



OPTIMASI PENAMBAHAN POLYALUMINIUM CHLORIDE (PAC) DAN WAKTU PENGADUKAN TERHADAP KUALITAS AIR BAKU (RAW WATER) PADA PPSDM MIGAS CEPU

Andi Asdiana Irma Sari Yusuf^{a,*}, Herlina Rahim^a, Fadli^{b,*}, Melani Ganing^c

^aProgram Studi Teknik Kimia Mineral Politeknik ATI Makassar
Jalan Sunu No. 220, Kota Makassar, 90211

*E-mail: andiasdianaisy@atim.ac.id, Fadli@atim.ac.id, Melani@atim.ac.id

Masuk Tanggal : 5 Juni , revisi tanggal: 14 Juni, diterima untuk diterbitkan tanggal : 30 Juni 2023

Abstrak

Water treatment plant PPSDM MIGAS Cepu menggunakan tiga jenis bahan kimia dalam pengolahan air, yaitu tawas, dukem, dan kaporit. Ketiga bahan kimia tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda. Tawas (Aluminium sulfat) berfungsi menggumpalkan padatan-padatan terlarut dalam air sehingga membentuk flok pada air baku, dukem berfungsi sebagai perekat flok-flok, dan kaporit berfungsi untuk menghilangkan bakteri atau mikroorganisme yang terkandung dalam air baku. Ketiga bahan tersebut telah lama digunakan di water treatment plant PPSDM MIGAS Cepu, maka dari itu dicari alternatif lain yang secara optimal bisa menurunkan tingkat kekeruhan air baku. Ada beberapa bahan yang dapat digunakan sebagai koagulan untuk mengurangi kekeruhan pada air baku, salah satunya adalah Polyaluminium chloride (PAC). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui optimasi penambahan Polyaluminium chloride (PAC) dan waktu pengadukan terhadap kualitas air baku (raw water) pada PPSDM MIGAS Cepu, dilakukan di Laboratorium Kimia Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi Cepu pada tanggal 12 – 18 Mei 2022 dengan metode eksperimen laboratorium dengan menggunakan Polyalumina chloride (PAC) serta diuji kualitasnya dengan parameter pH dan turbiditas (kekeruhan) menggunakan metode jar test. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penggunaan koagulan Polyalumina chloride (PAC) optimum pada 20 mL dengan waktu pengadukan 10 menit karena dapat menurunkan turbiditas air baku PPSDM Migas Cepu dari 40,3 NTU menjadi 4,69 NTU dengan nilai pH 7,11 dan telah memenuhi standar baku Kep Menkes RI Nomor 492 Tahun 2010.

Kata Kunci: Polyaluminium chloride, Raw Water, Koagulan, Air Jernih

Abstract

Water treatment plant PPSDM MIGAS Cepu uses three types of chemicals in water treatment including alum, dukem, and chlorine. These three chemicals have different functions. Alum or Aluminum sulfate functions is to agglomerate solids dissolved in water to form flocs in raw water, Dukem is served as an adhesive for flocs, and chlorine is served to remove bacteria or microorganisms contained in raw water. The three materials above have been used in the water treatment plant of PPSDM MIGAS Cepu for a long time, therefore other alternatives are sought that can reduce the level of turbidity of raw water. There are several materials that can change it optimally as coagulant to reduce turbidity in raw water, one of which is Polyaluminium Chloride (PAC). This study aims to determine the optimization of the addition of Polyaluminium chloride (pac) and stirring time on the quality of raw water (raw water) in PPSDM MIGAS Cepu, carried out at the Chemical Laboratory of the Center for Human Resources Development for Oil and Gas Cepu on 12-18 May 2022 with laboratory experimental method using Polyalumina chloride (PAC) and tested its quality with pH and turbidity parameters using the jar test method. Based on the results that have been carried out, the optimum use of 20 mL PAC (Polyaluminium Chloride) with a stirring time of 10 minutes, it can reduce the turbidity of raw water PPSDM Migas Cepu from 40.3 NTU to 4.69 NTU with a pH value of 7.11 and has met the standards of the Minister of Health Decree of the Republic of Indonesia Number 492 of 2010.

Keywords: Polyaluminium Chloride, Raw Water, Coagulant, Clear Water

1. PENDAHULUAN

Zaman yang semakin maju dan aktivitas manusia yang semakin beragam berdampak pada penurunan nilai kualitas. Nilai kualitas yang menurun disebabkan oleh pencemar dari aktivitas domestik maupun industri [1]. Berbagai upaya pengolahan air dengan tujuan meningkatkan kualitas air sehingga layak digunakan untuk aktivitas manusia telah dilakukan [2]. Salah satunya dengan keberadaan Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi (PPSDM) Cepu. PPSDM Cepu merupakan salah satu perusahaan yang memiliki utilitas water treatment plant yang memproduksi air bersih khusus air minum untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di Kab. Blora. Sumber air yang digunakan PPSDM adalah sumber air permukaan yang berasal dari air sungai Bengawan Solo [3].

Proses pengolahan air pada PPSDM Cepu bertujuan untuk penjernihan air baku, membebaskan dari bau dan rasa, mengurangi efek korosi pada pipa serta menghilangkan bakteri patogen. Setiap tahapan proses pengolahan air terjadi perbaikan atau penghilangan unsur padatan dan kimia yang terkandung dalam air baku. Hal tersebut dapat dilakukan dengan penambahan koagulan. Pada saat ini, water treatment plant PPSDM MIGAS Cepu menggunakan tiga jenis bahan kimia dalam pengolahan air, yaitu tawas, dukem, dan kaporit. Ketiga bahan kimia tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda [3], [4].

$Al_2(SO_4)_3$ (Tawas) dapat menarik partikel-partikel lain dalam cairan, sehingga berat, ukuran dan bentuk menjadi semakin besar dan lebih mudah mengendap. Tawas telah lama digunakan sebagai penghilang warna karena zat organik di air, dukem berfungsi memperkuat ikatan antar partikel agar cepat mengendap dan kaporit ($Ca(OCl)_2$) berguna untuk mereduksi zat organik, mengoksidasi logam, dan sebagai desinfeksi mikroorganisme [5]-[8]. Ketiga bahan di atas telah lama digunakan di water treatment plant PPSDM MIGAS Cepu sehingga dicari alternatif lain yang bisa menurunkan tingkat kekeruhan air baku secara optimal.

Ada beberapa bahan yang dapat digunakan sebagai koagulan untuk mengurangi kekeruhan pada air baku, salah satunya adalah Polyaluminium chloride (PAC). Polyaluminium chloride (PAC) sebagai garam khusus pada pembuatan aluminium klorida yang mampu memberikan daya koagulasi dan flokulasi yang lebih kuat daripada aluminium sulfat dan bisa menjadi pengganti tawas dan dukem karena memiliki tingkat adsorpsi yang kuat, tingkat pembentukan flok tinggi meski dengan jumlah kecil, serta memiliki tingkat sedimentasi yang

cepat sehingga dapat menjernihkan air dengan cepat dibandingkan apabila menggunakan kedua bahan tersebut [9]-[11]. PAC dapat digunakan karena memiliki kemampuan koagulasi yang kuat, cocok digunakan pada pengolahan limbah, dapat bekerja lebih efektif, lebih murah dan cara pengoperasiannya mudah, sehingga PAC memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan koagulan lainnya [12].

Berdasarkan latar belakang di atas maka dilakukan penelitian tentang optimasi Polyaluminium chloride (PAC) dalam penjernihan raw water pada water treatment plant PPSDM Migas Cepu agar dapat menjadi salah satu alternatif pengganti tawas dan dukem.

2. PROSEDUR PERCOBAAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Kimia Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi Cepu dengan menggunakan Polyaluminium Chloride (PAC) dan larutan Buffer (pH 4,7 dan 9). Pengujian kualitas sampel dengan menggunakan beberapa parameter yaitu uji pH dan turbiditas (kekeruhan) menggunakan metode jar test.

2.1. Perangkat Lunak Word

Sampel air baku kali Solo 1 pada water treatment plant PPSDM MIGAS Cepu bagian BAK YAP diambil dengan menggunakan jerigen 25 mL dan diukur pH dan kekeruhan awal sampel air baku

2.2. Pengambilan Sampel Air Baku Kali Solo 1

Air baku yang telah diketahui pH dimasukkan ke dalam 5 buah gelas piala masing-masing sebanyak 1L. Selanjutnya, pengadukan dilakukan dengan menggunakan jar test sampai homogen kemudian masing-masing ditambahkan Polyaluminium chloride (PAC) 1%.

Penambahan PAC sebanyak 15 ml, 20 ml, 25 ml, 30 ml dan 35 ml. Jar test dioperasikan dengan pengadukan cepat pada kecepatan putaran 116 rpm selama 1 menit dan pengadukan lambat pada kecepatan 60 rpm selama sisa waktu yang telah ditentukan. Prosedur tersebut diulang dengan penambahan PAC 20 ml, 25 ml, 30ml dan 35 ml dengan waktu yang berbeda 10, 20 dan 30 menit. Setelah flokulasi selesai, larutan didiamkan selama 10 menit agar terjadi sedimentasi. Selanjutnya bagian jernih dari masing-masing sampel dipisahkan dan dilakukan pengujian parameter kekeruhan dan pH.

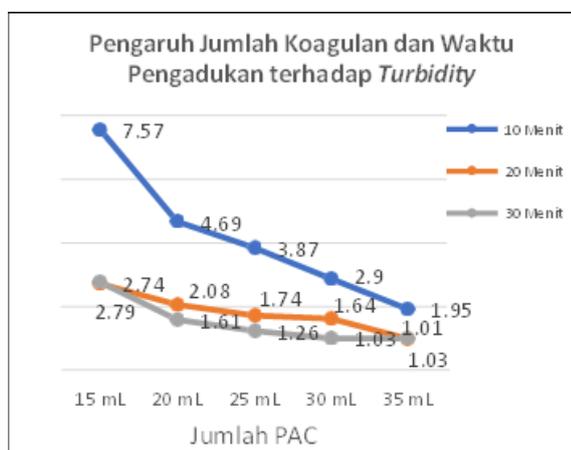
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengaruh Jumlah Koagulan dan Waktu Pengadukan terhadap Kekeruhan Air Baku

Kejernihan air ditentukan oleh warna air atau nilai kekeruhan (turbidity) yang rendah pada air. Turbidimeter dapat digunakan untuk pengukuran cahaya yang diteruskan [17]. Turbidimeter yang digunakan adalah merk HACH tipe 2100Q. Dari gambar 1 menunjukkan bahwa pada penelitian yang telah dilakukan berhasil menjernihkan air baku dan diperoleh nilai turbidity yang rendah. Nilai kekeruhan semakin rendah seiring bertambahnya jumlah koagulan dan waktu pengadukan.

Hal ini disebabkan karena semakin banyak partikel koloid dalam air yang dinetralkan dengan ion berlawanan yang terdapat pada koagulan PAC. Prinsip pada proses koagulasi berupa gaya tarik menarik antara ion berbeda jenis yaitu antara ion positif dan negatif.

Menurut [1], [13] dan [14] filtrat menjadi lebih jernih karena partikel koloid dalam air (OH-) sebagai penyebab kekeruhan bereaksi dengan ion positif (Al^{3+}) dari koagulan kemudian membentuk flok yang dapat mengendap. Penambahan koagulan merupakan penambahan kation untuk menetralkan muatan negatif partikel koloid dalam air sehingga terjadi gaya Van der Waals, sehingga partikel koloid terflokulasi.



Gambar 1. Pengaruh jumlah koagulan dan waktu pengadukan terhadap turbidity

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa penambahan PAC dengan berbagai variasi jumlah volume (mL) menyebabkan nilai turbidity menurun. Dengan penambahan PAC paling rendah yaitu 15 mL hanya mencapai 7.57 NTU dengan waktu pengadukan 10 menit sedangkan untuk 20 dan 30 menit diperoleh kekeruhan sekitar 2.79 NTU. Pada setiap variasi lama pengadukan, semakin banyak PAC yang ditambahkan maka turbidity semakin berkurang hingga mencapai

1.95 NTU untuk pengadukan 10 menit, 1.01 NTU untuk 20 menit dan 1.03

NTU untuk 30 menit. Penurunan kekeruhan yang signifikan, terutama pada pengadukan 10 menit dengan jumlah PAC 20 mL, disebabkan oleh sifat PAC yang merupakan polimer sintetik kaya akan ion positif (Al^{3+}) dan ion negatif (Cl^{-}) dengan reaktivitas tinggi. Ketika bertemu dengan ion tidak sejenis yang tidak stabil pada air baku, ion dari PAC akan cenderung membentuk ikatan untuk mencapai kestabilan.

Pembentukan ikatan tersebut seiring dengan proses koagulasi yang dapat menurunkan kekeruhan dengan membentuk flok lebih efektif karena flok-flok ini mengumpulkan partikel-partikel kecil dengan yang terus tumbuh dan akhirnya bersama-sama mengendap. PAC terbukti efektif karena dapat menurunkan kekeruhan pada air baku Sungai hingga mencapai nilai 95.45% [15], sedangkan dalam penelitian yang telah dilakukan ini, penggunaan PAC menurunkan nilai kekeruhan hingga 88,38%.

3.2. 3.2 Kondisi Optimum Penambahan PAC pada Penjernihan Air

Dari variasi waktu pengadukan yang dilakukan, yaitu 10 menit, 20 menit, dan 30 menit dan banyak koagulan, yaitu 15 mL, 20 mL, 25 mL, 30 mL, dan 35 mL diperoleh hasil yang optimum pada waktu pengadukan 10 menit dan jumlah koagulan 20 mL dikarenakan pada variasi tersebut hasil pengolahan telah mencapai titik optimum dengan nilai turbidity 4,69 NTU dan pH 7,11. Kondisi ini dikatakan optimum karena dengan waktu 10 menit dan jumlah PAC sebanyak 20 mL, nilai kekeruhan telah memenuhi standar kualitas baku yaitu di bawah 5 NTU (4,69 NTU) dan pH netral (dengan kondisi awal sebelum pengolahan masih bersifat asam). PAC memiliki derajat polimerisasi yang tinggi berarti memiliki massa molekul yang besar sehingga mudah bereaksi dengan partikel-partikel yang terdapat di dalam air. Dengan demikian, proses koagulasi dan flokulasi yang menggunakan PAC tidak membutuhkan jumlah yang tinggi dan waktu pengadukan yang lama.

Berdasarkan [16], jumlah koagulan yang optimum dapat ditentukan dari hasil jar test, yaitu jumlah yang memberikan kekeruhan akhir di bawah 5 NTU dan rentang pH antara 6.5 – 8.5. Kriteria tersebut telah memenuhi standar baku 492/MENKES/PER/1V/2010. Air baku hasil pengolahan Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi (PPSDM) Cepu dengan penambahan PAC dapat ditolerir oleh lingkungan dan dapat dimanfaatkan untuk keperluan domestik masyarakat bahkan dapat digunakan untuk air minum.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penggunaan koagulan Polyaluminium chloride (PAC) optimum pada jumlah 20 mL dengan pengadukan 10 menit karena dapat menurunkan turbiditas air baku PPSDM Cepu dari 40,3 NTU menjadi 4,69 NTU dengan nilai pH 7,11 dan telah memenuhi standar baku Kep Menkes RI Nomor 492 Tahun 2010.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan kepada kepada Program Studi Teknik Kimia Mineral- Politeknik ATI Makassar dan PPSDM Migas Cepu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. A. I. S. Yusuf, "Analisis Kandungan Logam Berat dalam Air Tanah dari Area Pemukiman Warga d Sekitar PT. KIMA dengan Menggunakan Metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS)," *e-Prosiding Semianr Nasional Teknologi Industri VIII*, vol 1(1), pp. 358 – 361, 2021.
- [2] G. Crini dan E. Lichtfouse, "Advantages and disadvantages of techniques used for wastewater treatment," *Environmental Chemistry Letters*, pp. 145 -155, 2019.
- [3] A. Budiman, C. Wahyudi, W. Irawati, dan H. Hindarso, "Kinerja Koagulan *Polyaluminium chloride* (PAC) Dalam Penjernihan Air Sungai Kalimas Surabaya Menjadi Air Bersih," *Widya Teknik*, pp. 25- 34, 2008.
- [4] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 (2010). Persyaratan Kualitas Air Minum.
- [5] S. Ningsih dan T. Harmawan, "Pengaruh Penambahan $Al_2(SO_4)_3$ terhadap Derajat Keasaaman Air Baku pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Keumueneng Langsa," *Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, vol. 4(1), pp. 20 – 23, 2022.
- [6] F. P. E. Riyanty dan H. Indarjanto, "Kajian Dampak Proses Pengolahan Air di IPA Siwalanpanji terhadap Lingkungan dengan Menggunakan Metode *Life Cycle Assessment* (LCA)," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 4(2), pp. 86-90, 2015.
- [7] Cita, D. Wahyu dan R. Adriyani, "Kualitas Air dan Keluhan Kesehatan Pengguna Kolam Renang di Sidoarjo," *Journal Kesling*, vol.7(1), pp. 26-31, 2013.
- [8] D. Setiawan, J. Sibarani dan I. E. Suprihatin, "Perbandingan Efektivitas Disinfektan Kaporit Hidrogen Peoksida dan Perekasi Fenton (H_2O_2/Fe^{2+})," *Indonesian E-Journal of Applied Chemistry*, vol. 1(2), pp. 16 – 24, 2013.
- [9] A. Nur, R. Anugrah dan Z. Farnas, "Efektivitas dan Efisiensi Koagulan Polyaluminium chloride(PAC) terhadap *Performance* IPA KTK PDAM Solok," pp. 128-131, 2016.
- [10] S. Nasir, A. Hartaty dan D. Sulaiman, "Pengaruh Koagulan Polyaluminium chloride dan Sodium alginate Terhadap Kualitas Air Bersih yang dihasilkan pada Pengolahan Air Sungai dan Air Rawa dengan Filter Keramik," *Jurnal Hasil Riset*, 2013.
- [11] S.W.S Hutomo, "Keefektifan Dosis *Polyaluminium chloride* (PAC) dalam Menurunkan Kadar *Phosphate* pada Air Limbah Laundry di Gatak Gede, Boyolali," *Naskah Ilmiah*, Surakarta, 2015.
- [12] Marieanna, A. P. Kristijarti dan Suharto, "Penentuan Jenis Koagulan dan Dosis Optimum untuk Meningkatkan Efisiensi Sedimentasi dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah Pabrik Jamu X. Universitas Katolik Parahyangan," 2013.
- [13] H. S. S. Cahyono, Suganai dan K.H. Hidayat, "Comparison of Experiment and Commercial Coagulant Using Jar Test Method," *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, vol. 14(1), pp. 31 – 45, 2018.
- [14] W. Rustiah dan Y. A. Deli, "Analisis PAC (*Poly aluminium chloride*) dalam Menurunkan Kadar COD Air Limbah Jasa Laundry," *Jurnal Medika: Meida Limiah Analisis Kesehatan*, vol.2(1), pp. 64 -77, 2017.
- [15] N. Rahman, "Sintesis *Polyaluminium chloride* (PAC) dari Limbah Serbuk Aluminium untuk Menurunkan Kekeruhan Air Sungai Je'neberang", *Skripsi*, 2018.
- [16] Sisnayanti, E. Winoto, Yhopie, S. Aprilyanti. "Penggunaan Tawas da PAC terhadap Kekeruhan dan pH Air Baku PDAM Tirta Musi Palembang", *Jurnal Univ PGRI*, vol.6(2), pp. 107 – 116, 2021.
- [17] I. G. Gandjar dan A. Rohman "Kimia Farmasi Analisis." Pustaka Belajar: Yogyakarta, 2018.