

PENENTUAN DOSIS OPTIMAL KOAGULAN DAN FLOKULAN DENGAN MENGONTROL PH PADA UNIT WASTE WATER TREATMEN PLANT PT PAITON OPERATION & MAINTENANCE INDONESIA

Thariq Antar Rizqullah¹, Arief Budiono¹, Erwan Yulianto²

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

²PT Paiton Operation and Maintenance Indonesia, Jl. Surabaya Situbondo, Paiton, Indonesia

thariqarr@gmail.com ; [arief.budiono@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Salah satu unit pengolahan air limbah yang terdapat pada instalasi pengolahan air limbah di PT POMI adalah *unit waste water treatment plant*. Proses pengolahan limbah pada PT POMI dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya menggunakan metode koagulasi flokulasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dosis optimum koagulan dan flokulan dengan mengontrol pH untuk menurunkan turbiditas pada percobaan *Jar Test*. Peneliti ini menggunakan metode koagulasi flokulasi menggunakan alat *jar test* dengan variasi dosis koagulan 1,5 ppm dan 2 ppm. Kemudian dosis variasi flokulan 0,5 ppm, 0,6 ppm, dan 0,7 ppm. Hasil penelitian dosis koagulan dan flokulan sangat mempengaruhi terhadap pH dan turbidity. Dosis optimum yang didapat pada percobaan jar test dengan menambahkan koagulan sebanyak 1,5 ppm, flokulan 0,5 ppm pada pH 9 dengan turbidity sebesar 2,03 NTU.

Kata kunci: flokulan, koagulan, koagulasi-flokulasi, pengolahan limbah

ABSTRACT

One of the wastewater treatment units at the wastewater treatment plant of PT POMI is the waste water treatment plant unit. The wastewater treatment process at PT POMI can be carried out using various methods, one of which is the coagulation-flocculation method. The aim of this study is to determine the effect of the optimal dosage of coagulant and flocculant by controlling the pH to reduce turbidity in the Jar Test experiment. This research uses the coagulation-flocculation method with a jar test apparatus, varying the coagulant dosage between 1.5 ppm and 2 ppm, and the flocculant dosage between 0.5 ppm, 0.6 ppm, and 0.7 ppm. The results indicate that the dosages of coagulant and flocculant significantly affect pH and turbidity. The optimal dosage found in the jar test experiment was 1.5 ppm of coagulant, 0.5 ppm of flocculant at pH 9, resulting in a turbidity of 2.03 NTU.

Keywords: coagulant, coagulation-flocculation, flocculant, waste water treatment plant

1. PENDAHULUAN

Salah satu unit pengolahan air limbah yang terdapat pada instalasi pengolahan air limbah di PT POMI adalah unit *waste water treatment plant*. Pengolahan masing-masing unit PT POMI umumnya berfokus pada penjernihan air, karena air laut dan batu bara digunakan sebagai bahan bakar utama dalam prosesnya. Jumlah dan jenis limbah yang dihasilkan oleh proses industri meningkat, dan limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat berdampak buruk pada lingkungan, terutama sumber daya air yang ada [1].

PT POMI memiliki 3 unit aktif dan menjalankan proses pengolahan limbah cair secara mandiri dengan menyediakan bagian *Waste Water Treatment Plant* (WWTP). PT POMI sebagai salah satu perusahaan yang beroperasi di sektor energi, memiliki tanggung jawab besar untuk memastikan bahwa limbah yang dihasilkan dikelola dengan baik sebelum dibuang ke lingkungan. Pengontrolan pH merupakan faktor penting yang memengaruhi kinerja koagulan dan flokulan, dan jika tidak dioptimalkan, dapat menyebabkan penurunan kualitas air hasil pengolahan. Untuk memastikan bahwa setiap limbah yang dihasilkan memenuhi standar baku yang ditetapkan, sampel air limbah diuji dengan metode *Jar Test* [2]. Metode *Jar Test* mensimulasikan proses koagulasi dan flokulasi untuk menghilangkan padatan tersuspensi (*suspended solid*) dan zat organik yang dapat menyebabkan masalah kekeruhan, bau, dan rasa [3]. Proses pengolahan limbah pada PT POMI dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya menggunakan metode koagulasi flokulasi [4]. Koagulasi adalah proses yang mengubah partikel koloid menjadi flok yang lebih besar, menyerap bahan organik terlarut dalam flok, dan memungkinkan kontaminan dalam air dipisahkan melalui proses filtrasi padat-cair [5]. Setelah proses koagulasi, dilanjutkan dengan proses flokulasi yang menghasilkan partikel yang lebih besar melalui agregasi. Partikel ini dapat dipisahkan melalui cara sedimentasi yaitu pengendapan karena adanya gaya gravitasi [6]. Metode ini sering digunakan untuk mengolah air sebelum akhirnya didistribusikan ke konsumen [7]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sisnayati (2021) dosis optimum untuk tawas ditemukan pada 20 ppm dengan penurunan kekeruhan dari 50 NTU menjadi 5 NTU, pada dosis 10 ppm menunjukkan penurunan kekeruhan yang lebih efisien, mencapai 3 NTU [8]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Nurani (2015) menunjukkan bahwa dosis optimum PAC untuk mengurangi kekeruhan air bersih adalah pada dosis 10 ppm, yang berhasil menurunkan turbidity dari 40 NTU menjadi 3 NTU, penambahan PAC menyebabkan penurunan pH air, yang menunjukkan bahwa koagulasi efektif dalam mengatasi partikel koloid dalam air [9].

Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis optimum koagulan dan flokulan dengan mengontrol pH untuk menurunkan turbiditas pada percobaan *Jar Test*.

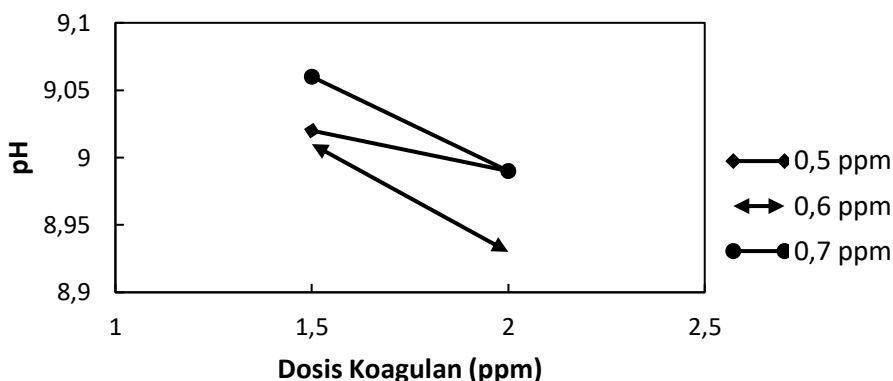
2. METODOLOGI PENELITIAN

Model penelitian yang dilakukan adalah kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana variasi pH dan jenis koagulan mempengaruhi kualitas limbah cair di PT Paiton Operation dan Maintenance Indonesia. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah

metode koagulasi flokulasi dengan menggunakan alat *Jar Test*. Bahan yang digunakan adalah koagulan Klar-Aid PC1190 dan flokulan Q1061. Limbah cair sebanyak 500 ml dimasukkan ke dalam beaker glass pada alat jar test. Langkah pertama adalah proses koagulasi, konsentrasi Klar-AID ditambahkan sebagai koagulan. Kecepatan pengadukan untuk pengadukan cepat 150 rpm dan waktu pengadukan selama 5 menit. Langkah selanjutnya proses flokulasi yang dilakukan dengan alat flokulator, dilakukan penambahan Q1061 dengan pengadukan lambat 50 rpm dan waktu pengadukan selama 10 menit. Tahap terakhir yaitu menganalisa pH menggunakan alat pH meter, dan menganalisa turbidity menggunakan alat turbidimeter.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

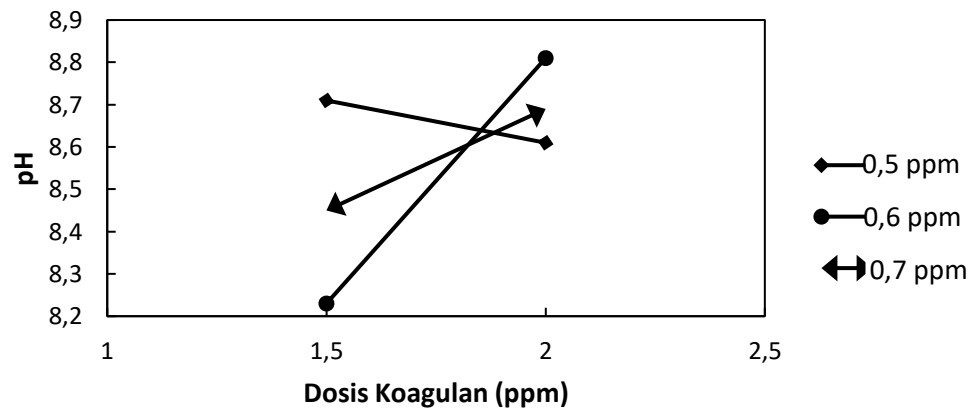
Percobaan koagulasi-flokulasi dilakukan dengan berbagai variasi dosis koagulan dan flokulan yang dipengaruhi oleh pH. Di bawah ini adalah grafik hasil pengamatan yang telah didapatkan.



Gambar 1. Pengaruh dosis koagulan dan flokulan dengan mengontrol pH 9

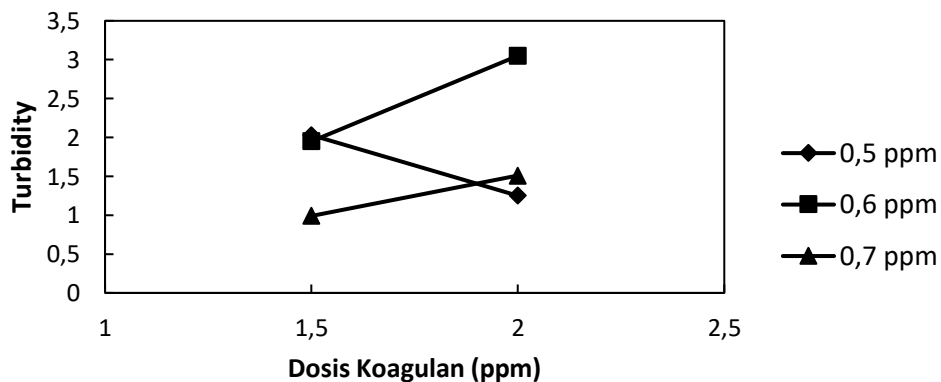
Dosis koagulan dan flokulan yang tepat sangat penting untuk menurunkan kekeruhan air secara efisien. Dosis koagulan yang lebih tinggi menyebabkan penurunan pH yang signifikan karena adanya ion H^+ hasil hidrolisis koagulan. Namun, jika dosis terlalu tinggi, flok yang terbentuk bisa menjadi tidak stabil, mengurangi efektivitas koagulasi [10]. Flokulan berfungsi untuk memperbesar flok yang terbentuk, mempermudah pengendapan. Dosis flokulan yang tepat dapat mempercepat pembentukan flok dan meningkatkan efisiensi pengendapan [11]. Dosis flokulan yang lebih rendah cenderung memberikan hasil yang lebih baik dalam hal pembentukan flok yang stabil, sementara dosis berlebih dapat menyebabkan flok yang terlalu besar dan tidak efektif dalam mengendap [12]. Nilai pH yang tepat mempengaruhi kestabilan koloid karena bentuknya menjadi flok selama proses pengadukan. Percobaan koagulasi-flokulasi dilakukan dengan berbagai variasi dosis koagulan dan flokulan yang dipengaruhi oleh pH. pH atau keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. Penambahan koagulan dan flokulan menyebabkan terjadinya perubahan pH setelah proses koagulasi-flokulasi. Hasil percobaan ditunjukkan pada

Gambar 2 pH. Kenaikan pH mengalami fluktuatif. Pada Gambar 1 kenaikan pH berbanding terbalik dengan dosis koagulan dan flokulan. Semakin tinggi dosis koagulan, semakin rendah pH. Terjadinya penurunan nilai pH merupakan akibat penambahan koagulan Klar-AID. Air dapat menjadi lebih jernih karena partikel koloid yang bermuatan negatif bereaksi dengan koagulan yang bermuatan positif sehingga menimbulkan gaya tarik menarik sehingga membentuk flok yang mengendap. Setiap dosis koagulan dan flokulan mempunyai pH yang berbeda-beda. Proses koagulasi akan bekerja baik jika pH berada pada keadaan yang optimum [13].

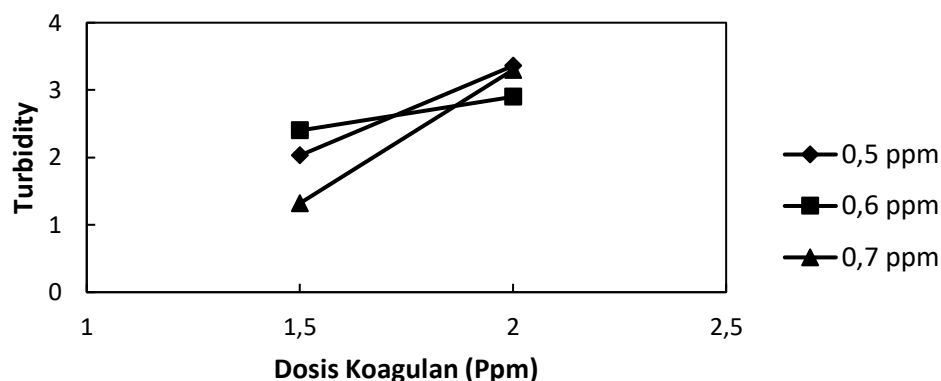


Gambar 2. Pengaruh dosis koagulan dan flokulan dengan mengontrol pH 8

Dari percobaan koagulasi-flokulasi yang dilakukan menggunakan variasi dosis koagulan dan flokulan maka dapat diketahui pengaruhnya terhadap Turbidity.



Gambar 3. Pengaruh dosis koagulan dan flokulan terhadap turbiditas pada pH 8



Gambar 4. Pengaruh dosis koagulan dan flokulan terhadap turbiditas pada pH 9

Turbidity merupakan parameter yang harus selalu diukur untuk mengetahui efektivitas proses koagulasi – flokulasi. Variasi dosis telah dicoba pada dosis yang kecil dari 1 ppm dan lebih besar dari 22 ppm dan hasilnya menunjukkan pembentukan flok yang semakin buruk dan turbiditas yang didapat lebih tinggi dari rentang variasi dosis pada percobaan. Pada hasil percobaan nilai turbidity pH 8 dan pH 9 mengalami fluktuatif setiap dosis yang diberikan, namun dengan penambahan koagulan dan flokulan akan menurunkan nilai turbidity yang semula bernilai 33,8 dan 29,1 NTU. Penambahan koagulan dan flokulan dalam dosis tinggi tidak selalu menghasilkan kekeruhan yang rendah. Jumlah koagulan yang diperlukan untuk mengolah air tidak dapat dihitung dari kekeruhannya. Namun, penelitian harus dilakukan untuk mengetahuinya. Koagulasi melibatkan penambahan koagulan untuk menetralkan muatan partikel koloid dalam air, sementara flokulasi berfungsi untuk memperbesar ukuran partikel tersebut agar lebih mudah mengendap [14]. Dosis koagulan yang berlebihan dapat mengakibatkan pembentukan flok yang tidak stabil, yang pada akhirnya dapat mengurangi efisiensi pengendapan [15].

Hasil percobaan menunjukkan dari beberapa variasi yang dilakukan bahwa dosis optimum yang didapat pada penambahan 1,5 ppm koagulan dan 0,5 ppm flokulan dengan pH 9. Ini karena mampu menurunkan nilai turbiditas hingga 0,99 NTU dan TSS hingga 0,0132 ppm. Efisiensi penggunaan koagulan dan flokulan juga menjadi hal yang penting dalam industri karena berkaitan dengan biaya, semakin sedikit koagulan dan flokulan yang digunakan maka nilai penurunan turbiditas dan TSS yang diperoleh tidak terlalu buruk dibandingkan penggunaan yang terlalu banyak dengan hasil yang lebih bagus karena akan memakan biaya yang lebih mahal.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dosis koagulan dan flokulan sangat mempengaruhi terhadap pH dan turbidity. Penambahan koagulan dan flokulan menyebabkan terjadinya perubahan pH setelah proses koagulasi-flokulasi. Pada hasil percobaan nilai turbidity pH 8 dan pH 9 mengalami fluktuatif

setiap dosis yang diberikan, namun dengan penambahan koagulan dan flokulan akan menurunkan nilai turbidity. Didapatkan hasil bahwa dosis optimum yang didapat pada percobaan *jar test* dengan menambahkan koagulan sebanyak 1,5 ppm, flokulan 0,5 ppm dan nilai pH 9.

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

REFERENSI

- [1] M. H. Fauzan, dan M. Ali, "Analisa *Jar Test* Untuk Mengetahui Dosis Optimum Harian *Poly Aluminium Chloride* (PAC) di PDAM Krian". *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, vol. 2, no. 4, hal. 41-48, 2024.
- [2] A. Santoso, Y. S. Tjahjaniningsih, dan D. I. Handayani, "Optimasi Penggunaan Koagulan Pada *Waste Water Treatment Plant* di PT Paiton Operation and Maintenance Indonesia (PT. POMI)." *Journal of Industrial System Engineering* vol. 1, no. 1, hal. 1-6, 2022.
- [3] Wahyudin, dan H. Kiki, "Optimalisasi Dosis Aluminium Sulfat dalam Metode *Jar Test* pada IPA di PDAM Tirta Prabujaya Kota Prabumulih." *Jurnal Kolaboratif Sains* vol. 5, no.12, hal. 834-838, 2022.
- [4] Riskawanti, L. B. Honesty, C. Irawan, dan A. Taruna, "Pengolahan Limbah Perendaman Karet Rakyat dengan Metode Koagulasi Dan Flokulasi Menggunakan Aluminium Sulfat, Ferri Klorida, Dan Poli Aluminium Klorida (PAC)." *Biopropal Industri*, vol.7, no.1, hal. 17-25, 2016.
- [5] S. F. Ekoputri, A. Rahmatunnissa, F. Nulfaidah, Y. Ratnasari, M. Djaeni, dan D. A. Sari, "Pengolahan air limbah dengan metode koagulasi flokulasi pada industri kimia". *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 9, no.1, hal. 7781-7787, 2024.
- [6] S. Raghuvanshi, V. Bhakar, C. Sowmya, dan K. S. Sangwan, "Waste water treatment plant life cycle assessment: treatment process to reuse of water," *Procedia CIRP*, vol. 61, hal. 761–766, 2017.
- [7] Z. Badrus, "Potential of Natural flocculant in coagulation-flocculation wastewater treatment process," *E3S Web of Conferences*, hal. 1–5, 2018.
- [8] E. Winoto, Sisnayati, Yhopie dan S. Aprilyanti, "Perbandingan Penggunaan Tawas dan PAC Terhadap Kekeruhan dan pH Air Baku PDAM Tirta Musi Palembang." *Jurnal Redoks* vol.6, no.2, hal. 107-116, 2021.
- [9] N. Wityasari. "Penentuan dosis optimum pac (poly aluminium chloride) pada pengolahan air bersih di ipa Tegal besar pdam Jember." (2015).
- [10] N. I. F. Nisa, dan A. Aminudin. "Pengaruh Penambahan Dosis Koagulan Terhadap Parameter Kualitas Air dengan Metode Jartest." *JRST (Jurnal Riset Sains dan Teknologi)*, vol.3, no.2, hal. 61-67, 2019.
- [11] A. Syahputra, D. W. Utama, dan U. N. Harahap. "Efektivitas Pemberian Koagulan Dan

- Flokulan Terhadap Proses Penjernihan Air Di Pabrik Kelapa Sawit Pt. Palmaris Raya Mandailing Natal." *MeSTErI Journal*, vol.1, no.1, hal. 54-61, 2022.
- [12] A. Haslinah. "Optimalisasi serbuk biji kelor (*Moringa oleifera*) sebagai koagulan untuk menurunkan turbiditas dalam limbah cair industri tahu." *ILTEK Journal* vol.11, hal. 1629-1633, 2016.
- [13] A. Zakaria, S. Sauri, dan D. M. Fadela. "Efisiensi Penurunan Kadar COD, TSS, dan TDS pada Air Limbah Industri Pangan menggunakan Koagulan Poly Alumunium Chloride dengan metode Jar Test." *Warta Akab*, vol.45, no. 2, 2021.
- [14] R. Afdal, dan F. Fadhilah. "Optimasi Penggunaan Koagulan PC300 dan Flokulan A100 untuk Proses Pengolahan Air Limbah Tambang di WWTP01 PT. Mitrabara Adiperdana, Tbk." *Bina Tambang*, vol. 5, no. 1, hal. 1-10, 2020.
- [15] R. Putra, B. Lebum dan A. M. Rambe . "Pemanfaatan biji kelor sebagai koagulan pada proses koagulasi limbah cair industri tahu dengan menggunakan jar test." *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. 2, no. 2, hal. 28-31, 2013.