

Optimalisasi Penggunaan Dosis PAC Dalam Proses Pengelolaan Air Bersih IPAM Deli Tua Menggunakan Metode Jar Test

Yulia Khairina Ashar^{1*}, Deviani Arianti Putri², Della Prisca³, Fazila Septiani Santoso⁴,
Fathi Farahat As Shofa⁵, Raudhatul Jannah⁶

^{1,2,3,4,5,6} Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Islam Negeri
Sumatera Utara, Jl. Lapangan Golf, Kp. Tengah, Kec. Pancur Batu,
Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara
Email: yuliakhairinaa@uinsu.ac.id^{1*}

Abstrak

Air bersih merupakan kebutuhan pokok masyarakat yang harus dipenuhi secara berkelanjutan. PDAM Deli Tua menggunakan bahan koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) dalam proses pengolahan air bersih. Namun, efektivitas PAC sangat bergantung pada dosis yang digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis optimum PAC dalam proses pengolahan air bersih di Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Deli Tua menggunakan metode Jar Test. Hasil penelitian ini memberikan manfaat praktis sebagai dasar penentuan dosis PAC yang lebih efisien dan ekonomis dalam operasional instalasi pengolahan air. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi referensi bagi pengelola PDAM dalam menjaga konsistensi kualitas air olahan serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Pengujian dilakukan pada tiga waktu pengambilan sampel, yaitu pagi, sore, dan malam hari, dengan parameter utama kekeruhan dan pH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis optimum PAC bervariasi antara 24–28 ppm tergantung pada kondisi air baku. Pada pagi hari (kekeruhan 94 NTU), dosis optimum adalah 28 ppm dengan efektivitas 98%. Pada sore hari (kekeruhan 25 NTU), dosis optimum 24 ppm dengan efektivitas 93%. Sedangkan pada malam hari, dosis optimum kembali meningkat menjadi 28 ppm dengan efektivitas 94%. Nilai pH pada seluruh pengujian relatif stabil dikisaran 6,9–7,0, sesuai baku mutu air bersih. Dengan demikian, PAC terbukti efektif sebagai koagulan dalam proses pengolahan air bersih di PDAM Deli Tua. Penentuan dosis optimum perlu dilakukan secara berkala karena kondisi air baku dapat berubah setiap hari. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi acuan bagi PDAM untuk meningkatkan efisiensi pengolahan air serta menghemat penggunaan bahan kimia.

Keywords: Dosis optimum, Jar test, Nephelometric turbidity unit, Poly aluminium chloride

PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan dasar masyarakat, khususnya di daerah perkotaan, untuk menunjang aktivitas sehari-hari serta meningkatkan derajat kesehatan dan kesejahteraan sosial. Konsumsi air bersih yang dikelola secara higienis berperan penting dalam mencegah berbagai penyakit berbasis lingkungan. Di Sumatera Utara, sebagian besar masyarakat memperoleh air bersih dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), yang merupakan Badan Usaha Milik Daerah

(BUMD) dengan tanggung jawab menyediakan layanan air bersih yang aman, terjangkau, dan berkelanjutan bagi masyarakat (Awaludin Salilama, 2020; Onibala & Ali, 2024).

Sumber air baku yang digunakan PDAM umumnya berasal dari air permukaan seperti sungai, danau, dan waduk, yang memiliki karakteristik kualitas fisik dan kimia yang berbeda-beda. Sungai menjadi salah satu sumber air baku utama karena ketersediaannya yang melimpah, termasuk di wilayah Deli Tua. Namun, air

permukaan rentan mengalami pencemaran akibat aktivitas manusia, sehingga tidak dapat langsung digunakan sebagai air minum. Oleh karena itu, diperlukan proses pengolahan air yang efektif, khususnya melalui tahapan koagulasi dan flokulasi untuk menurunkan kekeruhan serta menghilangkan partikel tersuspensi dan zat pencemar lainnya (Collins et al., 2021; Putri Cahyaning Sri Hartini & Munawar Ali, 2024).

Namun, tidak semua air dapat langsung digunakan sebagai air minum karena sebagian besar sumber air telah mengalami pencemaran akibat aktivitas manusia. Proses pengolahan tersebut pada umumnya melibatkan tahapan koagulasi dan flokulasi yang berfungsi untuk menghilangkan kekeruhan serta partikel halus penyebab pencemaran dalam air (Putri Cahyaning Sri Hartini & Munawar Ali, 2024).

Poly Aluminium Chloride (PAC) merupakan salah satu koagulan yang banyak digunakan dalam pengolahan air karena kemampuannya membentuk flok lebih cepat, stabil pada berbagai kondisi pH, serta tidak terlalu menurunkan pH air jika dibandingkan dengan tawas. Meskipun demikian, efektivitas PAC sangat dipengaruhi oleh dosis, pH, dan tingkat kekeruhan awal air baku. Penggunaan PAC yang tidak sesuai dosis dapat menyebabkan pemborosan bahan kimia dan menurunkan efisiensi proses pengolahan. Oleh sebab itu, penentuan dosis optimum PAC menjadi faktor penting agar proses koagulasi–flokulasi berlangsung efektif dan efisien

(Rahman et al., 2023, Putri Cahyaning Sri Hartini & Munawar Ali, 2024).

Di PDAM Tirtanadi Deli Tua, proses pengolahan air bersih menggunakan PAC sebagai koagulan utama dengan sumber air baku dari sungai. Penentuan dosis PAC dilakukan secara berkala pada waktu yang berbeda, yaitu pagi, sore, dan malam hari, untuk menyesuaikan variasi kualitas air baku. Salah satu metode yang umum digunakan untuk menentukan dosis optimum koagulan adalah metode *jar test*, yaitu pengujian skala laboratorium yang mensimulasikan proses koagulasi–flokulasi dan mengevaluasi perubahan parameter kualitas air seperti kekeruhan, pH, dan total dissolved solids (TDS).

Karena lingkup kerja Jar Test ini adalah skala laboratorium, sehingga perbandingan volume air baku yang diteliti dengan volume air baku dalam proses koagulasi adalah 1:1500. Hasil dari Jar Test yaitu mendapatkan hubungan antara nilai kekeruhan, pH dan dosis koagulan yang digunakan. kebutuhan sehari – hari adalah tingkat kekeruhannya.(Arista et al., 2025).

Proses pengolahan air di IPA Deli

Tua yaitu dengan penambahan PAC yang dilakukan sebanyak 3 kali dalam proses pengecekan dalam penentuan dosis PAC. Proses penentuan dosis PAC di IPA Deli Tua dilakukan pada pagi, siang dan malam hari.

Dalam menghitung optimalisasi dosis koagulan PAC yang digunakan yaitu dengan membandingkan data sebelum penambahan koagulan dan setelah penambahan koagulan dengan parameter

yang paling penting yaitu kekeruhannya sehingga didapatkan dosis yang dicari untuk optimalisasi.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis optimum penggunaan Poly Aluminium Chloride (PAC) dalam proses pengolahan air bersih di PDAM Tirtanadi Deli Tua menggunakan metode *jar test*. Selain itu, penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas PAC dalam menurunkan kekeruhan serta perubahan pH air baku pada berbagai waktu pengambilan sampel. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi dosis PAC yang paling efisien dan ekonomis guna meningkatkan kualitas air olahan serta kinerja instalasi pengolahan air bersih

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Tirtanadi Deli Tua dengan menggunakan sampel air baku yang berasal dari sungai. Pengambilan sampel dilakukan pada tiga waktu berbeda dalam satu hari, yaitu pagi, sore, dan malam, guna merepresentasikan variasi kualitas air baku harian.

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental skala laboratorium dengan metode *jar test* untuk menentukan dosis optimum koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) berdasarkan variasi tingkat kekeruhan air baku. Metode ini digunakan untuk mensimulasikan proses koagulasi-flokulasi yang terjadi pada instalasi pengolahan air bersih.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *jar test*, turbidimeter 2100P, komparator pH, beaker glass berkapasitas 1000 mL, pipet volume 10 mL dan 5 mL, serta labu ukur. Bahan yang digunakan terdiri atas sampel air baku PDAM Deli Tua, larutan PAC 1%, indikator Brom Thymol Blue, dan akuades.

Prosedur *jar test* dilakukan melalui tahapan sebagai berikut:

1. Seluruh peralatan dan bahan disiapkan dan dibersihkan sebelum digunakan.
2. Sampel air baku diperiksa terlebih dahulu nilai kekeruhan dan pH awalnya.
3. Larutan PAC 1% disiapkan dengan memipet larutan PAC, kemudian diencerkan menggunakan akuades hingga volume tertentu dan diaduk sampai homogen.
4. Masing-masing beaker glass diisi dengan 1000 mL sampel air baku.
5. Proses pengadukan cepat (*rapid mixing*) dilakukan pada kecepatan 140 rpm selama 5 menit.
6. PAC diinjeksi ke dalam masing-masing beaker glass dengan variasi dosis sesuai perhitungan.
7. Proses pengadukan lambat (*slow mixing*) dilakukan pada kecepatan 30 rpm selama 10 menit untuk pembentukan flok.
8. Setelah pengadukan selesai, agitator diangkat dan sampel didiamkan selama 20 menit untuk proses pengendapan.
9. Selama proses tersebut dilakukan pengamatan visual terhadap pembentukan dan pengendapan flok.

Parameter kualitas air yang pada masing-masing variasi dosis PAC untuk setiap waktu pengambilan sampel.

$$\text{Eff (\%)} = \frac{(\text{Nilai Awal} - \text{Nilai Akhir})}{\text{Nilai Awal}} \times 100\%$$

Eff = Efektivitas (%)

Nilai Awal= Nilai parameter sebelum proses koagulasi flokulasi

Nilai Akhir= Nilai parameter setelah proses koagulasi- flokulasi diamati dalam penelitian ini meliputi kekeruhan (NTU) dan pH.

Pengukuran parameter dilakukan setelah proses pengendapan selama 20 menit Efektivitas proses koagulasi-flokulasi dihitung berdasarkan penurunan nilai kekeruhan air baku menggunakan persamaan perbandingan antara nilai awal sebelum pengolahan dan nilai akhir setelah pengolahan. Dosis PAC optimum ditentukan berdasarkan nilai kekeruhan terendah yang diperoleh serta pH air olahan yang masih memenuhi standar kualitas air bersih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil uji jar test pagi hari

Dosis PAC (ppm)	Kekeruhan Akhir (NTU)	pH Akhir	Waktu Endap (menit)
24	2,21	6,9	20
26	1,90	6,9	20
28	1,63	6,9	20
30	1,37	6,9	20
32	1,15	6,9	20
34	1,01	6,9	20

Kekeruhan awal 25 NTU; pH awal 7,1
Dosis optimum: 24 ppm (Efektivitas ±93%)

Tabel 2. Hasil uji jar test sore hari

Dosis PAC (ppm)	Kekeruhan Akhir (NTU)	pH Akhir	Waktu Endap (menit)
24	1,53	6,9	20
26	1,45	6,9	20
28	1,40	6,9	20
30	1,32	6,9	20
32	1,20	6,9	20
34	1,05	6,9	20

Kekeruhan awal 25 NTU; pH awal 7,1
Dosis optimum: 24 ppm (Efektivitas ±93%)

Tabel 3. Hasil uji jar test malam hari

Dosis PAC (ppm)	Kekeruhan Akhir (NTU)	pH Akhir	Waktu Endap (menit)
24	2,00	6,9	20
26	1,86	6,9	20
28	1,39	6,9	20
30	1,42	6,9	20
32	1,25	6,9	20
34	1,02	6,9	20

Kekeruhan awal 25 NTU; pH awal 7,2
Dosis optimum: 28 ppm (Efektivitas ±94%)

Hasil penelitian menunjukkan adanya tren penurunan kekeruhan seiring peningkatan dosis PAC pada seluruh waktu pengambilan sampel. Namun, setelah mencapai dosis tertentu, penurunan kekeruhan cenderung melandai, yang mengindikasikan tercapainya kondisi dosis optimum. Penambahan koagulan di atas dosis optimum tidak memberikan penurunan kekeruhan yang signifikan dan berpotensi menyebabkan pemborosan bahan kimia.

Hubungan antara kekeruhan awal dan dosis PAC terlihat jelas, di mana air baku dengan kekeruhan tinggi (pagi hari, 94 NTU) memerlukan dosis PAC yang lebih besar (28 ppm) dibandingkan air baku dengan kekeruhan lebih rendah (sore hari, 25 NTU) yang mencapai kondisi optimum pada dosis 24 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan koagulan sangat dipengaruhi oleh konsentrasi partikel tersuspensi dalam air baku.

Perbandingan antar waktu pengambilan sampel menunjukkan bahwa dosis optimum PAC berada pada kisaran 24–28 ppm. Pada pagi hari, kekeruhan tinggi menyebabkan kebutuhan PAC meningkat, sedangkan pada sore hari dosis

yang lebih rendah sudah cukup untuk mencapai efektivitas tinggi. Pada malam hari, dosis optimum kembali meningkat menjadi 28 ppm, yang diduga dipengaruhi oleh fluktuasi kualitas air baku akibat aktivitas harian dan kondisi lingkungan. Meskipun demikian, nilai pH air olahan pada seluruh variasi dosis relatif stabil pada kisaran 6,9–7,0, menunjukkan bahwa penggunaan PAC tidak menimbulkan perubahan keasaman yang signifikan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Sari dan Rahmawati (2022) serta Zakaria et al.(2023) yang menyatakan bahwa efektivitas PAC dapat mencapai lebih dari 90% apabila dosis disesuaikan dengan kekeruhan awal air baku. Selain itu, Muhammad Hisyam Fauzan dan Munawar Ali (2024) juga melaporkan bahwa dosis optimum PAC dapat berbeda antar waktu pengambilan sampel akibat fluktuasi kualitas air baku. Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan pentingnya penerapan uji *jar test* secara berkala sebagai dasar penentuan dosis koagulan yang tepat dalam operasional instalasi pengolahan air.

Secara keseluruhan, penggunaan PAC dengan dosis optimum 24–28 ppm mampu menurunkan kekeruhan air hingga di bawah 5 NTU dan menjaga pH dalam rentang baku mutu air bersih sesuai Permenkes No. 2 Tahun 2023, sehingga layak diterapkan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas pengolahan air di PDAM Deli Tua

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM)

PDAM Deli Tua, dapat disimpulkan bahwa dosis optimum Poly Aluminium Chloride (PAC) dalam proses pengolahan air bersih bervariasi sesuai waktu pengambilan sampel. Dosis optimum diperoleh sebesar 28 ppm pada pagi hari dengan efektivitas 98,26%, 24 ppm pada sore hari dengan efektivitas 93,88%, dan 28 ppm pada malam hari dengan efektivitas 94,44%.

Penggunaan PAC terbukti sangat efektif dalam menurunkan kekeruhan air baku, di mana seluruh dosis optimum mampu menghasilkan kekeruhan akhir jauh di bawah ambang batas baku mutu air bersih (<5 NTU) serta menjaga pH tetap stabil pada kisaran 6,9–7,0, sesuai dengan Permenkes No. 2 Tahun 2023. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kekeruhan awal air baku, semakin besar dosis PAC yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi pengendapan optimal.

Implikasi dari penelitian ini menunjukkan bahwa penentuan dosis PAC secara berkala melalui uji *jar test* sangat penting bagi PDAM Deli Tua untuk meningkatkan efisiensi penggunaan bahan kimia, menjaga kestabilan kualitas air olahan, serta mendukung operasional instalasi pengolahan air yang lebih efektif dan ekonomis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PDAM Tirtanadi Cabang Deli Tua atas izin dan dukungan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Fakultas Kesehatan Masyarakat

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara (UIN SU) atas bimbingan akademik dan fasilitas yang telah disediakan dalam menunjang kegiatan penelitian.

Penulis turut menyampaikan apresiasi kepada dosen pembimbing, rekan satu tim penelitian, serta seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam pengumpulan data, analisis, dan penyusunan artikel ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta peningkatan kualitas pengolahan air bersih di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Arista, A., Andrie, A., & Hakim, H. (2025). Optimalisasi Dosis Penggunaan Pac (Poly Aluminium Chloride) Dalam Proses Pengolahan Air Bersih Di Pdam Tirta Bantimurung Menggunakan Metode Jar Test. *Journal Industrial Engineering and Management (JUST-ME)*, 5(02), 90–94.
<https://doi.org/10.47398/justme.v5i0.2.85>
- Awaludin Salilama. (2020). Analisis Kebutuhan Air Bersih (Pdam) Di Wilayah Kota Gorontalo. *Peradaban SaIns, Rekayasa Dan TeknoLogi*, 6(2), 102–114.
<https://core.ac.uk/download/pdf/288056194.pdf>
- Collins, S. P., Storrow, A., Liu, D., Jenkins, C. A., Miller, K. F., Kampe, C., & Butler, J. (2021). Optimalisasi Dosis Koagulan Dan Peningkatan Kinerja Pac (Poly Aluminium Klorida) Dengan Penambahan Kaustik Soda Dalam Proses Pengolahan Air Bersih Di Pdam Bandarmasih Kota Banjarmasin Menggunakan Metode Jar Test. 03(02), 167–186.
- Delita, A., Siswanto, P., Fuady, A. R., Kuswanto, S. H., & Yulianingsih, I. (2025). Pengaruh Penambahan Polyacrylamide (PAM) Terhadap pH, Total Dissolved Solid, dan Kekeruhan dengan Metode Jar Test pada Water Treatment Plant. *Jurnal Nasional Pengelolaan Energi*, 7(1), 17–26.
<https://doi.org/10.37525/mz/2025>
- Dewi, F., Pratama, R., & Hidayat, A. (2020). Hubungan Dosis Poly Aluminium Chloride (PAC) dengan Efektivitas Penurunan Kekeruhan dan pH Air Baku. *Jurnal Sumber Daya Air*, 12(2), 77–84.
- Farhan, M., & Yusuf, R. (2021). Optimasi Proses Koagulasi-Flokulasi Menggunakan PAC pada Rentang pH Netral. *Jurnal Teknik Lingkungan Tropis*, 9(3), 112–120.
- Fitriani, A., Lubis, M., & Ramadhani, P. (2024). Fluktuasi Efektivitas PAC Berdasarkan Waktu Pengambilan Sampel Air. *Jurnal Air dan Lingkungan*, 6(1), 45–54.
- Ganesha, G., Lolo, E. U., & Pambudi, Y. S. (2023). Efektivitas Pengolahan Air Sungai Bengawa Solo Menggunakan Metode Double Stage Coagulations Untuk Menurunkan Parameter Turbidity Dan Total Dissolved Solid (Tds). *Teknika*, 8(2), 74–88.
- Gunawan, T. (2021). Analisis Efisiensi PAC pada Variasi Waktu Operasional PDAM. *Jurnal Teknologi Air Bersih Indonesia*, 8(2), 63–70.
- Lestari, M., Wibowo, A., & Kurniawati, S. (2021). Efektivitas PAC pada Air Gambut dengan Metode Jar Test. *Jurnal Rekayasa Air Bersih*, 5(2), 89–97.
- Maulana, A. (2022). Optimalisasi Dosis Poly Aluminium Chloride (PAC) Pada Sampel Air Baku Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta

- Alam Tarakan. Universitas Borneo Tarakan.
- Muhammad Hisyam Fauzan, & Muna war Ali. (2024) Fluktuasi Efektivitas PAC Berdasarkan Waktu Pengambilan Sampel Air. Jurnal Air dan Lingkungan, 6(1), 45–54. Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik, 2(4), 41–48.
<https://doi.org/10.61132/venus.v2i4.385>
- Onibala, N., & Ali, K. (2024). Akuntabilitas Pelayanan PDAM Tirta Sejuk Terhadap Kebutuhan Air Bersih Di Blangkejeran. Jurnal Administro : Jurnal Kajian Kebijakan Dan Ilmu Administrasi Negara, 6(1), 1–5.
<https://doi.org/10.53682/administro.v6i1.9212>
- Putri Cahyaning Sri Hartini, & Munawar Ali. (2024). Efisiensi Penggunaan Dosis Optimum Poly Aluminium Chloride (PAC) Terhadap Volume Lumpur yang Terkandung dalam Satu Liter Air Baku. Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik , 2(4), 49–57.
<https://doi.org/10.61132/venus.v2i4.388>
- Rahman, A., Putri, D., & Huda, N. (2023). Perbandingan efektivitas PAC dan tawas pada air Sungai Ciliwung. Jurnal Rekayasa Lingkungan, 12(1), 25–33.
- Sari, L., & Rahmawati, D. (2022). Optimasi Koagulasi Flokulasi Menggunakan PAC pada Air Permukaan. Jurnal Teknik Lingkungan Indonesia, 11(3), 134–141.
- Zakaria, A., Fadela, D. M., Lestari, E. S., Tambunan, J. A. M., Aynuddin, A., Fachrurrazie, F., & Razak, R. S. (2023). Penentuan Kondisi Optimum Koagulan Poli Alumunium
- Klorida Metode Jar Test Berdasarkan Penurunan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) Air Limbah menggunakan Response Surface Method. Warta Akab, 47(1), 28–32.
<https://doi.org/10.55075/wa.v47i1.181>
- Zakaria, M., Putra, A., & Hanum, D. (2023). Kajian Efektivitas PAC terhadap Kekeruhan dan pH Air Baku. Jurnal Pengolahan Air Indonesia, 9(2).