

PEMANFAATAN LUMPUR AKTIF SEBAGAI KOAGULAN DI UNIT WATER TREATMENT PPSDM MIGAS CEPU

Nadda Amalia Khoiro¹, Zumrotul Fahmia¹, Anang Takwanto¹, Rieza Mahendra Kusuma²

¹Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia

²PPSDM Migas Cepu, Jl. Raya Sorogo No.1, Blora, Indonesia

Naddamalia@gmail.com, [a.takwanto@gmail.com]

ABSTRAK

Air Sungai Bengawan Solo digunakan sebagai bahan baku dalam pengolahan *water treatment* di PPSDM Migas Cepu. Dalam pengolahannya menghasilkan limbah berupa lumpur endapan yang telah tercampur dengan koagulan yang akan dibuang kembali ke Sungai Bengawan Solo. Hal ini menyebabkan pencemaran lingkungan dan kerusakan ekosistem yang berada di sungai. Penelitian pemanfaatan lumpur aktif sebagai koagulan dilakukan untuk mencegah adanya kerusakan ekosistem akibat pembuangan lumpur endapan hasil pengolahan serta mengurangi penggunaan koagulan dengan memanfaatkan koagulan yang masih aktif dalam lumpur endapan. Percobaan ini menggunakan metode jar tes dengan rasio dosis koagulan 70 ppm, 100 ppm, 130 ppm, 160 ppm dan 190 ppm, dosis flokulan 0,5 ppm. Kemudian dilakukan pengadukan cepat 120 rpm selama 1 menit dan dilanjutkan pengadukan lambat 60 rpm selama 30 detik. Selanjutnya dilakukan aerasi selama 30 detik dan yang terakhir sedimentasi selama 30 menit dengan parameter yang akan diamati berupa kekeruhan, angka KMnO_4 , pH dan TDS. Hasil penelitian menunjukkan dosis koagulan optimum diperoleh pada dosis 130 ppm pada campuran tawas+lumpur+PAC dengan perbandingan dosis 70:20:40. Koagulan PAC terbukti lebih efektif dibandingkan dengan koagulan yang lain untuk pengolahan air minum di unit WT PPSDM migas dengan nilai kekeruhan = 213 NTU, pH 7,3, angka KMnO_4 = 7,869 mg/l dan TDS = 23 mg/l.

Kata kunci: *Flokulasi, Jar tes, Koagulasi, Lumpur endapan, Water Treatment*

ABSTRACT

Water from Bengawan Solo river was used as a material for producing water treatment in PPSDM Migas Cepu. This processing produced sludge waste that have been mixed with coagulant that would be return back to Bengawan Solo River. This could make enviromental pollution and destroy ecosystem that lived in the river. This attempted to utilized sludge as a coagulant aims to prevent the ecosystem damage because of sludge disposal and to reduce in coagulant used with exploit the active slude. This attempted using jar test method with the ratio of coagulant doses 70 ppm, 100 ppm, 130 ppm, 160 ppm and 190 ppm, for the flocculant dose 0,5 ppm. Then, fast mixing 120 rpm for 1 minute continue with slow mixing 60 rpm for 30 second. After that, aerated for added some oxygen for 30 second and the last sedimentation for 30 minute. This research showed that the optimum coagulant dose obtained with dose 130 ppm in tawas+lumpur+PAC mixture with dose ratio 70:20:40. PAC coagulant proven more effective than other coagulants for this water treatment in PPSDM Migas with turbidity value 213 NTU, pH value 7,3, number of KMnO_4 7,869 mg/L and TDS value 23 mg/L.

Keywords: *Floculation, Jar test, Coagulation, Sludge, Water Treatment*

1. PENDAHULUAN

Water treatment merupakan salah satu cara untuk mengolah air baku dari sungai, waduk atau sumber bawah tanah lainnya menjadi air minum yang aman untuk di konsumsi. Proses yang digunakan untuk mengolah air baku menjadi air minum adalah proses koagulasi dan flokulasi. Proses koagulasi dianggap sebagai salah satu cara yang paling sederhana untuk pengolahan air karena mudah dioperasikan oleh masyarakat umum dan mempunyai desain yang sederhana [1]. Hasil dari koagulasi dan flokulasi ini berupa air minum yang bisa dikonsumsi dan lumpur endapan yang masih mengandung bahan aktif dari koagulan. Salah satu cara untuk memanfaatkan kembali lumpur endapan tersebut menggunakan *recycle*. *Recycle* lumpur dapat menguntungkan dalam optimasi proses koagulasi dan flokulasi [2]. Di Negara Indonesia limbah lumpur dari instalasi pengolahan air limbah dikelompokkan menjadi limbah B3 karena mengandung logam berat yang dapat mencemari lingkungan sehingga diperlukan penanganan tersendiri dalam proses pengolahannya [3]. Unit *water treatment* PPSDM sendiri belum memanfaatkan kembali lumpur endapan tersebut sehingga lumpur endapan tersebut ditampung dan dibuang kembali ke sungai selama 6 bulan sekali dengan kapasitas 1,5 ton tanpa diolah terlebih dahulu. Hal ini dapat merugikan ekosistem sungai akibat adanya kandungan bahan aktif yang terdapat dalam lumpur endapan tersebut.

Dalam penelitian tugas akhir yang dilakukan oleh Nurmansyah, dkk. [4] untuk mengurangi penggunaan zat kimia yang tinggi dan pembuangan lumpur hasil endapan, digunakan metode pemanfaatan kembali lumpur endapan dengan cara di resirkulasi. Berdasarkan penelitian sebelumnya, parameter yang digunakan yaitu kekeruhan dan pH setelah resirkulasi. Koagulan yang digunakan berupa tawas dan resirkulasi lumpur dengan variasi dosis 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 dan 80 mg/l. Dari hasil resirkulasi ini didapatkan prosentase volume tiap koagulan sebesar 60% dengan kekeruhan optimum 30 mg/l. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini menggunakan parameter kekeruhan, angka zat organik, pH dan TDS serta menggunakan beberapa koagulan seperti PAC, tawas dan resirkulasi lumpur. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan berapa besar dosis optimum koagulan dan flokulan untuk pengolahan air minum yang sesuai dengan standar baku mutu air minum serta jenis koagulan yang sesuai untuk pengolahan air minum di unit *water treatment* PPSDM Migas Cepu.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan pemanfaatan kembali lumpur endapan hasil pengolahan air minum serta penentuan koagulan dan dosis koagulan yang sesuai untuk proses *water treatment* di PPSDM Migas Cepu. Percobaan ini dilakukan secara *batch* dengan metode jar tes dengan air yang akan diuji berupa inlet dalam proses *water treatment* yang berasal dari Sungai Bengawan Solo. Variabel yang akan digunakan adalah dosis dari koagulan dan flokulan, waktu pengadukan cepat dan lambat serta jenis dari koagulan yang digunakan seperti tawas, PAC dan lumpur endapan yang bertujuan untuk mendapatkan hasil terbaik sesuai dengan parameter yang akan diamati. Metodologi penelitian meliputi data dan teknik pengumpulan data, model penelitian, definisi operasional variabel dan metode analisis data.

2.1. Dosis Koagulan dan Flokulan

- Dosis koagulan = 70 ppm; 100 ppm; 130 ppm; 160 ppm dan 190 ppm.
- Dosis flokulan = 0,5 ppm.

2.2. Waktu Pengadukan

- Pengadukan cepat = 120 rpm selama 1 menit
- Pengadukan lambat = 60 rpm selama 30 detik
- Aerasi = 30 detik
- Sedimentasi = 30 menit

2.3. Parameter Pengamatan

- Kekeruhan
- Angka KMnO_4
- pH
- TDS

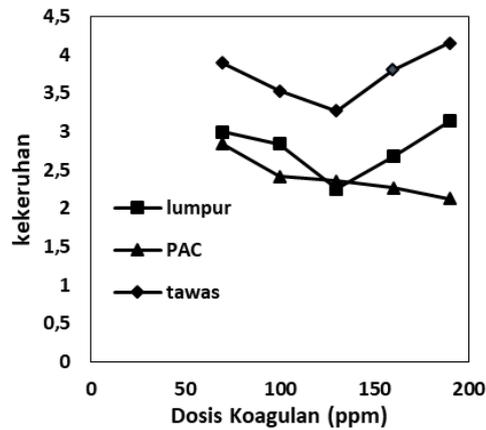
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengaruh Dosis Koagulan Terhadap Kekeruhan

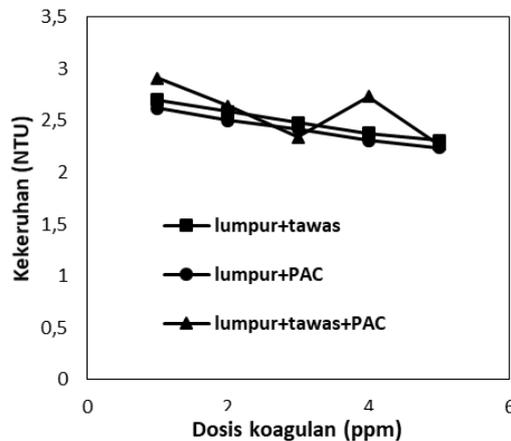
Turbiditas atau kekeruhan adalah kandungan bahan organik dan anorganik dalam air. Untuk mengetahui kadar kekeruhan dalam air, kita harus membuat campuran tersebut hingga homogen dengan cara pengadukan. Pengadukan dilakukan dengan kecepatan 120 rpm selama 1 menit. Fungsi dari pengadukan cepat, koloid dan partikel yang stabil berubah menjadi tidak stabil karena terurai menjadi partikel yang bermuatan positif dan negatif yang menyebabkan pembentukan inti flok (presipitat). Selanjutnya dilakukan pengadukan lambat 60 rpm selama 30 detik. Akibat dari pengadukan lambat, terjadi penggabungan flok kecil menjadi flok besar karena adanya tumbukan antar flok. Hasil dari pengadukan cepat dan lambat, flok yang terbentuk akibat gumpalan zat aktif yang tersisa dari penambahan koagulan diambil, kemudian sisa air yang telah diambil sisa zat aktifnya diukur menggunakan turbidimeter [5].

Tabel 1. Data pengamatan turbidimeter

Lumpur endapan		PAC		Tawas		Lumpur + tawas		lumpur+PAC		Lumpur + PAC +Tawas	
Dosis	Turbi	Dosis	Turbi	Dosis	Turbi	Dosis	Turbi	Dosis	Turbi	Dosis	Turbi
70	3	70	2,84	70	3,9	65:65	2,7	65:65	2,62	30:50:50	2,91
100	2,84	100	2,42	100	3,53	80:55	2,59	80:55	2,5	25:90:25	2,64
130	2,25	130	2,36	130	3,27	100:30	2,48	100:30	2,42	40:25:65	2,34
160	2,68	160	2,27	160	3,81	75:55	2,38	75:55	2,31	50:60:20	2,73
190	3,14	190	2,13	190	4,16	40:90	2,31	40:90	2,24	70:20:40	2,27



Gambar 1. Pengaruh dosis koagulan lumpur aktif, PAC, dan tawas terhadap kekeruhan.



Gambar 2. Pengaruh dosis koagulan lumpur+tawas, lumpur+PAC, tawas+lumpur+PAC terhadap kekeruhan

Berdasarkan Gambar 1 dan 2 grafik mengalami penurunan nilai kekeruhan. Namun, setelah ditambahkan lagi dosis koagulan nilai kekeruhan meningkat kembali kecuali pada sampel lumpur+PAC dan lumpur+tawas. Hal tersebut disebabkan karena dosis koagulan yang melebihi dosis optimum dapat menyebabkan restabilisasi dari koloid. Menurut Reynold [6] restabilisasi akan terjadi dimana koloid yang bermuatan negatif akan berubah menjadi koloid yang bermuatan positif, diyakini karena adanya muatan positif yang masih reaktif di permukaan koloid yang berakibat koloid menjadi bermuatan sejenis. Koloid yang bermuatan sejenis akan mengalami gaya tolak menolak antar koloid (*repulsion*), kondisi ini tidak memungkinkan terjadinya pembentukan flok sehingga nilai kekeruhan mengalami kenaikan kembali.

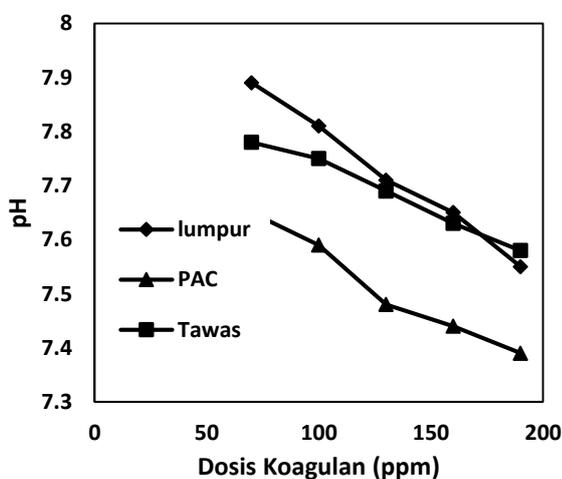
Nilai kekeruhan rendah terjadi pada dosis 190 koagulan PAC dengan nilai 2,13 NTU. Hal ini terjadi karena PAC merupakan koagulan yang cepat dalam pembentukan flok sehingga koloid yang terdapat dalam air menjadi sedikit karena sudah terbentuk menjadi flok. Untuk kekeruhan terbesar terjadi pada koagulan tawas+PAC+lumpur aktif dengan kekeruhan 2,91 NTU. Pada koagulan ini pada penambahan dosis dengan jumlah yang kecil terjadi peningkatan kekeruhan yang disebabkan oleh restabilisasi koloid.

3.2. Pengaruh Dosis Koagulan Terhadap pH

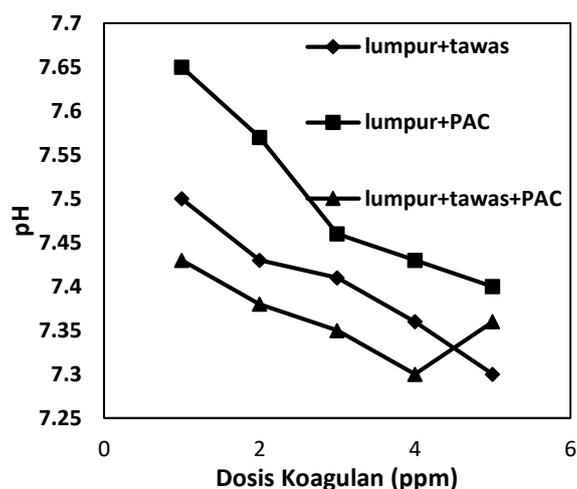
pH sangat besar pengaruhnya terhadap proses pengolahan air karena jika pengolahan air tidak terjadi pada pH optimum akan menyebabkan kualitas air yang dihasilkan rendah [7]. Nilai pH yang rendah menyebabkan mudahnya logam-logam tertentu larut dalam air, dimana perubahan pH pada air dapat menyebabkan perubahan bau, rasa maupun warna air tersebut [8]. Syarat air minum layak konsumsi sesuai peraturan MENKES RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010 memiliki parameter wajib salah satunya adalah pH antara 6,5 sampai 8,5.

Tabel 2. Data pengamatan pH

Lumpur endapan		PAC		Tawas		Lumpur + tawas		lumpur+PAC		Tawas + Lumpur + PAC	
Dosis	pH	Dosis	pH	Dosis	pH	Dosis	pH	Dosis	pH	Dosis	pH
70	7,89	70	7,65	70	7,78	65:65	7,5	65:65	7,65	30:50:50	7,43
100	7,81	100	7,59	100	7,75	80:55	7,43	80:55	7,57	25:90:25	7,38
130	7,71	130	7,48	130	7,69	100:30	7,41	100:30	7,46	40:25:65	7,35
160	7,65	160	7,44	160	7,63	75:55	7,36	75:55	7,43	50:60:20	7,3
190	7,55	190	7,39	190	7,58	40:90	7,3	40:90	7,4	70:20:40	7,36



Gambar 3. Pengaruh jenis koagulan lumpur aktif, PAC dan tawas terhadap pH



Gambar 4. Pengaruh jenis koagulan lumpur aktif+tawas, Lumpur aktif+ PAC dan lumpur aktif+PAC+tawas terhadap pH

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, terlihat pada gambar 3 dan 4 bahwa nilai pH mengalami penurunan pada setiap parameter dosis. Semakin banyak dosis koagulan yang ditambahkan, nilai pH semakin menurun. Penurunan nilai pH terjadi karena adanya penambahan jumlah koagulan PAC pada sampel air, sehingga semakin banyak ion H^+ yang dilepaskan dalam air akibat adanya proses hidrolisa [9]. Hal ini dapat dijelaskan melalui reaksi sebagai berikut:

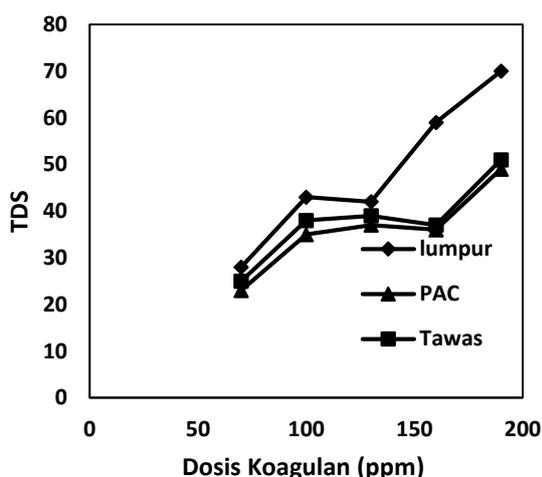


Nilai pH keseluruhan aman dan memenuhi standar kualitas air minum yang layak dikonsumsi.

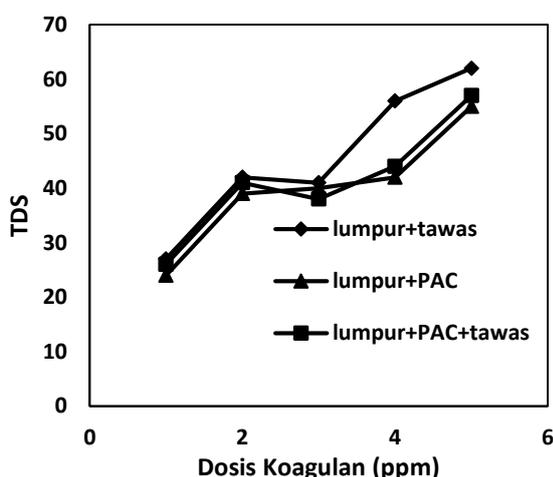
3.3. Pengaruh Dosis Koagulan Terhadap TDS

Tabel 3. Data pengamatan TDS

Lumpur endapan		PAC		Tawas		Lumpur+tawas		Lumpur+PAC		Lumpur+tawas+PAC	
Dosis	TDS	Dosis	TDS	Dosis	TDS	Dosis	TDS	Dosis	TDS	Dosis	TDS
70	28	70	23	70	25	65:65	27	65:65	24	30:50:50	26
100	43	100	35	100	38	80:55	42	80:55	39	25:90:25	41
130	42	130	37	130	39	100:30	41	100:30	40	40:25:65	38
160	59	160	36	160	37	75:55	56	75:55	42	50:60:20	44
190	70	190	49	190	51	40:90	62	40:90	55	70:20:40	57



Gambar 5. Pengaruh dosis koagulan terhadap lumpur aktif, PAC dan tawas terhadap TDS



Gambar 6. Pengaruh jenis koagulan lumpur aktif+tawas, Lumpur aktif+ PAC dan lumpur aktif+PAC+tawas terhadap TDS

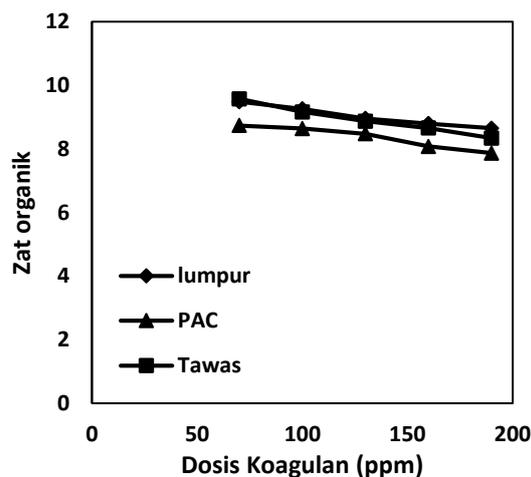
Gambar 5 dan 6 diketahui bahwa nilai TDS rata-rata mengalami penurunan pada dosis 130 ppm dan mengalami kenaikan kembali pada dosis 190 ppm, dan pada koagulan campuran rata rata nilai TDS mengalami penurunan pada dosis 100:30 dan mengalami kenaikan yang cukup tinggi pada dosis 40:90 ppm, penyebab kenaikan nilai TDS adalah banyaknya padatan terlarut yang terkandung dalam larutan tersebut. Menurut Akhtar, dkk. [10] naiknya kembali kadar TDS diakibatkan oleh restabilisasi partikel koloid akibat dari dosis yang berlebih. Nilai dari TDS di atas semuanya masih memenuhi standar air minum yang aman untuk dikonsumsi yaitu kurang dari 500 mg/l.

3.4. Pengaruh Dosis Koagulan terhadap Angka Zat Organik

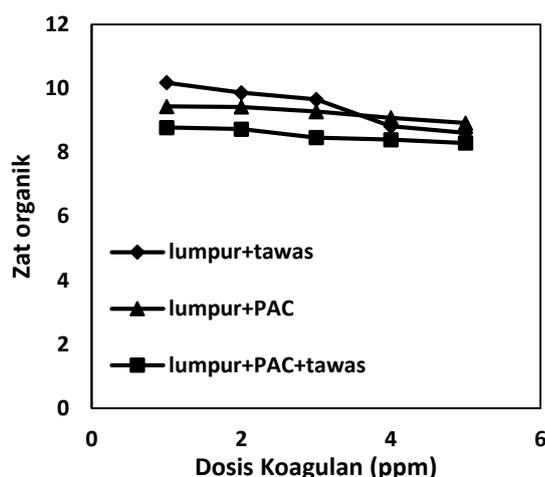
Tabel 3. Data pengamatan angka zat organik

Lumpur endapan		PAC		Tawas		Lumpur+tawas		Lumpur+PAC		Lumpur+tawas+PAC	
Dosis	Zat organik	Dosis	Zat organik	Dosis	Zat organik	Dosis	Zat organik	Dosis	Zat organik	Dosis	Zat organik
70	28	70	23	70	25	65:65	27	65:65	24	30:50:50	26
100	43	100	35	100	38	80:55	42	80:55	39	25:90:25	41
130	42	130	37	130	39	100:30	41	100:30	40	40:25:65	38
160	59	160	36	160	37	75:55	56	75:55	42	50:60:20	44
190	70	190	49	190	51	40:90	62	40:90	55	70:20:40	57

Zat organik merupakan bagian dari binatang atau tumbuhan yang komponen utamanya karbon, lemak, dan protein yang mudah membusuk dengan menggunakan oksigen terlarut sehingga diperlukan titrasi KMnO_4 untuk mengetahui jumlah oksigen yang dihasilkan dari reduksi KMnO_4 pada suasana asam atau basa. Jika melebihi 10 mg/L, maka air tersebut tidak layak dikonsumsi karena untuk kebutuhan air minum harus bebas dari zat organik maupun zat mikroorganisme yang dapat membahayakan tubuh manusia.



Gambar 7. Pengaruh dosis koagulan terhadap lumpur aktif, PAC dan tawas terhadap angka zat organik



Gambar 8. Pengaruh jenis koagulan lumpur aktif+tawas, Lumpur aktif+ PAC dan lumpur aktif+PAC+tawas terhadap zat organik

Dari gambar 7 dan 8 dapat dilihat bahwa semakin banyak dosis koagulan yang diberikan, semakin turun kandungan KMnO_4 yang ada dalam air tersebut. Hal ini disebabkan semakin banyak dosis koagulan yang diberikan pada larutan, zat organik dalam air akan menurun sehingga angka kekeruhan juga menurun. Kekeruhan disebabkan oleh padatan tersuspensi baik bersifat organik maupun anorganik sehingga semakin besar kandungan organik dalam larutan, semakin menurun kekeruhan yang diperoleh [11]. Zat organik penyebab kekeruhan akan teroksidasi oleh KMnO_4 dan sisa KMnO_4 yang berlebih akan direduksi oleh asam oksalat. Sisa dari asam oksalat yang berlebih akan distandarisasi kembali menggunakan KMnO_4 yang telah distandarisasi sebelumnya.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Lumpur aktif hasil sirkulasi dapat digunakan kembali sebagai koagulan. Dari percobaan didapatkan kondisi koagulan PAC masih lebih baik daripada tawas dan lumpur aktif dengan nilai kekeruhan sebesar 2,13 NTU, pH 7,3, angka zat organik 7,869 mg/L, dan TDS 23 mg/L. Hasil kombinasi koagulan tawas+PAC+lumpur endapan dengan dosis 70:20:40 didapatkan hasil optimum nilai kekeruhan sebesar 2,34 NTU, TDS 26 mg/l, angka zat organik 8,2918 mg/l dan pH sebesar 7,3.

REFERENSI

- [1] Teh, C.Y., and Wu, T.Y., 2014, *The Potential Use of Natural Coagulants and Flocculants in The Treatment of Urban Waters*, Chemical Engineering Trans, Vol. 39, 1603– 1608.
- [2] Masschelein, W.J., 1992, *Unit Processes in Drinking Water Treatment*, Marcel Dekker Inc., New York.
- [3] Sari, G.L., Mizwar, A., dan Trihadiningrum, T., 2014, *Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun dari Industri Cat*, Seminar Nasional Waste Management II, ITS Surabaya, 240–250.
- [4] Nurmansyah, H., dan Karnaningroem, N., 2017, *Pemanfaatan Lumpur Endapan Untuk Menurunkan Kekeruhan Dengan Sistem Batch*, ITS Surabaya, Vol. 11, No. 4.

- [5] Ummatullah, R.S., Arifin, Maudy, M.E., Jadid, U., Widiono, B., *Pengolahan Limbah Air Tambang Emas dengan Proses Netralisasi Koagulasi dan Flokulasi*, Jurnal Teknologi Separasi Politeknik Negeri Malang, Vol. 5, No. 2, 1-9.
- [6] Reynolds, T.D., 1996, *Unit Operation and Processes in Environmental Engineering*, PWS Publishing Company, California.
- [7] Maudy, M.E., Jadid, U.R.A., dan Widiono, B., *Pengaruh Jumlah Kapur dan PAC terhadap Penurunan Kadar Cu, TSS, Turbidity dan pH pada Air Asam Tambang*, Jurnal Teknologi Separasi Politeknik Negeri Malang, No. 5, Vol. 2, 1-7.
- [8] Wardani, R.S., Iswanto, B., dan Winarni, W., 2009, *Pengaruh pH Pada Proses Koagulasi Dengan Koagulan Aluminum Sulfat Dan Ferri Klorida*, Jurnal Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti, Vol. 5, No. 2, 40-45.
- [9] Rusdi, R., Sidi, T.P., dan Pratama, R., 2014, *Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Pengendapan Biji Kelor terhadap pH, Keekeruhan, dan Warna Air Waduk Krenceng*, Jurnal Integrasi Proses Universitas Tirtayasa, Vol. 5, No. 1, 1-5.
- [10] Akhtar, W., Muhammad, R., dan Iqbal, A., 1997, *Optimum Design of Sedimentation Tanks Based on Settling Characteristics of Karachi Tannery Wastes*. Journal Water, Air, and Soil Pollution, Vol. 98, 199-211.
- [11] Takwanto, A., Mustain, A., dan Sudarminto, H.P., *Penurunan Kandungan Polutan pada Lindi dengan Metode Elektrokoagulasi-Adsorpsi Karbon Aktif*, Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan Politeknik Negeri Malang, No. 2, Vol. 1, 1-6.