

Koagulasi dan Flokulasi Limbah Cair Laboratorium XYZ Menggunakan Koagulan PAC

Silvia^{1)*}, Fitria Ika Aryanti²⁾

^{1,2} Politeknik STMI Jakarta, Jakarta, Indonesia

silvia@stmi.ac.id; Fitriaika98@gmail.com²

ABSTRAK

Laboratorium pendidikan merupakan salah satu penunjang yang dibutuhkan dalam kegiatan perkuliahan terutama mata kuliah praktikum. Penggunaan laboratorium untuk menunjang kegiatan praktikum biasanya menghasilkan limbah cair yang dihasilkan dari sisa penggunaan bahan kimia. Umumnya pengolahan limbah cair ini menggunakan beberapa metode, salah satu metode yang sering digunakan dalam pengolahan limbah cair adalah koagulasi dan flokulasi. Pada penelitian ini dilakukan pengolahan limbah cair laboratorium XYZ dengan menggunakan metode koagulasi dan flokulasi. Metode ini dikenal dengan metode yang paling umum dilakukan dalam pengolahan limbah cair. Pada penelitian ini digunakan koagulan PAC (*Poly Aluminium Chloride*) dengan 5 variasi yakni: 100, 300, 500, 700, dan 900 ppm dengan metode koagulasi lalu dilanjutkan dengan flokulasi kemudian dilakukan pengujian pH, turbiditas/kekeruhan dan nilai COD. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan koagulan pada limbah cair laboratorium XYZ dan disesuaikan dengan baku mutu PerMen LH No. 5 Tahun 2014 dan KepMen LH No. 51 Tahun 1995. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai pH limbah sebesar 6, nilai turbiditas/kekeruhan optimum sebesar 0.45 NTU, nilai COD sebesar 49.559 mg/L diperoleh pada konsentrasi koagulan sebesar 700 ppm.

Kata kunci: Koagulasi, Flokulasi, Limbah Cair, Laboratorium, *Poly Aluminium Chloride* (PAC)

ABSTRACT

The educational laboratory was one of the supported in academic activities, especially practicum courses. The laboratory was used to support practicum activities and produces liquid waste from the remaining use of chemicals. In general, wastewater treatment used several methods, and the method often used in wastewater treatment was coagulation and flocculation. In this study, XYZ laboratory wastewater treatment was carried out using coagulation and flocculation methods. This method was known as the most common method used in wastewater treatment. In this study, in coagulation process PAC (*Poly Aluminum Chloride*) were used 100, 300, 500, 700, and 900 ppm and then followed by flocculation. After that it were tested for pH, turbidity, and COD values. The purpose of this study was to determine the effect of adding a coagulant to the XYZ laboratory wastewater and adjusting it to the quality standards of the Minister of Environment Regulation Number 5 of 2014 and Number 51 of 1995. Based on the results of the study, the pH value of the waste was 6, the optimum turbidity value was 0.45 NTU, and the COD value was 49,559 mg/L obtained at a coagulant concentration of 700 ppm.

Keywords: Coagulation, Flocculation, Wastewater, Laboratory, *Poly Aluminium Chloride* (PAC)

PENDAHULUAN

Laboratorium pendidikan merupakan salah satu penunjang yang dibutuhkan dalam kegiatan perkuliahan terutama mata kuliah praktikum serta penelitian mahasiswa maupun

dosen. Penggunaan laboratorium pendidikan untuk menunjang kegiatan praktikum biasanya akan menghasilkan limbah cair dari sisa penggunaan bahan kimia saat praktikum. Limbah cair ini biasanya hanya ditampung menggunakan jeriken hingga penuh dan akan diambil secara periodik oleh pihak ketiga untuk diolah sebelum dapat dibuang. Umumnya pengolahan limbah cair ini menggunakan beberapa metode, salah satu metode yang sering digunakan dalam pengolahan limbah cair adalah *koagulasi* dan *flokulasi*. *Koagulasi* dan *flokulasi* ini merupakan proses pengolahan limbah yang dilakukan untuk mengurangi atau menghilangkan zat atau senyawa yang mencemari air limbah dengan menambahkan suatu bahan kimia. Kelebihan *koagulasi* dan *flokulasi* adalah mudah dilakukan, efektif dan prosesnya cepat. Koagulan yang biasanya digunakan dalam proses *koagulasi* dan *flokulasi* adalah PAC (*Poly Aluminium Chloride*). Menurut Rahimah et al. (2016) koagulan PAC digunakan karena murah, mudah diperoleh dan proses operasi yang mudah. Beberapa penelitian yang sudah menggunakan metode *koagulasi* dan *flokulasi* menggunakan koagulan PAC diantaranya, Susanti (2003) melakukan proses *koagulasi* dan *flokulasi* menggunakan koagulan PAC (*Poly Aluminium Chloride*) untuk air limbah pencelupan benang dengan efisiensi sebesar 73,51%. Radityaningrum & Caroline (2017) melakukan *koagulasi* dan *flokulasi* menggunakan PAC pada air limbah industri batik, diperoleh penurunan nilai COD menjadi sebesar 103 mg/L. Penggunaan PAC dalam menurunkan nilai COD, turbiditas/kekeruhan pada air limbah instalasi pengolahan air limbah/IPAL juga telah dibuktikan oleh penelitian yang dilakukan Hutabarat et al. (2022). Beberapa penelitian lainnya juga menggunakan metode *koagulasi* dalam pengolahan limbah cair laboratorium (Rahimah et al., 2016); (Audina, 2017); (Destiarti et al., 2018).

Indikator fisika, indikator kimia umumnya digunakan dalam menentukan baku mutu limbah cair. Indikator fisika yang dimaksud adalah turbiditas atau kekeruhan serta warna. Indikator kimia dilakukan dengan menggunakan pengujian kimia dalam menganalisis limbah cair seperti COD (*Chemical Oxygen Demand*), lalu untuk mengetahui keasaman limbah cair maka dapat dilakukan dengan pengukuran pH. Pada penelitian ini dilakukan pengolahan limbah laboratorium menggunakan PAC (*Poly Aluminium Chloride*). Upaya ini dilakukan untuk mengurangi pencemaran limbah cair yang terbuang dari hasil praktikum maupun penelitian mahasiswa dan dosen. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan koagulan PAC pada limbah cair laboratorium XYZ dan disesuaikan dengan baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 (Peraturan Menteri, 2014).

METODE

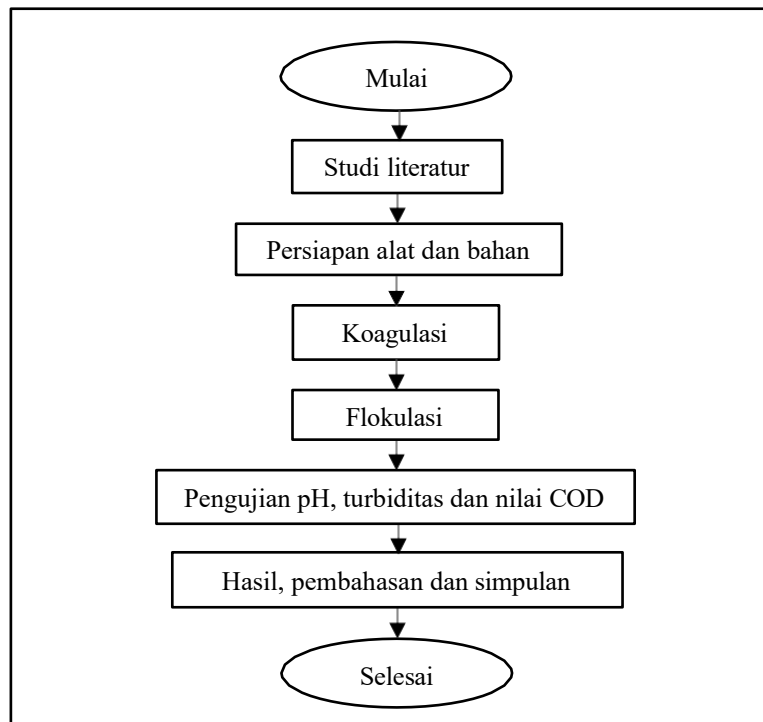
Alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan adalah air limbah laboratorium, PAC (*Poly Aluminium Chloride*), flocculator FC-4 Mascotte, turbidimeter Thermo Scientific Eutech TN-100.

Koagulasi dan flokulasi

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *koagulasi* dan *flokulasi*. Sebelum proses *koagulasi* dan *flokulasi* dilakukan maka disiapkan dahulu alat dan bahan penelitian. Masing-masing air limbah diambil sebanyak 500 mL lalu dimasukkan kedalam 5 gelas kimia berukuran 1000 mL kemudian ditambahkan dengan koagulan PAC dengan konsentrasi sebesar 100, 300, 500, 700, 900 ppm. selanjutnya dilakukan proses *koagulasi* dengan menggunakan flocculator, kecepatan yang digunakan adalah 100 rpm selama 1 menit, kemudian dilanjutkan dengan proses *flokulasi* dengan kecepatan 40 rpm selama 20 menit dan didiamkan untuk mengendapkan flok selama 30 menit. Lalu air limbah disaring dan setelah itu air limbah dimasukkan ke wadah untuk diuji pH, turbiditas dan nilai COD. Untuk nilai COD menggunakan metode SNI 6989.73:2019. Pengujian pH, turbiditas dan COD akan dilakukan

pada air limbah sebelum dan sesudah perlakuan dengan koagulan PAC. Gambar 1 menunjukkan diagram alir pada penelitian ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Gambar 1 menunjukkan diagram alir penelitian yang berisi tahapan dalam penelitian ini, dimulai dengan studi literatur, persiapan alat dan bahan, proses *koagulasi*, proses *flokulasi* dan pengujian pH, turbiditas dan nilai COD limbah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian limbah awal

Untuk dapat mengetahui kondisi awal limbah cair yang digunakan maka diperlukan pengujian awal terhadap parameter pH, turbiditas dan COD. Hasil yang diperoleh dapat digunakan sebagai pembandingan dengan limbah yang sudah diberikan perlakuan. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Limbah Awal

Parameter	Hasil pengujian	Baku Mutu
pH	6	6-9*
Turbiditas (NTU)	312	6-9**
COD (mg/L)	67.914	100*

Limbah awal dilakukan pengecekan pada pH, turbiditas dan nilai COD. Berdasarkan Tabel 1 diperoleh data yang menunjukkan nilai pH limbah awal sebesar 6, turbiditas sebesar 312 NTU dan nilai COD sebesar 67.914 mg/L. Apabila dilihat limbah awal memenuhi baku mutu pH dan COD namun untuk nilai turbiditas/kekeruhan nilai yang dihasilkan cukup tinggi, kekeruhan ini dapat dilihat dari kasat mata dan dibuktikan dengan menggunakan alat turbidimeter.

Hasil pengujian parameter pH

Parameter pH perlu dicek untuk dapat mengetahui apakah nilai pH limbah awal akan berubah sesuai dengan variasi koagulan yang digunakan. Hasil pengujian pH disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Parameter pH

Konsentrasi Koagulan (ppm)	pH
0	6
100	6
300	6
500	6
700	6
900	6

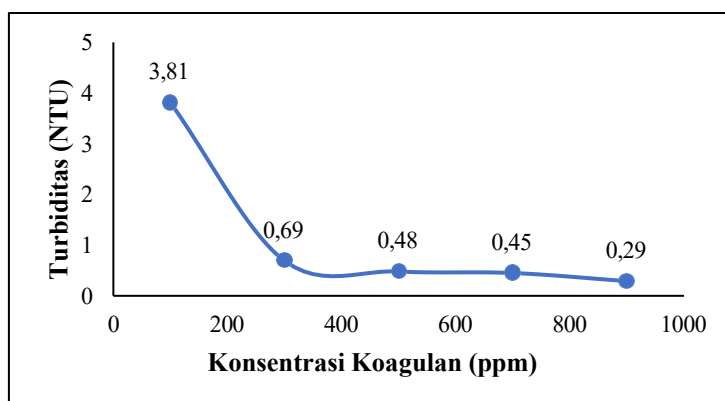
Berdasarkan pengujian pH terhadap 5 variasi koagulan yang disajikan pada Tabel 2 diperoleh nilai pH yang tetap yakni: 6, hal ini menandakan bahwa penggunaan koagulan PAC dalam pengolahan limbah cair tidak menaikkan atau menurunkan nilai pH limbah akhir. Menurut Budiman et al. (2017) penggunaan PAC sebagai koagulan tidak menyebabkan penurunan pH yang signifikan. Oleh karena itu pada hasil penelitian ini tidak ditemukan penurunan pH yang signifikan seiring dengan penambahan konsentrasi koagulan.

Hasil pengujian parameter turbiditas/kekeruhan

Parameter selanjutnya dilakukan adalah pengujian turbiditas/kekeruhan limbah cair. Hasil pengujian turbiditas/kekeruhan disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 2.

Tabel 3. Hasil Pengujian Parameter Turbiditas/Kekeruhan

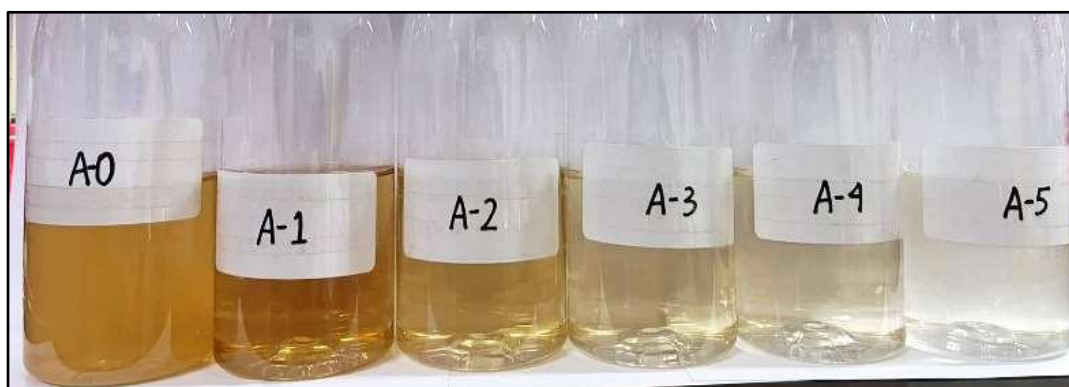
Konsentrasi Koagulan (ppm)	Turbiditas (NTU)	%Efisiensi
0	312	
100	3.81	98.778
300	0.69	99.778
500	0.48	99.846
700	0.45	99.855
900	0.29	99.907



Gambar 2. Hasil Pengujian Turbiditas Dengan Variasi Konsentrasi Koagulan

Hasil pengujian turbiditas/kekeruhan menunjukkan hasil untuk 5 variasi koagulan yang disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 2 yakni: 100 ppm, 300 ppm, 500 ppm, 700 ppm, dan 900 ppm berturut-turut menghasilkan nilai sebesar 3.81 NTU, 0.69 NTU, 0.48 NTU, 0.45 NTU, 0.29 NTU dengan %efisiensi dari 98.778% hingga 99.907%. Hasil pengecekan nilai kekeruhan limbah sesudah perlakuan berada dibawah baku mutu KepMen LH No. 51 Tahun 1995. Hal ini menunjukkan bahwa kekeruhan limbah berkurang seiring dengan penambahan koagulan. Proses *flokulasi* berperan penting dalam penurunan nilai kekeruhan, hal ini disebabkan saat *flokulasi* terbentuk flok. Menurut Sutapa (2014) gaya gravitasi yang berperan dalam proses pembentukan dan pengendapan flok.

Hasil penurunan limbah terbaik yakni pada penggunaan koagulan sebesar 900 ppm, namun ini dinilai tidak optimal karena penambahan 400 ppm koagulan hanya menurunkan 0.17 NTU. Sehingga penggunaan dosis koagulan yang optimum adalah 700 ppm dengan nilai turbiditas sebesar 0.45 NTU. Hasil limbah cair sebelum perlakuan dan sesudah perlakuan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Limbah Cair Sebelum Perlakuan (Kode A-0) dan Setelah Perlakuan (Kode A-1 Sampai A-5)

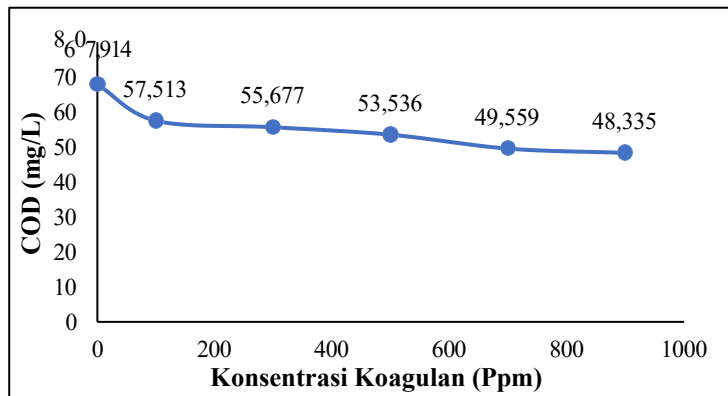
Dapat dilihat secara kasat mata, Gambar 3 menunjukkan terjadi perubahan warna dan perubahan tingkat kejernihan limbah seiring dengan penambahan dosis koagulan.

Hasil pengujian parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Parameter selanjutnya dilakukan adalah pengujian nilai COD limbah cair. Hasil pengujian nilai COD limbah cair disajikan pada Tabel 4 dan Gambar 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Kode Sampel	Konsentrasi Koagulan (ppm)	Hasil uji COD (mg/L)	%Efisiensi
A0	0	67.914	
A1	100	57.513	15.315
A2	300	55.677	18.018
A3	500	53.536	21.171
A4	700	49.559	27.026
A5	900	48.335	28.829



Gambar 4. Hasil Pengujian COD Dengan Variasi Konsentrasi Koagulan

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 4, diperoleh nilai COD untuk 5 variasi 100, 300, 500, 700, dan 900 ppm berturut-turut sebesar 57.513, 55.677, 53.536, 49.559, dan 48.335 mg/L. Penambahan koagulan menurunkan nilai COD namun tidak terlalu signifikan. Hal ini dapat dilihat dari nilai %efisiensi paling besar dengan konsentrasi PAC sebesar 900 ppm menghasilkan %efisiensi sebesar 28.829%. Penurunan nilai COD yang kurang signifikan ini bisa disebabkan penambahan koagulan sudah mencapai nilai optimum. Dapat dilihat dari data koagulan 700 ppm ke 900 ppm hanya menurunkan %efisiensi sebesar 1,803%. Dapat dinilai bahwa penggunaan koagulan sebesar 700 ppm sudah cukup optimum dalam menghasilkan %efisiensi sebesar 27.026%. Berdasarkan Tabel 4, nilai COD limbah awal dan limbah setelah perlakuan berada dibawah baku mutu PerMen LH No. 5 Tahun 2014. Menurut Rahman (2018) koagulan PAC memiliki muatan listrik positif yang tinggi sehingga saat bereaksi dengan permukaan koloid dapat menetralkan muatan koloid dengan cara mengurangi sekecil mungkin gaya elektrostatis antar partikel, lalu partikel koloid ini akan berkumpul membentuk gumpalan yang besar.

Berdasarkan hasil dari semua pengujian yang telah dilakukan yakni: pengujian parameter pH, parameter turbiditas/kekeruhan dan parameter COD diperoleh dosis optimum koagulan PAC sebesar 700 ppm.

SIMPULAN

Penggunaan koagulan PAC berpengaruh pada nilai turbiditas dan nilai COD limbah cair laboratorium XYZ. Koagulan dengan konsentrasi 700 ppm menghasilkan pH, nilai turbiditas dan nilai COD yang optimum yakni berturut-turut sebesar 6, 0.45 NTU dan 49.559 mg/L. Nilai hasil pengujian pH, turbiditas dan COD yang diperoleh pada penelitian ini dibawah nilai baku mutu yang ditetapkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 dan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 1995.

DAFTAR PUSTAKA

- Audina, M. (2017). Pengolahan limbah cair laboratorium teknik lingkungan dengan *koagulasi* dan adsorpsi untuk menurunkan COD, Fe, dan Pb. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 5(1).
- Budiman, A., Wahyudi, C., Irawati, W., & Hindarso, H. (2017). Kinerja koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) dalam penjernihan air Sungai Kalimas Surabaya menjadi air bersih. *Widya Teknik*, 7(1), 25–34.

- Destiarti, D., Yohana, N., & Arifin, L. (2018). Pengolahan Limbah Laboratorium Lingkungan Fakultas Teknik dengan Kombinasi Proses Kimia dan Biologi. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 6(1), 11–20.
- Hutabarat, D. M., Witasari, W. S., & Baskoro, R. (2022). Pengaruh Jenis Koagulan dan Variasi pH Terhadap Kualitas Liimbah Cair di Instalasi Pengolahan Air Limbah PT Kawasan Industri Intiland. *DISTILAT: JURNAL TEKNOLOGI SEPARASI*, 8(3), 588–594.
- Keputusan, M. (1995). *Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 1995, Tentang Baku Mutu Limbah Cair*. Jakarta.
- Peraturan Menteri, I. (2014). Nomor 5 Tahun 2014. *Tentang Baku Mutu Air Limbah*.
- Radityaningrum, A. D., & Caroline, J. (2017). Penurunan BOD5, COD Dan TSS Pada Limbah Cair Industri Batik Dengan Koagulan PAC Pada Proses *Koagulasi Flokulasi*. *Jurnal Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. Surabaya.
- Rahimah, Z., Heldawati, H., & Syauqiah, I. (2016). Pengolahan limbah deterjen dengan metode *koagulasi-flokulasi* menggunakan koagulan kapur dan PAC. *Konversi*, 5(2), 52–59.
- Rahman, N. A. (2018). *Sintesis Poly Alumunium Chlorida (PAC) dari Limbah Serbuk Alumunium untuk Menurunkan Kekeruhan Air Sungai JeNeberang*.
- Susanti, E. (2003). *Koagulasi flokulasi* untuk menurunkan warna dengan koagulan PAC pada efluen pengolahan limbah pencelupan benang. *Jurnal Purifikasi*, 4(1), 37–42.
- Sutapa, I. D. A. (2014). Perbandingan Efisiensi Koagulan Poly Alumunium Chloride (PAC) Dan Alumunim Sulfat Dalam Menurunkan Turbiditas Air Gambut Dari Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah. *RISSET Geologi dan Pertambangan*, 24(1), 13–21.