Jurnal Serambi Engineering JSE
Volume XI, No.4, Oktober 2026 Hal 21665 - 21670
p-ISSN : 2528-3561
e-ISSN : 2541-1934

Pengaruh Variasi Dosis Koagulan dan Waktu Pengendapan terhadap Penyisihan Kekeruhan Air Sungai Menggunakan Proses Koagulasi–Flokulasi–Sedimentasi Pada Kali Bonagung Surabaya

Tiyan Ihlashulamal, Aussie Amalia*, R. M. Alghaf Dienullah

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya
***Koresponden email**: aussieamalia.tl@upnjatim.ac.id

Diterima: 13 Agustus 2026 Disetujui: 24 Agustus 2026

Abstract
Turbidity is one of the primary parameters used to evaluate raw water quality because it reflects the presence of suspended solids and colloidal particles that may reduce the effectiveness of water treatment processes. Coagulation–flocculation–sedimentation is one of the most widely applied treatment methods for turbidity removal. This study aimed to evaluate the effect of coagulant dosage and sedimentation time on turbidity removal from Kali Bonagung River water, Surabaya. Jar test experiments were conducted using coagulant dosages of 150, 200, and 250 mg/L with sedimentation times of 30, 60, and 90 minutes. Turbidity was analyzed using the turbidimetric method. The results demonstrated that increasing the coagulant dosage significantly improved turbidity removal efficiency. The optimum performance was achieved at a coagulant dosage of 250 mg/L, resulting in turbidity values of 0.195 NTU, 0.035 NTU, and 0.025 NTU after 30, 60, and 90 minutes of sedimentation, respectively. The highest turbidity removal efficiency reached 99.52% at the combination of a 250 mg/L coagulant dosage and 90 minutes of sedimentation. In contrast, the influence of sedimentation time depended on the stability of floc formation during the coagulation–flocculation process. These findings indicate that optimizing coagulant dosage and sedimentation time effectively enhances the performance of the coagulation–flocculation–sedimentation process for river water turbidity removal.
Keywords: *coagulation, flocculation, sedimentation, turbidity, jar test, river water*

Abstrak
Kekeruhan merupakan salah satu parameter utama yang menentukan kualitas air baku karena berkaitan dengan keberadaan partikel tersuspensi dan koloid yang dapat mengganggu proses pengolahan air. Salah satu metode yang umum diterapkan untuk menurunkan kekeruhan adalah proses koagulasi–flokulasi–sedimentasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi dosis koagulan dan waktu pengendapan terhadap efisiensi penyisihan kekeruhan air Sungai Kali Bonagung, Surabaya. Pengujian dilakukan menggunakan metode *jar test* dengan variasi dosis koagulan sebesar 150, 200, dan 250 mg/L serta waktu pengendapan selama 30, 60, dan 90 menit. Parameter yang dianalisis adalah kekeruhan menggunakan metode turbidimetri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan dosis koagulan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kekeruhan. Dosis koagulan 250 mg/L menghasilkan kinerja terbaik dengan nilai kekeruhan masing-masing sebesar 0,195 NTU, 0,035 NTU, dan 0,025 NTU pada waktu pengendapan 30, 60, dan 90 menit. Efisiensi penyisihan kekeruhan tertinggi mencapai **99,52%** pada kombinasi dosis koagulan 250 mg/L dan waktu pengendapan 90 menit. Sementara itu, peningkatan waktu pengendapan memberikan pengaruh yang bergantung pada efektivitas pembentukan flok selama proses koagulasi dan flokulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi dosis koagulan dan waktu pengendapan yang optimum mampu meningkatkan efisiensi proses koagulasi–flokulasi–sedimentasi dalam menurunkan kekeruhan air Sungai.
Kata Kunci: *koagulasi, flokulasi, sedimentasi, kekeruhan, jar test, air sungai*

1. Pendahuluan

Air sungai merupakan salah satu sumber air baku utama untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat. Namun, peningkatan aktivitas domestik, pertanian, dan industri menyebabkan kualitas air sungai terus mengalami penurunan, salah satunya ditandai dengan meningkatnya nilai kekeruhan[1]. Tingginya kekeruhan menunjukkan keberadaan partikel tersuspensi, koloid, bahan organik, serta material anorganik yang dapat mengganggu proses pengolahan air dan menurunkan kualitas air hasil pengolahan. Salah satu parameter yang paling sering digunakan untuk menggambarkan kondisi tersebut adalah

kekeruhan[2]. Nilai kekeruhan yang tinggi dapat mengganggu proses pengolahan air karena menurunkan efektivitas filtrasi, meningkatkan kebutuhan bahan kimia, serta mengurangi efisiensi proses desinfeksi akibat terlindunginya mikroorganisme oleh partikel tersuspensi [3][4]. Oleh karena itu, pengendalian kekeruhan menjadi salah satu tahapan penting dalam sistem pengolahan air bersih. Koagulasi–flokulasi–sedimentasi merupakan proses konvensional yang paling banyak diterapkan pada instalasi pengolahan air karena sederhana, ekonomis, dan mampu menghilangkan partikel tersuspensi maupun koloid secara efektif[5]. Pada proses koagulasi terjadi destabilisasi partikel melalui mekanisme netralisasi muatan, sedangkan proses flokulasi memungkinkan partikel-partikel kecil bergabung membentuk flok berukuran lebih besar sehingga mudah mengendap selama proses sedimentasi[6]. Efektivitas proses ini sangat dipengaruhi oleh jenis koagulan, dosis koagulan, kondisi pengadukan, dan waktu pengendapan.[7]

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa peningkatan dosis koagulan tidak selalu menghasilkan efisiensi penyisihan kekeruhan yang lebih tinggi. Dosis yang terlalu rendah menyebabkan destabilisasi partikel tidak berlangsung sempurna, sedangkan dosis yang terlalu tinggi dapat menyebabkan restabilisasi partikel sehingga efisiensi pengendapan menurun[8]. Selain dosis koagulan, waktu sedimentasi juga menentukan keberhasilan pemisahan flok karena berkaitan dengan kesempatan flok untuk mengendap secara gravitasi[9]. Oleh sebab itu, diperlukan penentuan kombinasi dosis koagulan dan waktu pengendapan yang optimum agar proses pengolahan berlangsung secara efisien.

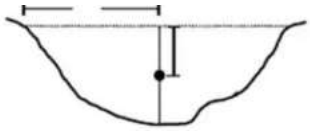
Meskipun proses koagulasi–flokulasi–sedimentasi telah banyak diterapkan dalam pengolahan air, sebagian besar penelitian masih berfokus pada optimasi dosis koagulan atau jenis koagulan secara terpisah[10][11]. Kajian yang mengevaluasi pengaruh variasi dosis koagulan terhadap perubahan kekeruhan pada beberapa waktu pengendapan secara simultan masih relatif terbatas, khususnya pada karakteristik air sungai yang memiliki tingkat kekeruhan rendah hingga sedang. Kondisi ini menunjukkan perlunya penelitian untuk memperoleh kondisi operasi yang optimum sehingga efisiensi penyisihan kekeruhan dapat ditingkatkan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi dosis koagulan dan waktu pengendapan terhadap penyisihan kekeruhan air sungai menggunakan proses koagulasi–flokulasi–sedimentasi. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kombinasi dosis koagulan dan waktu pengendapan yang paling efektif dalam menurunkan kekeruhan sehingga dapat menjadi dasar dalam pengoperasian unit koagulasi–flokulasi–sedimentasi pada pengolahan air permukaan..

2. Metode Penelitian

Pada penelitian kali ini dilakukan di Laboratorium Research Center UPN Veteran Jawa Timur. Sampel yang digunakan pada penelitian ini menggunakan air sungai Kali Bonagung yang terletak di Kota Surabaya. Menggunakan Metode SNI 8995:2021 tentang Metode Pengambilan Contoh Uji Air untuk Pengujian Fisika dan Kimia[12]. Air baku yang digunakan dalam penelitian ini merupakan air sungai yang diambil dari Kali Bonagung, yang berada di depan Kampus Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Kota Surabaya. Lokasi pengambilan sampel berada pada titik koordinat 7°19'54,3" LS dan 112°47'14,5" BT (Latitude -7.3317494; Longitude 112.7873555). Kali Bonagung dipilih sebagai lokasi penelitian karena merupakan salah satu badan air permukaan yang menerima aliran limpasan dari aktivitas perkotaan serta saluran buangan yang berasal dari kawasan *Surabaya Industrial Estate Rungkut* (SIER) sebelum bermuara ke laut. Kondisi tersebut menyebabkan kualitas air sungai berpotensi mengalami penurunan akibat masuknya padatan tersuspensi, material koloid, serta berbagai bahan pencemar yang memengaruhi tingkat kekeruhan air.

Pengambilan sampel dilakukan pada pagi hari untuk meminimalkan pengaruh fluktuasi kualitas air yang disebabkan oleh perubahan suhu dan aktivitas di sekitar sungai. Selain itu, pengambilan sampel dilakukan setelah tidak terjadi hujan selama dua hari berturut-turut guna menghindari pengaruh limpasan permukaan yang dapat meningkatkan konsentrasi padatan tersuspensi dan menyebabkan variasi kekeruhan yang tidak merepresentasikan kondisi normal sungai.



Keterangan:
A adalah jarak $^1/_2$ kali lebar sungai;
B adalah jarak $^1/_2$ kali kedalaman sungai dari permukaan;
● adalah titik pengambilan contoh uji

Gambar 1 Metode Sampling
Sumber : SNI 8995:2021

Proses Koagulasi, Flokulasi dan Sedimentasi

Dalam penelitian mengenai proses koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi ini, serangkaian alat dan bahan dipersiapkan untuk menunjang kelancaran eksperimen. Peralatan utama yang digunakan meliputi *beaker glass* berkapasitas 1000 ml dan 100 ml sebagai wadah sampel pengujian, *magnetic stirrer* untuk proses penghomogenan, serta *stopwatch* untuk mengukur waktu pengendapan. Selain itu, digunakan pula *pipet pump*, labu ukur 1000 ml, dan timbangan analitik untuk memastikan presisi takaran reagen yang digunakan.

Adapun bahan baku utama yang menjadi objek pengujian dalam penelitian ini adalah sampel air sungai. Proses pengolahan dilakukan dengan menambahkan koagulan tawas yang telah dipersiapkan menggunakan *aquadest* untuk mengevaluasi pembentukan flok pada sampel. Seluruh simulasi pengolahan air ini dilakukan menggunakan metode *Jar Test*. Skema dan konfigurasi peralatan pada percobaan menggunakan instrumen *Jar Test* dapat dilihat secara rinci pada **Gambar 2**. Skema Alat pada percobaan jar test menggunakan alat jartest ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 2 Gambar Proses Jar Test
Sumber: Data Penelitian, 2026

Untuk mengukur tingkat efektivitas proses pengolahan, penelitian ini berfokus pada penentuan kondisi paling optimum dari dua variabel utama. Variabel pertama adalah dosis koagulan tawas, di mana pengujian dilakukan dengan memberikan variasi dosis sebesar 150 mg/L, 200 mg/L, dan 250 mg/L untuk menemukan dosis yang paling efektif dalam pembentukan flok. Variabel kedua adalah waktu pengendapan sedimentasi, yang bertujuan untuk mencari durasi pengendapan paling optimum. Pada variabel ini, waktu sedimentasi divariasikan menjadi 30, 60, dan 90 menit guna mengamati pengaruh rentang waktu terhadap kualitas pemisahan partikel.

3. Hasil dan Pembahasan

Karakteristik air baku yang diperoleh diharapkan mampu menggambarkan kondisi kualitas air Kali Bonagung pada saat penelitian dilaksanakan. Nilai kekeruhan tersebut menunjukkan masih adanya partikel tersuspensi dan koloid di dalam air sehingga diperlukan proses pengolahan untuk menurunkan tingkat kekeruhan sebelum air dapat dimanfaatkan sebagai air bersih. Oleh karena itu, proses koagulasi–flokulasi–sedimentasi diterapkan dalam penelitian ini untuk mengevaluasi pengaruh variasi dosis koagulan dan waktu pengendapan terhadap efisiensi penyisihan kekeruhan. Hasil karakterisasi awal pada air Sungai Kali Bonagung seperti pada **Tabel 1**.

Jurnal Serambi Engineering JSE
Volume XI, No.4, Oktober 2026 Hal 21665 - 21670
p-ISSN : 2528-3561
e-ISSN : 2541-1934

Tabel 1. Tabel Karakteristik Awal

No	Parameter	Unit	Hasil Pengujian
1.	pH	-	8
2.	Suhu	℃	29
3.	Kekeruhan	NTU	5,2

Sumber: Data Percobaan, 2026

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil running proses koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi dengan hasil running pada tabel:

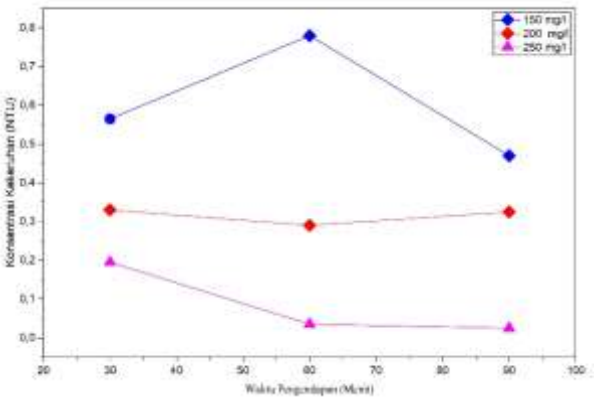
Tabel 2. Tabel Hasil Proses Jar Test

No.	Dosis Koagulan (mg/L)	Waktu Pengendapan		
		30 menit	60 menit	90 menit
1.	150	0,565	0,78	0,47
2.	200	0,33	0,29	0,325
3.	250	0,195	0,035	0,025

Sumber: Hasil Penelitian, 2026

Pengaruh Dosis Koagulan Terhadap Penurunan Kekeruhan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan dosis koagulan memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan nilai kekeruhan air setelah proses koagulasi–flokulasi–sedimentasi. Peningkatan dosis koagulan dari 150 mg/L menjadi 250 mg/L menghasilkan penurunan konsentrasi kekeruhan pada seluruh variasi waktu pengendapan. Kondisi ini menunjukkan bahwa penambahan koagulan mampu meningkatkan efisiensi proses destabilisasi partikel koloid sehingga pembentukan flok berlangsung lebih optimal [8].



Gambar 3 Grafik Pengaruh dosis koagulan
Sumber: Hasil Penelitian, 2026

Pada waktu pengendapan 30 menit, peningkatan dosis koagulan dari 150 mg/L menjadi 200 mg/L menurunkan nilai kekeruhan dari 0,565 NTU menjadi 0,330 NTU atau sekitar 41,6%. Ketika dosis koagulan ditingkatkan menjadi 250 mg/L, nilai kekeruhan kembali menurun menjadi 0,195 NTU atau sekitar 40,9% lebih rendah dibandingkan dosis 200 mg/L. Pola yang sama juga terlihat pada waktu pengendapan 60 menit dan 90 menit, di mana dosis 250 mg/L selalu menghasilkan nilai kekeruhan paling rendah dibandingkan dosis lainnya.

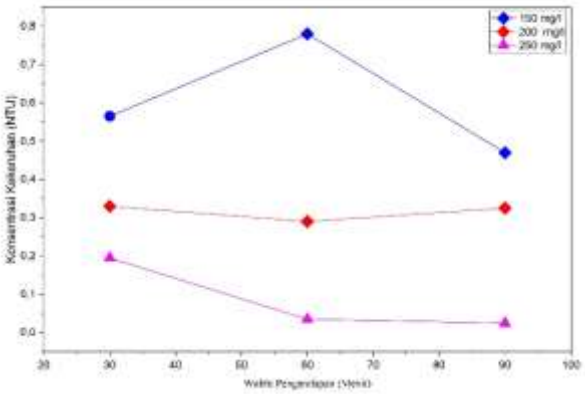
Peningkatan efisiensi penyisihan kekeruhan seiring bertambahnya dosis koagulan terjadi karena jumlah ion bermuatan positif yang dilepaskan oleh koagulan semakin banyak sehingga proses netralisasi muatan partikel koloid berlangsung lebih efektif[13]. Partikel-partikel yang sebelumnya stabil akibat adanya gaya tolak-menolak elektrostatik mulai kehilangan kestabilannya dan saling bertumbukan membentuk flok berukuran lebih besar. Flok yang berukuran besar memiliki massa jenis lebih tinggi sehingga lebih mudah mengendap selama proses sedimentasi.

Sebaliknya, pada dosis koagulan 150 mg/L proses pembentukan flok belum berlangsung secara optimum sehingga masih terdapat partikel-partikel halus yang tetap tersuspensi di dalam air. Hal ini menyebabkan nilai kekeruhan yang dihasilkan masih relatif tinggi dibandingkan dosis 200 mg/L maupun 250 mg/L. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan dosis koagulan hingga 250 mg/L masih berada pada kondisi optimum karena mampu menghasilkan flok yang lebih stabil tanpa menunjukkan indikasi terjadinya restabilisasi partikel akibat kelebihan koagulan.

Secara keseluruhan, dosis koagulan 250 mg/L merupakan kondisi terbaik dalam penelitian ini karena menghasilkan nilai kekeruhan terendah pada seluruh variasi waktu pengendapan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dosis koagulan merupakan faktor utama yang menentukan keberhasilan proses koagulasi dalam menurunkan kekeruhan air.

Pengaruh Waktu Pengendapan Sedimentasi Terhadap Penurunan Kekeruhan

Selain dosis koagulan, waktu pengendapan juga memberikan pengaruh terhadap efektivitas penyisihan kekeruhan. Proses sedimentasi berfungsi memberikan kesempatan bagi flok yang telah terbentuk pada tahap flokulasi untuk mengendap akibat gaya gravitasi[14]. Semakin sempurna proses pengendapan, maka semakin sedikit partikel tersuspensi yang masih berada di dalam air sehingga nilai kekeruhan menjadi lebih rendah.



Gambar 4. Grafik Pengaruh Waktu Pengendapan

Pada dosis koagulan 150 mg/L, perubahan waktu pengendapan tidak menunjukkan pola penurunan yang konsisten. Nilai kekeruhan meningkat dari 0,565 NTU pada menit ke-30 menjadi 0,780 NTU pada menit ke-60, kemudian menurun menjadi 0,470 NTU pada menit ke-90. Fluktuasi tersebut menunjukkan bahwa flok yang terbentuk pada dosis 150 mg/L belum cukup kuat untuk mempertahankan strukturnya selama proses sedimentasi. Kemungkinan masih terdapat flok berukuran kecil yang mudah pecah (*floc breakage*) atau mengalami resuspensi sehingga menyebabkan nilai kekeruhan meningkat pada waktu pengendapan 60 menit.

Berbeda dengan dosis 150 mg/L, penggunaan dosis 200 mg/L menghasilkan nilai kekeruhan yang relatif stabil selama proses pengendapan, yaitu 0,330 NTU pada 30 menit, 0,290 NTU pada 60 menit, dan 0,325 NTU pada 90 menit. Perubahan yang relatif kecil tersebut mengindikasikan bahwa sebagian besar flok telah mengendap pada tahap awal sedimentasi sehingga penambahan waktu pengendapan hingga 90 menit tidak memberikan peningkatan efisiensi yang signifikan.

Pada dosis koagulan 250 mg/L, peningkatan waktu pengendapan memberikan pengaruh yang lebih nyata terhadap penurunan kekeruhan. Nilai kekeruhan menurun dari 0,195 NTU pada menit ke-30 menjadi 0,035 NTU pada menit ke-60 dan kembali menurun menjadi 0,025 NTU pada menit ke-90. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa flok yang terbentuk pada dosis koagulan 250 mg/L memiliki ukuran yang lebih besar dan struktur yang lebih kompak sehingga proses sedimentasi berlangsung lebih efektif. Meskipun demikian, selisih nilai kekeruhan antara waktu pengendapan 60 dan 90 menit hanya sebesar 0,010 NTU. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar flok sebenarnya telah berhasil diendapkan dalam waktu 60 menit.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh waktu pengendapan sangat bergantung pada efektivitas proses koagulasi yang mendahuluinya. Waktu pengendapan yang lebih lama tidak selalu menghasilkan penyisihan kekeruhan yang lebih tinggi apabila flok yang terbentuk belum stabil. Sebaliknya, apabila proses koagulasi dan flokulasi berlangsung secara optimum, penambahan waktu pengendapan akan memberikan kesempatan yang lebih besar bagi flok untuk mengendap secara sempurna sehingga menghasilkan air dengan tingkat kekeruhan yang lebih rendah.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi dosis koagulan dan waktu pengendapan berpengaruh terhadap efektivitas penyisihan kekeruhan pada proses koagulasi–flokulasi–sedimentasi. Peningkatan dosis koagulan menghasilkan penurunan nilai kekeruhan yang semakin baik karena mampu meningkatkan proses

destabilisasi partikel koloid serta pembentukan flok yang lebih besar dan stabil. Dosis koagulan 250 mg/L memberikan kinerja terbaik dengan menghasilkan nilai kekeruhan terendah pada seluruh variasi waktu pengendapan. Sehingga dapat menurunkan parameter kekeruhan dengan optimum sebanyak 99,52 %, Sedangkan pada waktu pengendapan 60 menit persentase removalnya sebesar 99,33% dengan nilai kekeruhan akhir 0,035 NTU. Selisih efisiensi sebesar 0,19% menunjukkan bahwa waktu pengendapan 60 menit dapat dipertimbangkan sebagai alternatif kondisi operasi yang lebih efisien apabila mempertimbangkan aspek waktu proses dan kapasitas unit sedimentasi, tanpa mengurangi kinerja penyisihan kekeruhan secara signifikan. Dapat disimpulkan bahwa pengolahan koagulasi, flokulasi dan sedimentasi masih optimum dalam menurunkan Tingkat kekeruhan pada pengolahan air sungai.

5. Referensi

[1] S. Yudo and N. I. Said, "Kondisi Kualitas Air Sungai Surabaya Studi Kasus: Peningkatan Kualitas Air Baku PDAM Surabaya," *J. Teknol. Lingkung.*, vol. 20, no. 1, p. 19, 2019, doi: 10.29122/jtl.v20i1.2547.

[2] F. Z. Harun, F. K. Rahmawati, and N. I. R. Umadji, "Analisis Parameter Kekeruhan pada Sistem Pengolahan Air Baku di Kota Gorontalo," *J. Environ. Eng. Res.*, vol. 3, no. 1, pp. 4–7, 2025.

[3] N. Fadillatur, "Coagulation-floculation process in water remediation," *Environ. Toxicol. Manag.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2024.

[4] R. M.T., N. Nahar, I. Irwan, and U. Hasanah, "Application of the Coagulation Jar Test Method for the Treatment of Coal Wastewater in Industrial Wastewater Management," *J. Teknol.*, vol. 25, no. 1, p. 50, 2025, doi: 10.30811/teknologi.v25i1.6437.

[5] Suryani and Guskarnali, "Pengaruh Penggunaan Tawas Terhadap Kecepatan Pengendapan Dan Kualitas Brightness Pada Kaolin," in *Prosiding Seminar Penlitian Dan Pengabdian Masyarakat*, 2020, vol. 9, pp. 8–9.

[6] Ridwan, Ridwan, et al. "Potensi Hilirisasi Instalasi Pengolahan Air dengan Unit Sedimentasi Metode Continous Discharges Flow." *Jurnal Ilmu Lingkungan* 22.6 (2024): 1537-1544.

[7] M. Afolabi *et al.*, "Systematic Review of Coagulation-Flocculation Kinetics and Optimization in Municipal Water Purification Units," *IRE Journals*, vol. 3, no. 8, pp. 259–275, 2020.

[8] E. Rizki and T. Agung, "Degradasi Limbah Tahu Dengan Koagulasi Flokulasi Aluminium Sulfat dan Fotokatalis TiO2 dalam Tangki Berpengaduk," *Envirous*, vol. 2, no. 1, pp. 56–60, 2021.

[9] O. Baatache, A. Benalia, K. Derbal, A. Khalfaoui, and A. Pizzi, "Optimized Coagulation Flocculation of Drinking Water Using Pine cone-Based Bio-Coagulants: A Comparative Study of Different Extracts," *Water (Switzerland)*, vol. 17, no. 12, pp. 1–23, 2025, doi: 10.3390/w17121793.

[10] Mursitaningrum, Audy Putri, Dea Kirana Fricilia, and Lisa Adhani. "Efektivitas Koagulan PAC dan Aluminium Sulfat dengan Kombinasi Flokulan pada Limbah Cair Pabrik Sepeda Motor." *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains* 7.2 (2024): 90-95.

[11] N. I. Abdillah and M. Mirwan, "Kombinasi Koagulasi – Flokulasi dan Filtrasi Menggunakan Bahan Alami Pada Limbah Cair Laundry Untuk Menurunkan Parameter TSS dan Kekeruhan," vol. IX, no. 4, pp. 11063–11077, 2024.

[12] Baherem, Baherem, Suprihatin Suprihatin, and Nastiti Siswi Indrasti. "Strategi pengelolaan Sungai Cibanten Provinsi Banten berdasarkan analisis daya tampung beban pencemaran air dan kapasitas asimilasi." *Journal of Natural Resources and Environmental Management* 4.1 (2014): 127020.

[13] P. A. Wildanum, "Efektivitas Pengolahan Koagulasi Flokulasi Sequencing Batch Reactor (Sbr) Pada Kali Kebon Agung Sebagai Air Bersih," UPN Veteran Jawa Timur, 2023.

[14] F. Adnan, C. Anggita, and M. Busyairi, "Perencanaan Pengembangan Instalasi Pengolahan Air (Ipa) Unit Cendana Perusahaan Daerah Air Minum (Pdam) Kota Samarinda," *J. Teknol. Lingkung.*, vol. 4, no. 2, pp. 1–6, 2020.

.