

# **PENYISIHAN KEKERUHAN MENGGUNAKAN UNIT KOAGULASI-FLOKULASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR MINUM : *REVIEW***

**HARDIKA<sup>1</sup>, MOHAMAD RANGGA SURURI<sup>2</sup>**

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional (ITENAS) Bandung

Email: [dikahardika02@gmail.com](mailto:dikahardika02@gmail.com)

## **ABSTRAK**

*Kekeruhan merupakan parameter kunci dalam proses pengolahan air minum. Unit koagulasi-flokulasi memiliki peran penting dalam mengatasi kekeruhan air baku. Oleh karena itu, tinjauan ini bertujuan untuk menganalisis dampak penggunaan koagulan PAC dalam mengatasi kekeruhan dan menentukan dosis optimal yang sesuai dengan Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM). Penelitian ini merupakan tinjauan sistematis terhadap literatur terkini selama 10 tahun terakhir untuk meningkatkan efektivitas proses penyisihan kekeruhan di IPAM. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa dosis 6,65 mg/L dari koagulan PAC pada Sungai Kalimalang mencapai efisiensi penyisihan kekeruhan antara 96,88-99,22%. Parameter lain yang perlu diperhatikan oleh IPAM adalah pH dan kandungan senyawa organik, seperti triptofan dalam air baku. Hal ini berdampak pada kebutuhan dosis yang lebih tinggi dan kondisi pengolahan yang spesifik. Tinjauan ini dapat memberikan wawasan berharga bagi IPAM dalam merencanakan pengolahan air baku yang lebih efisien dan sesuai standar mutu air minum.*

**Kata kunci:** Kekeruhan, PAC, Triptofan, Review.

## **1. PENDAHULUAN**

Pengadaan air bersih yang aman dan berkualitas adalah kebutuhan mendasar bagi kehidupan manusia. Di Indonesia, Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) memiliki peran penting dalam menyediakan pasokan air minum yang memenuhi standar kesehatan dan sanitasi. Namun, tantangan dalam menjaga kualitas air yang berasal dari sumber air permukaan sering kali dihadapi. Salah satu aspek yang perlu diperhatikan adalah tingginya tingkat kekeruhan dalam air yang dapat mempengaruhi baik kualitas air yang dihasilkan maupun efisiensi proses pengolahan air (Sururi dkk.,2018). Kekeruhan air adalah parameter yang mengukur sejauh mana partikel padat terlarut atau tersuspensi dalam air mempengaruhi penyebaran cahaya. Kekeruhan yang tinggi tidak hanya mengurangi estetika air minum, tetapi juga dapat mengganggu proses pengolahan air serta efektivitas tahap desinfeksi (Sururi dkk.,2020). Dalam upaya mengatasi masalah ini, koagulasi merupakan metode yang umum digunakan di industri pengolahan air. Koagulan membantu partikel-partikel kecil dalam air menggumpal sehingga mudah diendapkan atau dihilangkan.

Salah satu koagulan yang banyak diterapkan adalah *Polyaluminium Chloride* (PAC). Keunggulan PAC terletak pada kapasitasnya untuk mengatasi partikel-partikel kecil dan koloid dengan lebih efektif dibandingkan koagulan konvensional lainnya. Namun, efektivitas penggunaan PAC untuk

mengatasi masalah kekeruhan dalam konteks PDAM Indonesia masih perlu diteliti lebih mendalam. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh penggunaan jenis koagulan PAC terhadap penurunan tingkat kekeruhan dalam air yang digunakan oleh PDAM di Indonesia. Melalui penelitian ini, diharapkan akan tercipta wawasan yang lebih mendalam tentang potensi dan keterbatasan penggunaan PAC dalam mengatasi kekeruhan air permukaan yang digunakan oleh PDAM Indonesia. Hasil dari penelitian ini dapat memberikan panduan praktis bagi PDAM dalam memilih dosis dan kondisi operasional yang optimal untuk mengatasi masalah kekeruhan dengan menggunakan koagulan jenis PAC. Dengan demikian, penyediaan air minum yang aman, berkualitas, dan efisien dapat terwujud lebih baik.

## 2. METODE PENELITIAN

Metodologi menggunakan literature review dengan artikel jurnal 2013-2022. Pencarian artikel dilakukan melalui Publish or Perish 8 dan GoogleScholar dengan judul terkait kekeruhan, koagulasi-flokulasi, dan penyisihan di IPAM Indonesia. Dari 62 artikel, dipilih yang relevan dan disimpan di Mendeley untuk pengelolaan.

## 3. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Analisis Penyisihan Kekeruhan Menggunakan Koagulan PAC

Penyisihan parameter fisik di dalam pengolahan air minum akan dipengaruhi oleh serangkaian proses yang terjadi pada koagulasi seperti dosis koagulan dan jenis koagulan yang digunakan. Konsentrasi koagulan akan sangat berpengaruh terhadap tabrakan antar partikel (tumbukan), sehingga diperlukannya upaya sinkronisasi penambahan jumlah koagulan untuk menciptakan flok-flok berukuran lebih besar (Gao,2008). Berikut merupakan penyisihan kekeruhan dengan koagulan PAC tertera pada **Tabel 1**.

**Tabel 1. Penyisihan Kekeruhan Menggunakan Koagulan PAC**

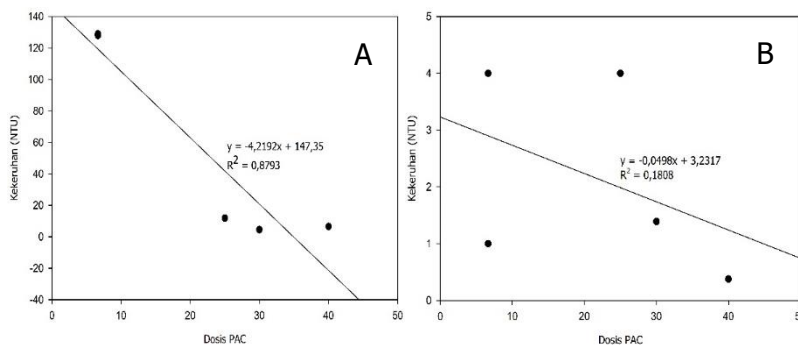
No	Jenis Koagulan	Sumber Air	Lokasi	Musim	Dosis (mg/L)	Nilai kekeruhan (NTU)		Efisiensi (%)	Ref
						Sebelum	Sesudah		
1	PAC	Sungai Kalimalang	Bekasi	Kemarau	6,65	128	4	96,88	(Hartono dkk., 2018)
					6,65	129	1	99,22	
2	PAC	Sungai Citekin	Kecamatan Sumedang Selatan	Kemarau	40	6,53	0,376	94,24	(Andini,2017)
3	PAC	Sungai Tanjung	Kabupaten Aceh Besar	Kemarau	25	-	4	66,10	(Sutapa,2014)
4	PAC	Sungai Krueng Raya	Kabupaten Aceh Besar	Kemarau	30	-	1,39	69	(Sutapa,2014)

Pada musim kemarau, variabel penyisihan kekeruhan dengan menggunakan koagulan PAC diamati pada empat sungai menunjukkan rentang nilai kekeruhan dari rendah hingga tinggi, yakni antara 6,53 hingga 129 NTU dengan dosis koagulan berkisar antara 6,65 hingga 40 mg/L. Namun, terdapat perbedaan tingkat kekeruhan pada Sungai Kalimalang yang disebabkan oleh fluktuasi kualitas air di sungai tersebut (Hartono dkk., 2018). Hasil perbandingan menunjukkan bahwa nilai terkecil penyisihan kekeruhan terjadi pada Sungai Citekin dengan nilai sebesar 0,376 NTU pada dosis koagulan 40 mg/L, dengan efisiensi penyisihan mencapai 94,24%. Penelitian oleh Nur dkk

(2016) menyatakan bahwa koagulan PAC memiliki kemampuan mengurangi kekeruhan lebih efektif dibandingkan koagulan tawas, dan dapat mencapai efektivitas tersebut dengan dosis yang lebih rendah. Namun, beberapa sungai seperti Tanjung, Krueng Raya, dan Citekin mengalami situasi berbeda, meski dosis koagulan 25-40 mg/L digunakan dalam menyisihkan kekeruhan efisiensi penyisihan rendah serta penggunaan dosisnya tidak efektif dalam menyisihkan tingkat kekeruhan rendah.

Efisiensi koagulasi menggunakan koagulan PAC sangat berkaitan dengan proses destabilisasi. Pada kondisi koagulasi ideal, kemampuan koagulan polimer seperti PAC dalam berinteraksi dengan partikel koloid menjadi semakin efektif. Molekul-molekul polimer yang dilepaskan dari koagulan dapat berikatan dengan partikel koloid, bertindak sebagai penghubung, dan membentuk partikel koloid yang lebih besar. Namun, terdapat situasi di mana molekul polimer yang terlepas tidak dapat berinteraksi dengan partikel koloid, menyebabkan efek penghubung menjadi terbatas dan efisiensi penyisihan menurun (Yulianti,2006). Situasi ini tercermin pada efisiensi penyisihan kekeruhan pada sungai Tanjung dan Krueng Raya yang memiliki efisiensi penyisihan rendah meski dosis koagulan yang digunakan cukup tinggi.

Selain itu, kinerja koagulan PAC dalam proses koagulasi-flokulasi juga dipengaruhi oleh tingkat kekeruhan di sungai yang diamati. Ketika kekeruhan rendah, jarak antara partikel cenderung lebih jauh selama proses koagulasi, yang dapat menyebabkan peningkatan dosis koagulan yang diperlukan. Namun, penggunaan dosis koagulan yang lebih tinggi mengakibatkan penurunan efisiensi penyisihan kekeruhan (Parmawati,2004). Meskipun demikian, hasil penurunan kekeruhan pada sungai Tanjung, Krueng Raya, dan Citekin telah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh PerMenKes No. 492 Tahun 2010, dengan nilai maksimum kekeruhan 5 NTU. Namun, perihal penggunaan dosis dalam mengatasi kekeruhan rendah di sungai-sungai tersebut belum dapat dijadikan sebagai pedoman untuk dosis koagulan yang optimal, karena belum memenuhi kriteria penyisihan kekeruhan akhir yang rendah dan efisiensi penyisihan yang tinggi (Dzubek, 1990).



Gambar 1. Grafik Hubungan Kekeruhan Dengan Dosis Koagulan PAC  
Pada (A) Sebelum Pengolahan ; (B) Setelah Pengolahan

Hasil perbandingan di beberapa sungai di Indonesia menghasilkan regresi pada **Gambar 1A** ( $R^2=0,8793$ ;  $R=0,9356$ ) dan **Gambar 1B** ( $R^2=0,1808$ ;  $R=0,4252$ ). Nilai  $R^2$  mencerminkan pengaruh dosis koagulan PAC terhadap pengurangan kekeruhan sebesar 18,08% setelah pengolahan di Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM). Sementara nilai R sebesar 0,4252

menggambarkan korelasi dosis koagulan PAC yang digunakan dalam menghilangkan parameter kekeruhan dengan tingkat korelasi yang sedang. Lebih lanjut, sebanyak 82,92% variabilitas lainnya dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti kondisi pengolahan meliputi pH, tingkat kekeruhan, asiditas, alkalinitas, dan kandungan organik.

Namun, grafik yang terbentuk berdasarkan model regresi linier memiliki korelasi negatif, sehingga tidak mencerminkan hubungan antara dosis dan efisiensi penyisihan kekeruhan. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan data dalam *literature review*. Meskipun begitu, hasil perbandingan menunjukkan bahwa koagulan PAC memiliki efisiensi penyisihan yang tinggi, terlihat dari pengurangan nilai kekeruhan sebelum dan setelah proses pengolahan air baku. Meskipun pola penyisihan serupa dengan tawas, koagulan PAC memiliki efisiensi penyisihan kekeruhan yang konsisten pada berbagai dosis, baik pada tingkat kekeruhan tinggi maupun rendah. Kemampuan penyisihan PAC didasarkan pada kecepatan pembentukan flok dan pengendapan yang lebih tinggi, yaitu sekitar 3-4,5 cm/menit, dengan dosis koagulan yang lebih rendah namun efisiensi yang tinggi (Said,2008).

Efisiensi tinggi penyisihan oleh koagulan PAC terjadi karena memiliki daya adsorpsi yang kuat, kekuatan antar partikel yang baik, dan tingkat pembentukan flok yang tinggi pada berbagai dosis dalam pengolahan air baku (Yulianti,2006). Meskipun demikian, pada beberapa sungai (seperti Tanjung, Krueng Raya, dan Citekin), dosis koagulan yang digunakan relatif tinggi untuk mengatasi kekeruhan awal yang rendah. Namun, efisiensi penyisihan yang diperoleh mencapai 66,10% dan 69% pada sungai Tanjung dan Krueng Raya. Jika dibandingkan dengan Sungai Kalimantan yang mampu mengurangi kekeruhan dari 128-129 NTU dengan dosis 6,65 mg/L, hal ini menunjukkan bahwa koagulan PAC tidak bekerja optimal dalam menyisihkan parameter kekeruhan. Oleh karena itu, dosis yang lebih tinggi dianggap berlebihan dan tidak optimal, yang berdampak pada peningkatan nilai kekeruhan atau ketidakefisienan penggunaan koagulan (Franceschi,2002).

Penggunaan koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) memiliki keuntungan karena memiliki rantai polimer, yang dapat menurunkan kekeruhan dengan membentuk ikatan antar flok yang lebih padat dan meningkatkan berat molekul (Firra & Aulia,2021). Keuntungan lainnya adalah efisiensi penyisihan yang tinggi dibandingkan dengan koagulan jenis alum lainnya, dengan pengurangan dosis sekitar 30-70%. Hal ini tercermin dari penggunaan dosis koagulan PAC sebesar 6,65 mg/L yang berhasil mengurangi kekeruhan dari 129 NTU menjadi 1 NTU setelah pengolahan air baku (Gebbie,2005). Berdasarkan hal tersebut, karakterisasi dari sungai dan kondisi pengolahan berhubungan penting dengan proses koagulasi-flokulasi dalam menghilangkan kekeruhan, sebagai contohnya adalah pH dan senyawa organik dalam air. Penting bagi Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) untuk mempertimbangkan rentang pH optimal saat melakukan koagulasi menggunakan koagulan PAC atau koagulan berbasis alum. Selain itu, Kehadiran senyawa organik seperti triptofan juga harus diperhatikan oleh sebelum mengolah air baku. Pengukuran kandungan triptofan sebelumnya dapat membantu menentukan dosis koagulan yang diperlukan dan menyesuaikan kondisi pengolahan yang optimal. Dampak dari kehadiran triptofan adalah memengaruhi peningkatan dosis koagulan yang dibutuhkan dan diperlukannya kondisi pengolahan yang paling efektif spesifik seperti pengolahan koagulasi dalam kondisi pH asam agar mencapai penyisihan kekeruhan dan senyawa organik yang optimal dalam air (Sururi dkk.,2021).

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil *literature review* dan analisis mengenai penyisihan kekeruhan menggunakan teknologi pengolahan koagulasi-flokulasi dengan koagulan PAC diperoleh efisiensi penyisihan tertinggi adalah 96,88-99,22% dengan dosis koagulan 6,65 mg/L sehingga dapat dijadikan acuan penggunaan dosis koagulan optimum PAC dengan memperhatikan karakterisasi air sungai yang digunakan serta faktor kondisi pengolahan seperti pH, suhu, tingkat kekeruhan, serta senyawa organik dalam air yang dapat mempengaruhi efisiensi penyisihan.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Andini. (2017). *Perencanaan Unit Pengolahan Air Bersih di Kecamatan Sumedang Selatan*. Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, No.2/ Vol.05, - Oktober 2017, 05 (2), 1–11.
- Firra., & Aulia Ulfah F. 2021. *Efektifitas Koagulan PAC dan HAC Pada Aplikasi Unit Hidrolik Koagulasi Dalam Penyisihan TSS Air Permukaan*. Jurnal Envirotek Vol 13 No.1. ISSN :2623-1336
- Gao B.Y., Wang, Y., Jue, Q.Y., Wei, J.C. & Li, Q. 2008. *The Size and Coagulation Behaviour of a Novel Composite Inorganic-Organic Coagulant*. Separation and Purification Technology 62, 544 – 55
- Gebbie, Peter (2005), "A Dummy's Guide to Coagulants", 68th Annual Water Industry Engineers and Operators, Conference Schweppes Centre, Bendigo.
- Hartono, D., Gusniani, I., Kristanto, G. A., & Subekti, R. J. (2018). *Evaluasi unit pengolahan air minum instalasi PDAM Rawa Lumbu 4, Bekasi*. Jurnal Purifikasi, 11(2), 119–120.
- M. Franceschi, A Girou, A.M. Carro-Diaz, M.T. Maurette, E. Puech-Costes. 2002. *Optimisation of The Coagulation-Flocculation Process of Raw Water by Optimal Design Method*. France: Departement de Genie des Procedes-INSAT.
- Nur, A., Anugrah, R., & Farnas, Z. (2016). *Efektivitas Dan Efisiensi Koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) Terhadap Performance Ipa Ktk Pdam Solok*. Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Lingkungan II, 128–131.
- Parmawati, T. 2004. *Penentuan Dosis Koagulan Aluminium Sulfat untuk Menurunkan Kekeruhan dan Pengaruh pH Menggunakan Jar Test dengan Air Baku dari Outlet Prasedimentasi IPAM Karang Pilang II Surabaya*. Laporan Tugas Akhir (S1). Jurusan Teknik Lingkungan-FTSP ITS Surabaya.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 tahun 2010. Tentang Persyaratan Kualitas Air minum
- Said, Nusa Idaman. 2008. *Teknologi Pengelolaan Air Minum "Teori dan Pengalaman Praktis"*. Pusat Pengelolaan Lingkungan. Jakarta.
- Sururi, M. R., Notodarmojo, S., Roosmini, D., Putra, P. S., Maulana, Y. E., & Dirgawati, M. (2020). *An investigation of a conventional water treatment plant in reducing dissolved organic matter and trihalomethane formation potential from a tropical river water source*. Journal of Engineering and Technological Sciences, 52(2), 271–288. <https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2020.52.2.10>
- Sururi, M.R., Roosmini, D., & Notodarmojo, S. (2018). *Chromophoric and liability quantification of organic matters in the polluted rivers of Bandung watershed*, Indonesia. MATEC Web of Conferences, 154. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815402002>
- Sutapa, I. D. A. (2014). *Optimalisasi dosis koagulan aluminium sulfat dan poli-aluminium florida (PAC) untuk pengolahan air Sungai Tanjung dan Krueng Raya*. Jurnal Teknik Hidraulik, 5(1), 29–42.

FTSP *Series* :  
Seminar Nasional dan Diseminasi Tugas Akhir 2023

Yulianti, S. (2006). *Proses Koagulasi-Flokulasi pada Pengolahan Tersier Limbah Cair*. Institut Pertanian Bogor.