

PENGARUH JENIS KOAGULAN DAN VARIASI PH TERHADAP KUALITAS LIMBAH CAIR DI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH PT KAWASAN INDUSTRI INTILAND

Dicky Morina Hutabarat¹, Wianthi Septia Witasari¹, Rio Baskoro²

¹Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia

²PT Kawasan Industri Intiland, Jl. Raya Ngoro, Mojokerto 61385, Indonesia

dickymorinahtb@gmail.com ; [wianthi_sw@polinema.ac.id]

ABSTRAK

PT Kawasan Industri Intiland merupakan salah satu Kawasan Industri di Indonesia tepatnya di Ngoro Mojokerto yang memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). IPAL ini merupakan bentuk kepedulian terhadap lingkungan guna mengolah limbah dari proses produksi pabrik yang ada di dalam kawasan. IPAL ini menggunakan *system* pengolahan biologi lumpur aktif yang digabung dengan pengolahan kimia menggunakan metode koagulasi-flokulasi. Salah satu faktor dalam keberhasilan proses koagulasi-flokulasi adalah penambahan bahan kimia sebagai koagulan dan kondisi pH pada air limbah. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh jenis koagulan dan pengaruh variasi pH pengolahan terhadap penurunan kadar pencemar air limbah pada unit koagulasi-flokulasi. Penelitian dilakukan pada skala Laboratorium menggunakan metode *Jar test* pada pengadukan cepat 100 rpm dan pengadukan lambat 50 rpm. Koagulan yang digunakan adalah $Al_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$, $FeSO_4$, dan $Ca(OH)_2$. Flokulan yang digunakan jenis *Poly Anionic Acrylamide*. Variasi pH dilakukan pada pengolahan pH 7, 8, dan 9. COD, TSS dan Keekeruhan adalah parameter yang dianalisis pada penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa koagulan $FeCl_3$ dengan variasi pH 8 paling efektif menurunkan kadar COD, TSS, dan kekeruhan dengan nilai masing-masing parameter tersebut yaitu kadar COD 160 mg/L, kadar TSS 16 mg/L, dan kadar kekeruhan 21 NTU.

Kata kunci: Flokulasi, koagulan, koagulasi, limbah cair, pH

ABSTRACT

PT Kawasan Industri Intiland is one of the industrial estates in Indonesia, precisely in Ngoro Mojokerto which has a Waste Water Treatment Plant (IPAL). This WWTP is a form of concern for the environment in order to treat waste from the factory production process in the area. This WWTP uses a biological activated sludge treatment system combined with chemical treatment using the coagulation-flocculation method. One of the factors in the success of the coagulation-flocculation process is the addition of chemicals as coagulant and pH conditions in wastewater. The purpose of this study was to analyze the effect of the type of coagulant and the effect of variations in processing pH on the reduction of wastewater pollutant levels in the coagulation-flocculation unit. The study was conducted on a laboratory scale using the Jar test method at 100 rpm fast stirring and 50 rpm slow stirring. The coagulants used were $Al_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$, $FeSO_4$, and $Ca(OH)_2$. The flocculant used was Poly Anionic Acrylamide. Variations in pH were carried out at pH 7, 8, and 9. COD, TSS and Turbidity were the parameters analyzed in this study. The results showed that the $FeCl_3$ coagulant with a variation of pH 8 was the most effective in reducing COD, TSS, and turbidity levels with the values of each of these parameters being COD levels 160 mg/L, TSS levels 16 mg/L, and turbidity levels 21 NTU.

Keywords: flocculation, coagulant, coagulation, wastewater, pH

1. PENDAHULUAN

PT Kawasan Industri Intiland merupakan perusahaan pengelola kawasan industri di Ngoro, Mojokerto. Kawasan industri ini dikenal sebagai Ngoro Industrial Park (NIP). Proses pengolahan limbah IPAL di Kawasan industri ini menggunakan sistem pengolahan biologi dengan memanfaatkan lumpur aktif yang juga dipadukan dengan pengolahan secara kimia melalui metode koagulasi dan flokulasi. Untuk pengolahan secara kimia yaitu dengan metode koagulasi dan flokulasi, menggunakan jenis koagulan PAC atau *Poly Aluminium Chloride* dengan kondisi pH yang diatur yaitu pH 7. Meski demikian, jenis koagulan PAC atau *Poly Aluminium Chloride* dengan pH 7 ini dirasa masih belum cukup maksimal untuk menurunkan parameter-parameter yang berlaku seperti COD, TSS dan kekeruhan. Sehingga dalam hal ini, digunakan jenis koagulan yang berbeda yaitu $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, FeCl_3 , FeSO_4 serta $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan variasi pH dengan menggunakan metode koagulasi dan flokulasi.

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, FeCl_3 , FeSO_4 dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ merupakan bahan kimia yang sering kali digunakan sebagai koagulan dengan menggunakan metode koagulasi-flokulasi. pH yang digunakan yaitu variasi pH 7, 8 dan 9. Dalam Buku Dasar-Dasar Pengolahan Limbah oleh Asmadi dan Suharno (2012) disebutkan bahwa pH untuk $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ yaitu pH 6-8, (FeSO_4) pH 8-11 [1]. Penelitian yang dilakukan oleh Rachmawati, dkk (2009) menyebutkan bahwa kisaran pH yang efektif untuk proses koagulasi-flokulasi adalah dalam suasana basa [2]. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Rahimah, dkk (2016), pengolahan limbah detergen dengan menggunakan koagulan kapur mampu menurunkan kadar BOD dan COD sebesar 12,5 dan 75%, untuk nilai kekeruhan sebesar 2,78 NTU dengan pH 12,64 [3]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Nugraha dan Diyastara (2021) nilai TSS untuk koagulan FeCl_3 dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ adalah 200 dan 400 Mg/L, *Turbidity* sebesar 576 dan 214 NTU dan masing-masing memiliki pH 7 [4]. Penelitian oleh Kristijarti, dkk (2013) menunjukkan bahwa koagulan FeSO_4 memiliki persen penyisihan kekeruhan sebesar 56,6%, *Turbidity* 397 NTU, DHL 720 μs dan pH 6,1 [5].

Aluminium atau $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ digunakan sebagai koagulan karena mudah didapat dan harganya juga sangat ekonomis. FeCl_3 digunakan sebagai koagulan karena sangat efektif untuk proses koagulasi pada limbah industri dan banyaknya dosis yang digunakan juga lebih sedikit. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Marisi, dkk (2018), pemilihan koagulan Besi (II) Sulfat dikarenakan koagulan Besi (II) Sulfat atau disebut juga *copperas* atau *iron sulphate* atau gula besi, merupakan garam termurah yang dapat digunakan untuk koagulasi [6]. Penelitian oleh Astuti, dkk (2016) menunjukkan bahwa penggunaan larutan kapur sebagai bahan koagulan dengan pertimbangan bahwa larutan kapur mudah didapatkan, biaya murah dan merupakan batuan alam sehingga relatif aman bagi lingkungan [7].

Berdasarkan uraian di atas maka dapat diketahui bahwa penggunaan koagulan PAC dan pH 7 pada unit koagulasi flokulasi masih belum cukup maksimal dalam meningkatkan kualitas limbah cair. Oleh karena itu pada penelitian ini, diperlukan studi untuk mengetahui pengaruh jenis koagulan lainnya menggunakan variasi pH yang berbeda terhadap penurunan kadar COD, TSS dan kekeruhan pada unit koagulasi flokulasi PT Kawasan Industri Intiland.

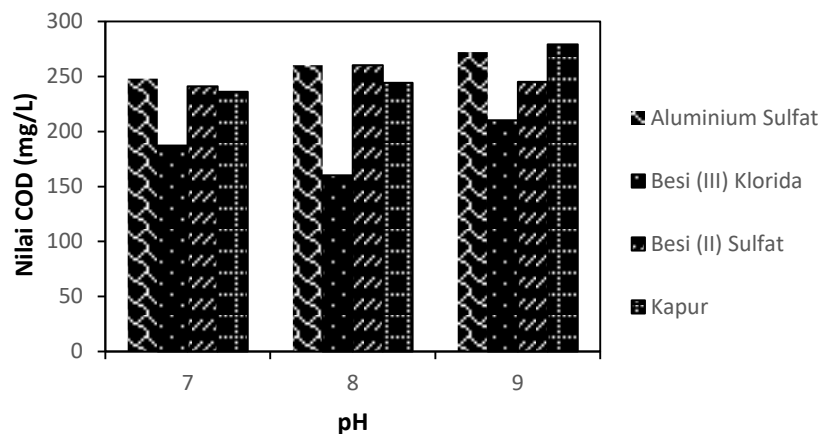
2. METODOLOGI PENELITIAN

Model penelitian yang dilakukan adalah kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari jenis koagulan dan variasi pH terhadap kualitas limbah cair di IPAL PT Kawasan Industri Intiland. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode koagulasi-flokulasi dengan alat *jar test 4 spindles*. Jenis bahan yang digunakan sebagai koagulan yaitu $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, FeCl_3 , FeSO_4 dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dengan variasi pH 7, 8 dan 9. Pada tahap awal dilakukan analisis terhadap sampel limbah cair kemudian dilakukan proses koagulasi-flokulasi. Limbah cair sebanyak 500 ml dimasukkan ke dalam *beaker glass* pada alat *jar test*, pH dikondisikan sesuai variabel lalu jenis koagulan yang berbeda ditambahkan sebanyak 350 ppm kemudian dilakukan pengadukan cepat dengan kecepatan putar 100 rpm selama 1 menit. Selanjutnya ditambahkan flokulan *Poly Anionic Acrylamide* 150 ppm dan dilakukan pengadukan lambat dengan kecepatan putar 50 rpm selama 10 menit kemudian dibiarkan selama 30 menit untuk mengendapkan flok-flok yang terbentuk. Analisis yang dilakukan yaitu analisis COD, TSS dan kekeruhan menggunakan alat *Portable Colorimeter* HACH DR900.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Jenis Koagulan dan Variasi pH terhadap Analisis COD

Dari percobaan koagulasi-flokulasi yang dilakukan menggunakan beberapa jenis koagulan dan variasi pH maka dapat diketahui pengaruhnya terhadap penurunan kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*). Di bawah ini merupakan grafik hasil pengamatan yang telah didapatkan.



Gambar 1. Pengaruh nilai COD terhadap variasi pH

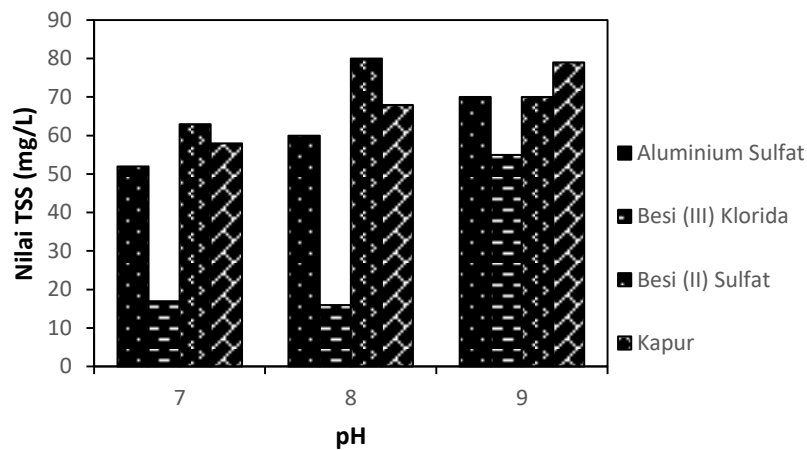
Menurut Permatasari, dkk (2016) disebutkan bahwa air limbah mengandung bahan organik, yang memiliki partikel koloid bermuatan negatif [8]. Sedangkan koagulan memiliki ion-ion positif. Ion-ion positif ini akan tertarik ke mengelilingi partikel koloid dan membentuk lapisan awan ionik. Kemudian, akan timbul gaya potensial elektrostatis yang menyebabkan adanya gaya tolak-menolak antar partikel koloid. Ion-ion yang terdapat pada koagulan mampu mengompres lapisan awan ionik sehingga gaya potensial elektrostatis akan menurun dan ion aquametalik akan meningkat. Ini menyebabkan terjadinya destabilisasi, awan ionik akan menghilang dan antar partikel koloid akan terikat satu sama lainnya dan membentuk banyak flok-flok yang mana hal ini tentunya akan

mengurangi kadar COD pada limbah cair. Dari Gambar 1 maka dapat diketahui bahwa masing-masing koagulan memiliki pH optimum yang berbeda-beda dalam menurunkan kadar COD pada limbah cair industri. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, FeSO_4 dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dengan pH 7 paling efektif dalam menurunkan kadar COD dibandingkan variasi pH lainnya yaitu sebesar, 248 mg/L, 241 mg/L, dan 236 mg/L. Sedangkan koagulan FeCl_3 paling efektif menurunkan kadar COD pada pH 8 sebesar 160 mg/L. Dari beberapa jenis koagulan dan variasi pH, diketahui yang paling efektif dalam menurunkan kadar COD adalah FeCl_3 pada pH 8. Hal ini berbeda dikarenakan pada jenis koagulan memiliki pH optimum nya masing-masing. Limbah cair industri di IPAL PT Kawasan Industri memiliki pH 6. Pada percobaan kali ini kondisi pH tidak divariasikan di pH 6. Menurut Kristijarti, dkk (2013) disebutkan bahwa koagulan anorganik dapat menurunkan alkalinitas pH pada air. Sedangkan untuk koagulan organik biasanya tidak memengaruhi alkalinitas pH pada air [5]. Untuk itu, agar pH yang dihasilkan tetap sesuai baku mutu, digunakan variasi pH yang lebih tinggi. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Fatma dan Nisa (2021) menjelaskan bahwa pH mempengaruhi proses koagulasi flokulasi. Koagulan FeCl_3 sangat efektif pada rentang pH 4-9. Sehingga ini cocok dengan limbah cair industri yang memiliki pH 6. Kecocokan pH akan berpengaruh pada kestabilan koloid dalam merubah bentuknya menjadi flok pada saat proses pengadukan [10]. Menurut Asmadi dan Suharno (2012) disebutkan bahwa kinerja koagulan yang digunakan akan dipengaruhi oleh pH karena koagulan hanya bekerja pada pH tertentu. Sehingga, jika pH yang diberikan sesuai dengan pH optimum dari bahan koagulan yang digunakan, maka koagulan akan bekerja lebih maksimal dalam membentuk flok-flok untuk menurunkan kadar baik itu COD, TSS maupun kekeruhan [1]. Pada SNI yang berlaku, nilai COD yang berlaku yaitu 100 mg/L untuk limbah cair industri. Jika dibandingkan dengan hasil percobaan, nilai COD yang didapatkan masih belum memenuhi baku mutu karena masih di atas 100 mg/L. Sehingga masih perlu diperbaiki dan diperhatikan kembali hal-hal yang menyebabkan penurunan nilai COD. Seperti pengadukan, dosis koagulan maupun flokulan dan yang lainnya.

3.2 Pengaruh Jenis Koagulan dan Variasi pH terhadap Analisis TSS

Dari percobaan koagulasi-flokulasi yang dilakukan menggunakan beberapa jenis koagulan dan variasi pH maka dapat diketahui pengaruhnya terhadap penurunan kadar TSS (*Total Suspended Solid*). Di bawah ini merupakan grafik hasil pengamatan yang telah didapatkan.

Menurut Budiman, dkk (2016) disebutkan bahwa TSS atau Total Suspended Solid merupakan flok-flok yang kemudian terbentuk yang disebabkan oleh penetralan antara muatan negative dari koloid penyebab kekeruhan air yang terdapat pada air limbah dengan muatan positif dari koagulan [9]. Penambahan koagulan dapat mengikat bahan pencemar dalam air limbah sehingga partikel-partikel yang muatannya stabil akan menjadi tidak stabil yang menyebabkan adanya gaya tarik menarik sehingga menyebabkan terbentuknya flok-flok lalu terendapkan.

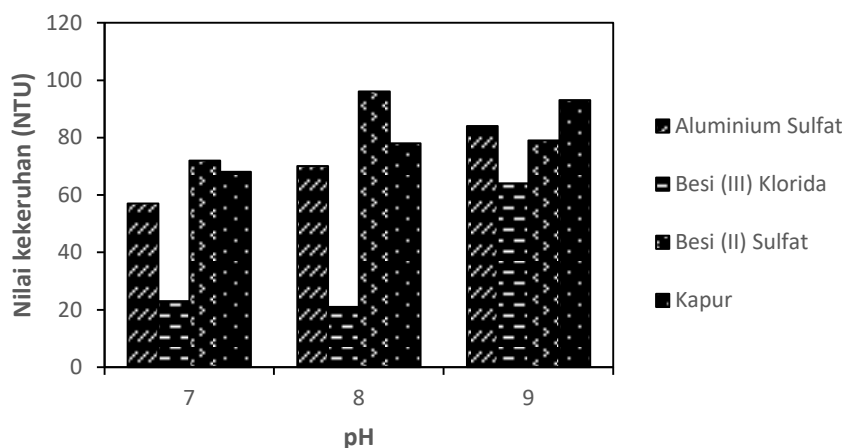


Gambar 2. Pengaruh nilai TSS terhadap variasi pH

Pada Gambar 2, pengolahan limbah menggunakan beberapa jenis koagulan dan variasi pH menyebabkan penurunan kadar TSS yang berbeda. $Al_2(SO_4)_3$, $FeSO_4$, dan $Ca(OH)_2$ dengan pH 7 paling efektif dalam menurunkan kadar TSS yaitu sebesar 52 mg/L, 63 mg/L dan 58 mg/L. sedangkan untuk koagulan $FeCl_3$ paling efektif menurunkan kadar TSS pada pH 8 sebesar 16 mg/L. Dari keseluruhan hasil TSS dengan jenis koagulan dan pH yang berbeda, $FeCl_3$ dengan pH 8 adalah koagulan dan pH paling terbaik dalam menurunkan nilai TSS. Apabila dibandingkan dengan nilai TSS sesuai SNI yaitu sebesar 200 mg/L hasil percobaan sudah sangat sesuai dengan standar yang berlaku karena memiliki nilai di bawah 200 mg/L.

3.3 Pengaruh Jenis Koagulan dan Variasi pH terhadap Analisis Kekeruhan

Dari percobaan koagulasi-flokulasi yang dilakukan menggunakan beberapa jenis koagulan dan variasi pH maka dapat diketahui pengaruhnya terhadap penurunan kadar kekeruhan. Di bawah ini merupakan grafik hasil pengamatan yang telah didapatkan.



Gambar 3. Pengaruh nilai kekeruhan terhadap variasi pH

Pada Gambar 3, pengolahan limbah menggunakan beberapa jenis koagulan dan variasi pH menyebabkan penurunan kadar kekeruhan yang berbeda. $Al_2(SO_4)_3$, $FeSO_4$, dan $Ca(OH)_2$ dengan pH 7 paling efektif dalam menurunkan nilai kekeruhan yaitu sebesar 57

NTU, 72 NTU dan 68 NTU. Sedangkan untuk koagulan FeCl_3 paling efektif menurunkan kadar kekeruhan pada pH 8 sebesar 21 NTU. Dari keseluruhan hasil kekeruhan dengan jenis koagulan dan pH yang berbeda, FeCl_3 dengan pH 8 adalah koagulan dan pH paling terbaik dalam menurunkan kadar kekeruhan. Bila dibandingkan dengan SNI, hasil percobaan tersebut masih belum cukup untuk memenuhi standar nasional yang mengharuskan kadar kekeruhan sebesar 5 NTU. sehingga masih diperlukan perbaikan-perbaikan dalam proses koagulasi-flokulasi agar hasil akhirnya sesuai dengan SNI. Menurut Budiman, dkk (2016) disebutkan bahwa air dapat menjadi lebih jernih karena partikel koloid yang bermuatan negatif bereaksi dengan koagulan yang bermuatan positif yang menyebabkan terjadinya gaya tarik menarik lalu membentuk flok yang kemudian mengendap [9].

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Jenis koagulan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, FeCl_3 , FeSO_4 dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sangat mempengaruhi terhadap penurunan kadar COD, TSS dan kekeruhan pada limbah cair industri di IPAL PT Kawasan Industri Intiland. Didapatkan hasil bahwa koagulan terbaik dalam menurunkan kadar COD, TSS dan kekeruhan adalah FeCl_3 atau besi (III) klorida. Variasi pH 7, 8 dan 9 juga sangat mempengaruhi terhadap penurunan kadar COD, TSS dan kekeruhan pada limbah cair industri di IPAL PT Kawasan Industri Intiland. Berdasarkan hasil penelitian terhadap limbah industri di Kawasan Industri Intiland, penurunan kadar COD, TSS dan kekeruhan dapat diperoleh menggunakan jenis koagulan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, FeSO_4 dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dengan parameter pH 7. Penurunan kadar COD diperoleh dengan nilai 248, 241 dan 236 mg/L. Penurunan kadar TSS diperoleh dengan nilai 52, 63 dan 58 mg/L. Penurunan kadar kekeruhan diperoleh dengan nilai 57, 72 dan 68 NTU. Pada koagulan FeCl_3 mampu menurunkan kadar COD sebesar 160 mg/L, TSS sebesar 16 mg/L, dan kekeruhan sebesar 21 NTU dengan parameter pH 8.

Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan kecepatan pengadukan dan variasi pH yang berbeda agar parameter yang diuji seperti nilai COD, TSS, kekeruhan dan yang lainnya bisa memenuhi baku mutu yang berlaku.

REFERENSI

- [1] Asmadi dan Suharno, "Dasar - Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah." Yogyakarta: Gosyen Publishing, 2012.
- [2] S. W. Rachmawati dan B. Iswanto, "Pengaruh pH pada Proses Koagulasi dengan Koagulan Aluminium Sulfat dan Ferri Klorida," *Jurnal Teknologi Lingkungan*. vol. 5, no. 2, hal. 40–45, 2009.
- [3] Z. Rahimah, H. Heldawati, dan I. Syauqiah, "Pengolahan Limbah Deterjen dengan Metode Koagulasi - Flokulasi Menggunakan Koagulan Kapur dan PAC," *Jurnal Konversi*. vol. 5, no. 2, hal. 13–19, 2016.
- [4] I. Nugraha dan S. D. D. Diyastara, "Efektivitas Koagulan Tawas, PAC, dan FeCl_3 pada Pengolahan Limbah Cair Tempe dengan Metode Koagulasi-Flokulasi." Malang: Politenik Negeri Malang, 2021.

- [5] A. P. Kristijarti, I. Suharto, dan Marieanna, “Penentuan Jenis Koagulan dan Dosis Optimum untuk Meningkatkan Efisiensi Sedimentasi dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah Pabrik Jamu X.” Bandung: Universitas Katolik Parahyangan, 2013.
- [6] D. P. Marisi, Suprihatin dan A. Ismayana, “Eksplorium Penurunan Kadar Torium dan Radioaktivitas dalam Limbah Cair Proses Pengolahan Monasit PLUTHO Menggunakan Koagulan FeSO_4 ,” *Jurnal Eksplorium*. vol. 39, no. 1, hal. 39–50, 2018.
- [7] W. T. D. Astuti, T. Joko, dan N. A. Y. Dewanti, “Efektivitas Larutan Kapur dalam Menurunkan Kadar Fosfat pada Limbah Cair RSUD Kota Semarang,” *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. vol. 4, no. 3, hal. 941-948, 2016.
- [8] K. Permatasari, O. Setiani, dan M. Raharjo, “Perbedaan Efektivitas Variasi Konsentrasi Feri Klorida dan Polyaluminium Chloride dalam Menurunkan Kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada Air Lindi TPA Jatibarang Kota Semarang,” *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. vol. 4, no. 1, hal. 390-398, 2016.
- [9] A. Budiman, C. Wahyudi, W. Irawati, and H. Hindarso, “Kinerja Koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dalam Penjernihan Air Sungai Kalimas Surabaya Menjadi Bersih,” *Jurnal Widya Teknik*. vol. 7, no. 1, hal. 25–34, 2008.
- [10] I. Fatma dan I. Nisa, “Pengolahan Limbah Cair Laboratorium PT Graha Mutu Persada dengan Metode Koagulasi–Flokulasi untuk Penurunan Kadar Logam Berat.” Malang: Politeknik Negeri Malang, 2021.