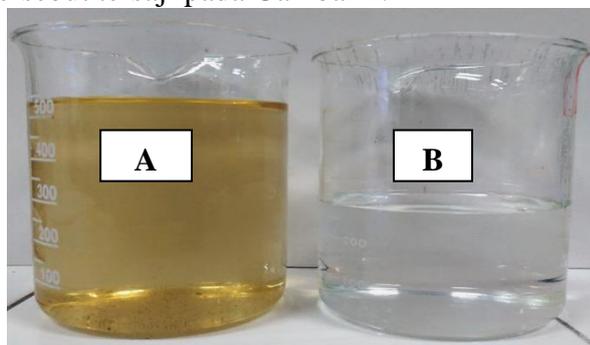
Dosis Koagulan Cair dan Waktu Pengadukan Optimum

Tabel 4. Hasil Penelitian Dosis Koagulan dan Waktu Pengadukan Optimum

Kode Perlakuan	Dosis (mL)	Waktu Pengadukan (menit)	Rata-rata Kualitas Parameter Uji				
			Warna (TCU)	pH	TDS (mg/L)	TSS (mg/L)	Kekeruhan (NTU)
A1B1	0,3	10	13,21	6,18	188	1,84	18,13
A1B2	0,3	20	13,78	7,56	156	1,81	29,23
A1B3	0,3	30	13,69	7,10	169	1,69	28,62
A2B1	0,6	10	12,18	5,17	199	1,87	7,86
A2B2	0,6	20	12,46	6,62	193	1,68	16,81
A2B3	0,6	30	10,82	6,34	184	1,50	13,81
A3B1	0,9	10	15,44	4,25	236	1,82	4,50
A3B2	0,9	20	14,55	4,82	230	1,57	4,42
A3B3	0,9	30	15,10	4,94	206	1,59	6,44

Dosis koagulan cair dan waktu pengadukan yang paling efektif dalam

meningkatkan kualitas air gambut di Desa Perawang adalah kode perlakuan A2B3 dengan pemakaian dosis koagulan cair sebesar 0,6 mL dan waktu pengadukan selama 30 menit. Air hasil uji coba dengan kode perlakuan A2B3 tersebut tersaji pada Gambar 1.

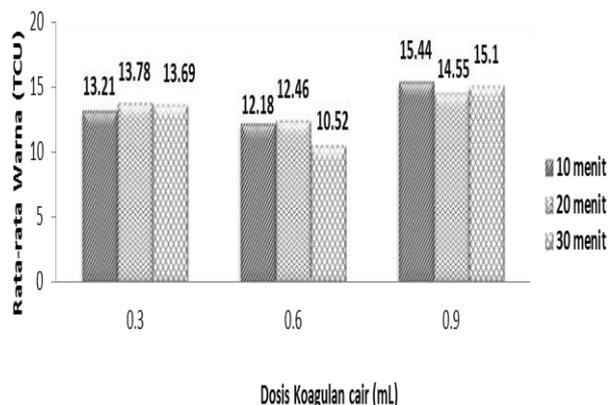


Gambar 1. Air hasil olahan dengan dosis dan waktu optimum. (A= Air gambut Alam, B= Air hasil olahan)

PEMBAHASAN

Pengaruh Dosis Koagulan dan Waktu Pengadukan Terhadap Parameter Air Gambut

Pengaruh terhadap warna



Gambar 2. Efek dosis dan waktu terhadap warna

Pengaruh dosis koagulan cair terhadap warna air gambut sesuai dengan Gambar 1, menunjukkan bahwa terjadi penurunan warna dari warna awal air gambut yaitu turun menjadi 13,74 TCU pada pemakaian dosis 0,3 mL kemudian pada dosis 0,6 mL turun menjadi 10,52 TCU. Namun, terjadi peningkatan warna ketika dosis koagulan cair dinaikkan menjadi

0,9 mL . Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa koagulan cair dari limbah abu layang dapat menurunkan intensitas warna air gambut, namun bila penggunaan dosis melebihi dosis optimum, maka akan menyebabkan intensitas warna kembali meningkat.

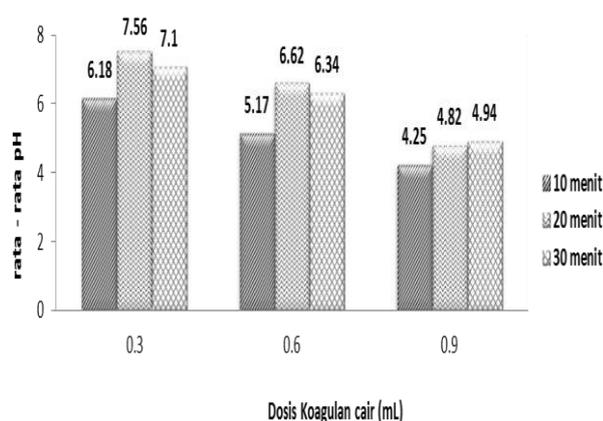
Warna air gambut mengalami penurunan dari kondisi awal pada penambahan volume koagulan, ini disebabkan karena padatan yang tersuspensi ataupun koloid-koloid yang bermuatan negatif, asam-asam humat yang terkandung dalam air gambut bereaksi dengan asam yang terkandung dalam koagulan. Sedangkan pada penambahan volume koagulan yang lebih besar, terjadi kenaikan intensitas warna air gambut. Hal ini hampir sama dengan hasil penelitian Rusdi (2014), dimana persentase penurunan warna akan semakin besar dengan peningkatan konsentrasi koagulan, namun ketika peningkatan konsentrasi koagulan telah melampaui kondisi optimum maka persentase penurunan warna semakin kecil.

Untuk pengaruh waktu pengadukan, dapat dilihat bahwa tidak terjadi kenaikan maupun penurunan warna air gambut, seiring dengan peningkatan waktu pengadukan. Hal ini terjadi karena proses koagulasi telah berlangsung dalam batas waktu pengadukan optimum sehingga flok – flok terbentuk dan mengendap dengan sempurna.

Analisis variansi untuk perlakuan faktor A (dosis koagulan) diperoleh nilai $p=0,000 < \alpha=0,05$ maka H_0 ditolak, yang artinya terdapat pengaruh yang signifikan antara perbedaan dosis koagulan cair terhadap rata-rata warna air gambut. Untuk melihat dosis mana yang paling berpengaruh maka dilanjutkan dengan uji DMRT. Berdasarkan uji lanjut DMRT, dapat disimpulkan bahwa dosis yang paling baik adalah A2 (0,6 mL). Untuk faktor B (waktu pengadukan) didapat bahwa nilai $p=0,260 > \alpha=0,05$ maka H_0 diterima, yang artinya tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara variasi waktu pengadukan terhadap rata-rata warna air gambut. Untuk faktor AB didapat bahwa nilai

$p=0,034 < \alpha=0,05$ maka H_0 ditolak, yang artinya terdapat pengaruh interaksi antara variasi dosis koagulan dan variasi waktu pengadukan terhadap rata-rata warna air gambut. Dari profil plot interaksi antara dosis koagulan dan waktu pengadukan maka diperoleh dosis optimum 0,6 mL dan waktu pengadukan optimum adalah 30 menit.

Pengaruh terhadap pH



Gambar 3. Efek dosis dan waktu terhadap pH

Berdasarkan Gambar 3, terlihat bahwa peningkatan dosis koagulan cair memberikan pengaruh terhadap penurunan pH air gambut. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rusdi (2014), hasil penelitian tersebut didapat semakin besar konsentrasi koagulan yang ditambahkan, maka semakin banyak proses hidrolisis dalam air sehingga ion-ion H^+ yang terionisasi dalam air tersebut akan semakin besar sehingga nilai pH akan semakin rendah (asam).

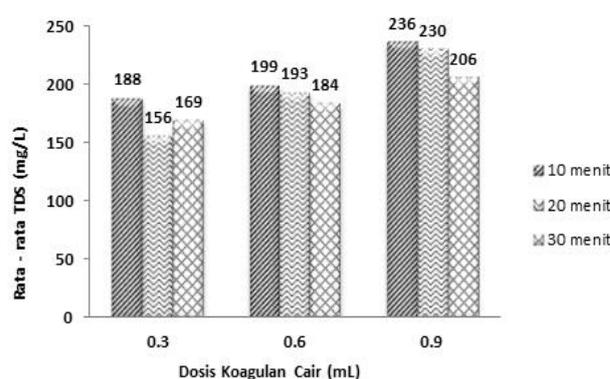
Untuk pengaruh waktu pengadukan, terlihat bahwa semakin lama waktu pengadukan, maka semakin tinggi pula nilai pH air gambut yang diperoleh. Hal ini terjadi karena semakin lama waktu pengadukan maka proses koagulasi-flokulasi akan berlangsung sampai selesai dan mendapatkan kondisi optimum. Kondisi optimum akan berpengaruh pada kualitas air gambut, salah satunya adalah pH. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa waktu pengadukan merupakan faktor yang

cukup penting dalam pengolahan air gambut menjadi air baku, karena dapat mempengaruhi parameter kualitas air tersebut, salah satunya adalah pH.

Analisis variansi untuk perlakuan faktor A (dosis koagulan) diperoleh nilai $p=0,000 < \alpha=0,05$ maka H_0 ditolak, yang artinya terdapat pengaruh yang signifikan antara variasi dosis koagulan terhadap rata-rata pH air gambut dan dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT. Berdasarkan uji lanjut DMRTD yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa dosis yang paling baik adalah A1 (0,3 mL).

Untuk faktor B (waktu pengadukan) didapat bahwa $p=0,000 < \alpha=0,05$ maka H_0 ditolak, yang artinya terdapat pengaruh yang signifikan antara variasi waktu pengadukan terhadap rata-rata pH air gambut dan untuk faktor B juga dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT. Berdasarkan uji lanjut diperoleh. Waktu optimum adalah 20 menit. Untuk faktor AB didapat bahwa $p=0,239 < \alpha=0,05$ maka H_0 diterima, yang artinya tidak terdapat pengaruh interaksi antara variasi dosis koagulan dan variasi waktu pengadukan terhadap rata-rata pH air gambut.

Pengaruh terhadap TDS



Gambar 4. Efek dosis dan waktu terhadap TDS

Berdasarkan Gambar 4, terlihat bahwa peningkatan dosis koagulan cair menyebabkan terjadinya peningkatan pada nilai parameter TDS air gambut. Hal ini disebabkan oleh adanya kelebihan dosis koagulan cair karena

sisia koagulan yang telah mengalami proses ionisasi tidak dapat berikatan dan menyebabkan peningkatan TDS air gambut. Penambahan dosis koagulan sama halnya dengan menambah konsentrasi mineral ke dalam air gambut, sehingga mineral terlarut akan bertambah dan dengan demikian TDS akan semakin meningkat.

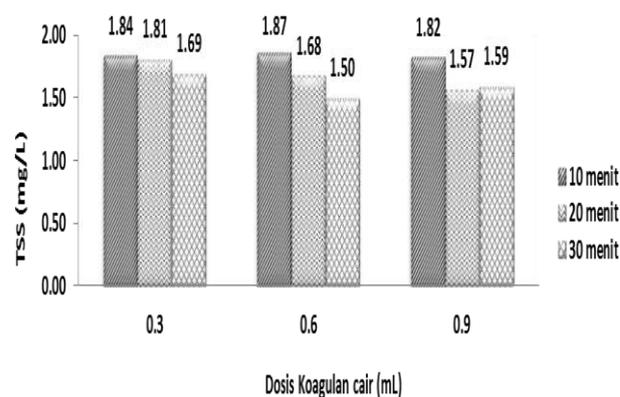
Hal ini sejalan dengan pendapat Ardiansyah (2016), yang menyatakan bahwa pada konsentrasi yang melebihi dosis optimum TDS kembali naik. Karena koloid-koloid yang ada dan berbeda muatan telah dinetralkan semuanya dan mengendap, dengan konsentrasi koagulan yang optimum. Kelebihan dosis koagulan akan menyebabkan kekeruhan dan peningkatan konsentrasi mineral larutan (TDS). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kondisi optimum penggunaan dosis koagulan cair mempengaruhi kualitas TDS air gambut.

Untuk pengaruh waktu pengadukan, dapat dilihat bahwa terjadi fluktuasi nilai TDS seiring dengan peningkatan waktu kontak. Kondisi optimum terjadi pada waktu kontak 20 menit, namun pada waktu kontak 30 menit nilai TDS kembali naik.

Analisis variansi untuk perlakuan faktor A (dosis koagulan) diperoleh nilai $p=0,000 < \alpha=0,05$ maka H_0 ditolak, yang artinya terdapat pengaruh yang signifikan antara variasi dosis koagulan terhadap rata-rata TDS air gambut dan dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT. Berdasarkan uji lanjut DMRT, diperoleh dosis optimum adalah 0,3 mL.

Untuk faktor B (waktu pengadukan) didapat bahwa $p=0,147 < \alpha=0,05$ maka H_0 diterima, yang artinya tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara variasi waktu pengadukan terhadap rata-rata TDS air gambut, maka tidak perlu dilakukan uji lanjut. Untuk faktor AB didapat bahwa $p=0,626 < \alpha=0,05$ maka H_0 diterima, yang artinya tidak terdapat pengaruh interaksi antara variasi dosis koagulan dan variasi waktu pengadukan terhadap rata-rata TDS air gambut.

Pengaruh terhadap TSS

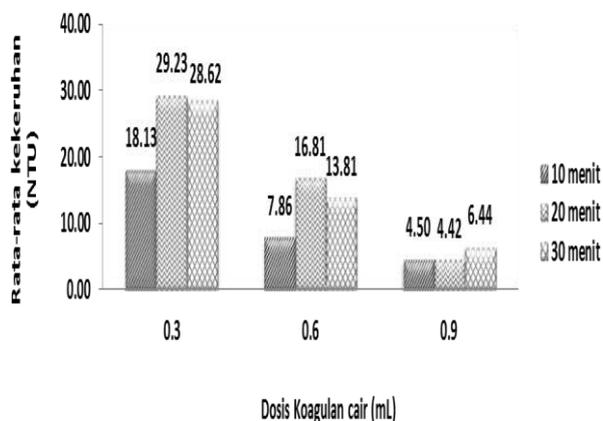


Gambar 5. Efek dosis dan waktu terhadap TSS

Pengaruh dosis koagulan cair dan waktu pengadukan terhadap nilai TSS air gambut sesuai dengan Gambar 15, menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai TSS dari TSS awal air gambut sebelum kaogulasi yaitu dari 2,2 mg/L turun menjadi 1,50 mg/L. Namun semakin tinggi dosis koagulan cair yang ditambahkan dan waktu pengadukan penurunan TSS konstan, artinyaa dosis koagulan yang digunakan sudah mencapai dosis optimum demikian juga untuk waktu pengadukan nilai TSS yang di dapat fluktuatif. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa koagulan cair dari limbah abu layang dan waktu pengadukan dapat menurunkan intensitas TSS air gambut, namun bila penggunaan dosis melebihi dosis optimum, maka akan menyebabkan koagulan cair tidak bekerja efektif.

Dari analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa ke dua faktor perlakuan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap rata – rata TSS air gambut. Hal ini berbanding terbalik untuk parameter kekeruhan, dimana ke dua faktor pelakuan antara dosis koagulan dan waktu pengadukan berpengaruh signifikan. Berdasarkan teori bahwa antara parameter TSS dan parameter kekeruhan memiliki hubungan garis lurus, untuk itu perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai pengaruh dosis koagulan cair dan waktu pengadukan terhadap parameter TSS.

Pengaruh terhadap kekeruhan



Gambar 6. Efek dosis dan waktu terhadap kekeruhan

Berdasarkan Gambar 6, terlihat bahwa peningkatan dosis koagulan cair memberikan pengaruh terhadap penurunan kekeruhan air gambut. Hal ini disebabkan karena peningkatan dosis koagulan cair dapat menyebabkan berkurangnya partikel tersuspensi yang terkandung dalam air gambut. Pada kondisi optimum proses koagulasi dapat menurunkan kekeruhan dalam air, karena bahan-bahan tersuspensi dalam air gambut dapat membentuk flok dan kemudian tersedimentasi oleh pengaruh gravitasi bumi.

Untuk pengaruh waktu pengadukan, terlihat bahwa terjadi peningkatan kekeruhan air gambut seiring dengan peningkatan waktu pengadukan yang terjadi karena waktu kontak yang optimum telah terlewat, sehingga proses koagulasi dan flokulasi telah selesai terjadi dan partikel-partikel suspensi yang bermuatan telah menjadi netral. Kelebihan waktu pengadukan menyebabkan kekeruhan kembali naik, hal bisa juga disebabkan flok-flok yang sudah terbentuk kembali terlarut didalam air sehingga nilai kekeruhan menjadi meningkat. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa nilai kekeruhan akan turun apabila proses koagulasi dan flokulasi mencapai titik optimum, namun apabila terjadi kelebihan atau kekurangan waktu

pengadukan akan menyebabkan nilai kekeruhan akan tetap tinggi atau mengalami peningkatan.

Analisis variansi untuk perlakuan faktor A (dosis koagulan) diperoleh nilai $p=0,000 < \alpha=0,05$ maka H_0 ditolak, yang artinya terdapat pengaruh yang signifikan antara variasi dosis koagulan terhadap rata-rata kekeruhan air gambut dan dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT (Lampiran 11). Hasil uji lanjut menunjukkan dosis optimum yang diperoleh pada penelitian ini adalah 0,9 mL dengan rata-rata kekeruhan air gambut yang didapat adalah 4 NTU.

Untuk faktor B (waktu pengadukan) didapat bahwa $p=0,000 < \alpha=0,05$ maka H_0 ditolak, yang artinya terdapat pengaruh yang signifikan antara variasi waktu pengadukan terhadap rata-rata kekeruhan air gambut dan untuk faktor B juga dilakukan uji lanjut DMRT. Waktu pengadukan optimum yang diperoleh pada penelitian ini adalah 10 menit.

Untuk faktor AB didapat bahwa $p=0,014 < \alpha=0,05$ maka H_0 ditolak, yang artinya terdapat pengaruh interaksi antara variasi dosis koagulan dan variasi waktu pengadukan terhadap rata-rata kekeruhan air gambut. Dari profil plot interaksi antara dosis koagulan dan waktu pengadukan maka diperoleh dosis optimum 0,9 mL dan waktu pengadukan optimum adalah 10 menit

Dampak Pemanfaatan Limbah Abu Layang (Coal Fly Ash) Sebagai Koagulan Cair.

Dampak Ekonomi

Pemanfaatan limbah abu layang (*fly ash*) sebagai koagulan cair dalam pengolahan air gambut diharapkan dapat memberikan dampak ekonomi baik bagi perusahaan penghasil limbah abu layang (*fly ash*) maupun bagi masyarakat yang berada di sekitar beroperasinya pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang menggunakan bahan bakar batubara. Desa Perawang Kecamatan Tualang belum memiliki fasilitas dan sarana air bersih yang memadai.

Sumber air yang digunakan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari adalah dari; air hujan, air gambut, air sumur dan sebagian ada yang membeli air galon yang dijual oleh pengusaha. Walaupun sudah ada beberapa sumur, akan tetapi air sumur belum dapat dikonsumsi karena masih berbau, debitnya semakin berkurang dan warnanya semakin pekat.

Penggunaan air sumur yang belum diolah secara terus menerus oleh masyarakat bisa berdampak negatif pada diri manusia itu sendiri, karena air gambut yang digunakan masih dalam keadaan mentah, belum melalui proses pengolahan dan belum memenuhi standar baku mutu yang diperbolehkan untuk air minum, dari wawancara yang dilakukan terhadap beberapa warga masyarakat, didapat bahwa pemanfaatan air gambut ini terutama untuk memenuhi kebutuhan air mandi, cuci, kaskus (MCK) sedangkan untuk air minum masyarakat menggunakan air galon dari pengusaha.

Koagulan cair dari limbah abu layang batubara (*fly ash*) dapat digunakan sebagai koagulan dalam mengolah air gambut. Dari hasil uji parameter air diperoleh bahwa air gambut hasil olahan dengan koagulan cair dari limbah abu layang telah memenuhi standar kualitas air bersih akan tetapi belum memenuhi standar kualitas untuk air minum, sehingga air gambut hasil olahan dapat digunakan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan air mandi, cuci, kaskus (MCK). Dengan adanya kerjasama antara pihak perusahaan dan masyarakat sekitar beroperasinya PLTU dalam memanfaatkan limbah abu layang sebagai koagulan cair diharapkan dapat meringankan beban ekonomi masyarakat.

Dampak Sosial

Hingga saat ini banyak terjadi kasus keluhan di masyarakat sebagai akibat sebaran partikulat (TSP). Penggunaan batubara sebagai bahan bakar boiler dapat berpotensi menimbulkan keluhan di masyarakat. Keluhan dirasakan oleh warga terutama masyarakat yang berdekatan dengan sumber emisi. Mereka mengeluhkan adanya debu yang sampai kepermukiman pada saat-saat tertentu. Dengan adanya kerjasama antara pihak perusahaan dan masyarakat sekitar beroperasinya PLTU dalam memanfaatkan limbah abu layang sebagai koagulan cair diharapkan dapat menghindari terjadinya konflik sosial antara masyarakat dengan pihak perusahaan.

Dampak positif dari pemanfaatan limbah abu layang dalam pengolahan air gambut alam sebagai air baku adalah terbukanya lapangan pekerjaan baru, walaupun dalam jumlah yang tidak begitu besar dan penghematan waktu dalam memperoleh air layak konsumsi.

Tabel 5. Hasil Analisa Heavy Metal Koagulan Cair Limbah Abu Layang Fly Ash dengan ICP – OES spectrometer

Sample name	Ag	Al	B	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Li	Mg	Mn	Na	Ni	Pb	Zn	
PELARUT HCl	1	ND	17009	146	11	3125	ND	ND	7	1558	481	15	553	29	1530	ND	ND	6	
	2	ND	22293	153	30	3162	ND	ND	10	8709	591	81	744	44	1532	ND	ND	11	
	3	ND	21111	123	49	2853	ND	ND	8	7642	492	15	649	37	1180	ND	ND	10	
	4	ND	21458	142	35	3089	ND	ND	9	8870	551	17	716	42	1368	ND	ND	11	
	5	ND	15898	114	22	2780	ND	ND	7	3039	627	13	545	31	2675	ND	ND	7	
	6	ND	26401	183	28	1584	ND	ND	13	9806	806	23	1022	54	2238,7	ND	ND	16	
	7	ND	16664	114	45	2740	ND	ND	7	6884	432	13	579	34	1061	ND	ND	8	
	8	ND	28853	145	43	3163	ND	ND	12	11552	696	20	857	53	1556	ND	ND	15	
	9	ND	28993	207	7	3586	ND	ND	13	4582	770	25	895	55	2040	ND	ND	13	
PELARUT H ₂ SO ₄	1	ND	12231	166,5	0,8	258,3	ND	0,5	2,2	11	2614,3	628,2	17	231	39,7	1416	2,5	ND	12,8
	2	ND	9984	120,9	0,5	212,1	ND	0,3	2,2	9,3	2980,7	518,1	13,4	221,8	34,3	1088,2	2,8	ND	12,2
	3	ND	8317	86,5	0,6	212,3	ND	0,2	1,8	6,6	2882,7	389,2	9,9	205,2	26,3	813,5	2,3	ND	10
	4	ND	9935	104,2	1,1	150,5	ND	0,2	2,3	10,9	3287,2	480,6	12,4	219,5	32,9	991,4	2,9	ND	13
	5	ND	10414	128,5	0,1	246,8	ND	0,5	2,1	9,1	2436,7	510,9	13,5	222,1	34,1	1117,1	2,6	ND	11,6
	6	ND	4928	43,5	0,2	117,6	ND	0,1	0,9	3,4	1778,2	198,5	4,6	155,7	14,4	429,4	1,2	ND	5,3
	7	ND	9020	99,6	0,5	262,1	ND	0,3	1,9	7,4	2722,8	423,5	10,9	209,7	28,9	902,3	2,3	ND	10,1
	8	ND	5667	37	0,6	393,6	ND	ND	1,6	4,5	2412,8	231,4	5,4	170,1	16,6	485	1,6	ND	7,5
	9	ND	10259	129,8	0,2	249,9	ND	0,5	1,9	8,7	2264,9	488,5	13,1	218,2	32,3	1104,4	2,2	ND	10,7

Tabel 6. Kualitas Air Hasil Olahan Dengan Dosis dan Waktu Paling Optimum

No.	Parameter	Satuan	Kepmenkes No. 492 Th. 2010	Kepmenkes No. 416 Th. 1990	Hasil Pengukuran
1.	Bau		Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
2.	Warna	TCU	15	50	10,52
3.	TDS	mg/L	500	1500	184
4.	Kekeruhan	NTU	5	25	13,81
5.	Rasa		Tidak Berasa	Tidak Berasa	Tidak berasa
6.	Suhu	°C	Suhu udara ±3	Suhu udara ±3	28,8
7.	Aluminium	mg/L	0,2	0,5 – 0,2	0,6
8.	Besi	mg/L	0,3	1,0	2,0
11.	Mangan	mg/L	0,4	0,5	1,8
12.	Ph		6,5 – 8,5	6,5 – 9,0	7,8
13.	Seng	mg/L	3	15	5,0
15.	Tembaga	mg/L	2	-	2,3
17.	E. Coli	Jumlah per 100 mL sampel	0	0	Tidak terdeteksi

KESIMPULAN

Kondisi optimum pembuatan koagulan cair dengan pelarut (H_2SO_4) diperoleh pada temperatur 250°C , waktu 60 menit, ratio abu layang dengan pelarut 1:5 dan konsentrasi pelarut 2 M dengan masing-masing % *yield* kation Al dan Fe yang terekstrak adalah 38.57 % dan 14.33 %. Sedangkan pembuatan koagulan cair dengan pelarut (HCl) diperoleh pada temperatur 200°C , waktu 80 menit, ratio abu layang dengan pelarut 1:5 dan konsentrasi pelarut 6 M dengan masing-masing % *yield* kation Al dan Fe yang terekstrak adalah 78.19 % dan 44.95 %.

Jenis koagulan cair dengan pelarut asam sulfat (H_2SO_4) pada dosis dan waktu pengadukan yang sama bekerja lebih efektif dalam meningkatkan kualitas air gambut dibandingkan dengan jenis koagulan cair dengan pelarut asam klorida (HCl).

Perbedaan dosis koagulan cair memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan parameter air gambut seperti warna, pH, TDS, dan kekeruhan, namun tidak berpengaruh signifikan terhadap parameter TSS. Sedangkan untuk perbedaan waktu pengadukan berpengaruh signifikan terhadap parameter pH dan kekeruhan sementara untuk parameter warna, TDS, dan TSS waktu pengadukan tidak berpengaruh signifikan. Interaksi antara dosis koagulan dan waktu pengadukan berpengaruh signifikan terhadap parameter warna dan kekeruhan.

Kualitas Air gambut hasil olahan, secara fisika telah memenuhi standar persyaratan kualitas air bersih, akan tetapi secara kimia belum memenuhi standar persyaratan air minum maupun air bersih.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu dalam melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah. 2016. Pengolahan Air Gambut Menjadi Air Layak Konsumsi Dengan Formulasi Koagulan dan Bahan Filter Alami. *Disertasi. Program Pasca Sarjana. Universitas Riau*, Pekanbaru.
- Jaya, A.R. 2009. Penggunaan Lempung Sebagai Bahan Tambah Koagulan Pada Instalasi Sederhana Penjernihan Air Gambut. *Jurnal PROTEKSI*. 48: 1-7
- Kusnaedi. 2006. *Mengolah Air Gambut dan Air Kotor Untuk Air Minum*. Penebar Swadaya, Jakarta. ISBN 979-489-286-6.
- Li L.S., Wu Y.S., Liu Y.Y., Zhai Y.C. 2011. Extraction of Alumina from Coal Fly Ash with Sulfuric Acid Leaching Method. *The Chinese Journal of Process Engineering*. 11 (2):254-258
- Lintang, N., Wahyudi, D. 2011. Recovery Alumina (Al_2O_3) Dari Coal Fly Ash (CFA) Menjadi Polyaluminium
- Park, K.Y. 1997. Production of Poly Aluminium Chloride and Sodium Silicate From Clay. *Konju National University*, Korea.
- Retnosari, A. 2013. Ekstraksi dan penentuan kadar silika (SiO_2) hasil ekstraksi dari abu terbang (fly ash) batubara. *Universitas Jember*, Jember.
- Risdianto, D. 2007. Optimasi Proses Koagulasi-Flokulasi Untuk Pengolahan Air Limbah Industri Jamu. *Tesis. Program Pasca Sarjana. Universitas Diponegoro*, Semarang.
- Rusdi, Sidi., Pratama, R. 2014. Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Pengendapan Biji Kelor Terhadap pH, Kekeruhan dan Warna Air Waduk. *Krengceng. Jurnal Integrasi Proses*. 5 (1):46-50
- Yan, L., Wang, Y.F., Ma, H.Z., Han, Z.P., Zhang, Q., Chen, Y.S., 2012. Feasibility of Fly Ash Based Composite Coagulant For Coal Washing Wastewater Treatment. *Journal of Hazard Materials*. 2014(203).221-228