

## Pengaruh Konsentrasi Koagulan Terhadap Proses Pengolahan Air Di PDAM Surya Sembada Kota Surabaya

**Rafif Permata Dwidewitra**

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

**M. Miftahul Huda**

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

**Tuhu Agung Rachmanto**

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Alamat: Jl. Rungkut Madya No.1, Gunung Anyar, Surabaya

Korespondensi penulis: [tuhu.tl@upnjatim.ac.id](mailto:tuhu.tl@upnjatim.ac.id)

### **Abstract**

*Coagulation is one of the processes of water treatment by the addition of chemicals, the purpose of which is to bind particles like particles or dissolve so that they clump. Coagulation concentration definitely affects the coagulation process carried out. In addition, the addition of coagulation also affects the water produced for distribution. Testing of the impact of coagulant concentrations on raw water treatment processes has been carried out on the PDAM Surya Sembada Surabaya. The use of laboratory testing methods is done to see the water quality when using different coagulants. The results of the analysis obtained that the difference in the concentration of coagulants has an influence on the process of water treatment, this is due to several factors that support the existence of variation in the use of the coagulation concentration.*

**Keywords:** Coagulation, Turbidity, Water Treatment.

### **Abstrak**

Koagulasi merupakan salah satu proses pengolahan air dengan cara penambahan bahan kimia, yang tujuannya untuk mengikat pengotor seperti partikel maupun terlarut sehingga menggumpal. Konsentrasi koagulan tentunya berpengaruh terhadap proses koagulasi yang dilakukan. Selain itu, penambahan koagulan juga berdampak pada air yang dihasilkan untuk didistribusikan. Telah dilakukan pengujian pengaruh konsentrasi koagulan terhadap proses pengolahan air baku pada PDAM Surya Sembada Surabaya. Penggunaan metode uji laboratorium dilakukan untuk melihat kualitas air ketika penggunaan koagulan yang berbeda-beda. Hasil analisis yang diperoleh bahwa perbedaan konsentrasi koagulan memiliki pengaruh terhadap proses pengolahan air, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yang mendukung adanya variasi penggunaan konsentrasi koagulan. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, konsentrasi koagulan sangat berpengaruh pada kualitas air terutama pada nilai kekeruhan dan pH air, penggunaan konsentrasi koagulan yang semakin besar menyebabkan nilai kekeruhan dan pH air semakin kecil, begitupun sebaliknya.

**Kata kunci:** Koagulasi, Kekeruhan, Pengolahan Air.

## **LATAR BELAKANG**

Salah satu kebutuhan dasar manusia adalah air bersih, hal ini karena diperlukan terus-menerus dalam kegiatan sehari-harinya untuk bertahan hidup. Oleh karena itu, manusia memerlukan sumber air bersih yang diperoleh dari air tanah maupun air permukaan. Namun, pada saat ini tidak semua air baku dapat digunakan manusia untuk memenuhi kebutuhan air minum, hanya air baku yang memenuhi persyaratan kualitas air minum yang dapat digunakan

*Received Maret 11, 2024; Accepted Mei 17, 2024; Published Mei 31, 2024*

\* Rafif Permata Dwidewitra, [tuhu.tl@upnjatim.ac.id](mailto:tuhu.tl@upnjatim.ac.id)

untuk air minum. Pemantauan terhadap kualitas air minum merupakan salah satu hal penting yang menjadi sasaran untuk memenuhi kesehatan di suatu negara (Kencanawati, 2017).

Proses pengolahan air di PDAM Surya Sembada Surabaya memiliki berbagai macam proses untuk menghasilkan baku mutu air yang sesuai dengan PERMENKES RI tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Dalam proses pengolahannya, air baku terlebih dahulu melewati intake, yang kemudian menuju ke *surge well* atau sumur penyeimbang dan dipompa untuk proses aerasi. Setelah itu air akan melewati unit pra-sedimentasi, koagulasi, flokulasi-sedimentasi, dan filtrasi. Selain itu juga adanya proses desinfeksi untuk melakukan penambahan gas klorin dengan tujuan membunuh bakteri yang masih terdapat dalam air sebelum air dilakukan pendistribusian ke pelanggan atau masyarakat, sehingga pada saat air sampai ke masyarakat masih terdapat kandungan sisa klor untuk meminimalisir perkembangan bakteri. Keberhasilan dalam proses pengolahan air minum memiliki keterkaitan erat dengan penurunan kekeruhan dan kontaminan lainnya yang terkandung dalam air baku. Selain itu, nilai pH juga kerap menjadi parameter layak atau tidaknya air untuk dikonsumsi sesuai dengan Permenkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

Pada proses koagulasi diperlukan penambahan suatu zat yang membantu proses pengendapan partikel yang disebut sebagai koagulan. Metode koagulasi-flokulasi sendiri juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis koagulan, konsentrasi koagulan, dan kecepatan pengadukan. Faktor-faktor ini akan memengaruhi keefektifan proses koagulasi-flokulasi. Oleh karena itu, adanya penelitian ini untuk mengetahui pengaruh yang dihasilkan dari penggunaan konsentrasi koagulan yang berbeda-beda terhadap air baku yang akan diolah pada instalasi pengolahan air PDAM Surya Sembada Surabaya.

## **KAJIAN TEORITIS**

Salah satu proses yang dilakukan dari pengolahan air yaitu proses koagulasi, yang mana pada proses koagulasi pengolahan air dilakukan dengan mendestabilisasikan partikel koloid. Destabilisasi partikel koloid dilakukan dengan adanya penambahan koagulan dapat membantu dalam menghancurkan partikel koloid sehingga dapat menggumpal dan menjadi partikel yang lebih besar serta lebih mudah dihilangkan pada unit selanjutnya yaitu sedimentasi. Koagulan akan membentuk partikel-partikel besar yang kemudian akan mengendap. Partikel besar ini disebut sebagai flok (Howe et al., 2012; Wahyuni et al., 2016).

Berjalannya proses koagulasi di PDAM Surya Sembada Surabaya terdapat beberapa koagulan yang digunakan. Dalam pengolahan air minum atau air bersih, koagulan ditambahkan

ke air dan bereaksi dengan partikel-partikel kecil dan bahan organik untuk membentuk gumpalan-gumpalan besar yang disebut flok. Kemudian, flok ini dapat diendapkan atau disaring untuk menghilangkan partikel-partikel tersebut dari air. Pada umumnya PDAM Surya Sembada Surabaya menggunakan koagulan berjenis anorganik, yang mana koagulan anorganik adalah zat kimia yang digunakan dalam pengolahan udara untuk membantu memisahkan partikel-partikel kecil dan bahan organik yang terlarut dari udara melalui proses penggumpalan dan pengendapan. Koagulan ini biasanya terdiri dari senyawa anorganik seperti aluminium sulfat (alum), klorida besi (ferric klorida), poli-aluminium klorida (PAC), dan kalsium oksida (Chemical, 2021).

Dari beberapa variasi koagulan, dalam pengolahan air di PDAM Surya Sembada Surabaya koagulan yang digunakan adalah tawas  $Al_2(SO_4)_3$  atau biasa disebut alum yang merupakan zat penjernih air yang paling umum dijual. Tawas merupakan nama lain dari aluminium sulfat yang memiliki rumus kimia  $Al_2(SO_4)_3$ . Tawas dapat digunakan untuk penjernihan air, melalui proses penggumpalan (koagulasi-flokulasi) padatan - padatan terlarut maupun tersuspensi di dalam air, sehingga dapat digunakan untuk pembersihan air sumur, sebagai bahan kosmetik, zat warna tertentu, dan zat penyamak kulit. Pada penjernihan air,  $Al_2(SO_4)_3$  akan terurai menjadi dispersi koloid yang bermuatan positif  $Al^{3+}$  dan akan mengikat partikel koloid bermuatan negatif sehingga partikel yang ada di dalamnya mengendap (Tamzil, 2013).

Pada awalnya penggunaan koagulan tawas ini berbentuk padatan sehingga perlu adanya proses penghancuran terlebih dahulu agar pembuatan atau pencampuran koagulan dengan air menjadi lebih efektif. Namun, seiring berjalannya waktu PDAM Surya Sembada Surabaya mengubah cara penggunaan koagulan yang semula berbentuk padatan menjadi bentuk cairan, hal ini lebih memudahkan dalam proses penyimpanan dan penggunaannya, karena tidak perlu melakukan penghancuran terlebih dahulu serta dapat langsung dialirkan untuk proses pencampuran dengan air bersih sebelum koagulan diinjeksi pada unit pengolahan air.

## **METODE PENELITIAN**

Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen dengan uji laboratorium dan juga metode observasi dengan objek yang diamati yaitu air baku yang diolah pada Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) PDAM Surya Sembada Surabaya. Data didapatkan dari pengambilan sampel air pada unit koagulasi serta dilakukan pengujian mandiri kualitas air melalui uji laboratorium. Selain itu, observasi juga dilakukan dengan wawancara dengan pihak

terkait. Data yang dicantumkan berupa hasil uji kualitas air baku yang telah diolah dengan beberapa koagulan yang berbeda. Proses penelitian ini dilaksanakan pada saat adanya perubahan atau penggunaan konsentrasi koagulan yang berbeda pada saat proses pengolahan air yang dilakukan pada Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) PDAM Surya Sembada Surabaya.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Proses pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan proses pengolahan air seperti alur awal mula air masuk untuk diolah hingga dialirkan pada masyarakat, proses pemeliharaan unit bangunan pengolahan, serta sampling dan pengujian kualitas air. Selain itu, juga dilakukan wawancara pada pihak terkait yaitu pekerja sebagai bahan observasi penelitian. Penelitian ini dilaksanakan di PDAM Surya Sembada Surabaya dengan rentang data yang digunakan yaitu pada tahun 2023 hingga 2024. Hasil penelitian dan pengamatan yang telah dilakukan yaitu sebagai berikut.

### **Konsentrasi Koagulan yang digunakan**

Konsentrasi koagulan adalah jumlah bahan kimia koagulan yang ditambahkan ke dalam air yang akan diolah untuk membantu proses pengendapan partikel-partikel kecil yang tidak dapat diendapkan secara gravitasi. Dalam proses koagulasi, konsentrasi koagulan sangat penting karena dapat mempengaruhi efektifitas pembentukan flok, yang mana dengan pemberian bahan kimia koagulan partikel-partikel yang lebih besar dan berat dapat diendapkan. Apabila konsentrasi koagulan kurang, tumbukan antar partikel berkurang sehingga mempersulit pembentukan flok. Sebaliknya, jika konsentrasi koagulan terlalu banyak, flok tidak terbentuk dengan baik dan dapat menimbulkan kekeruhan kembali (Kristijarti, 2013).

Pada IPAM PDAM Surya Sembada Surabaya konsentrasi koagulan yang digunakan berkisar pada angka 10% hingga 50% dari total bak yang digunakan. Pada dasarnya, perubahan konsentrasi koagulan yang digunakan tentunya melihat situasi dan kondisi air baku yang akan diolah. Selain itu, beberapa faktor lain seperti kondisi musim atau cuaca dan efektifitas serta efisiensi kinerja unit pengolahan air juga dapat menjadi salah satu pertimbangan dalam penggunaan konsentrasi koagulan yang bervariasi. Jumlah hitungan konsentrasi koagulan yang digunakan dapat dilihat pada rumus dan tabel dibawah ini.

**Tabel 1. Hitungan Konsentrasi Koagulan**

Keterangan	Variasi Konsentrasi				
	10%	20%	30%	40%	50%
Tinggi bak (cm)	250	250	250	250	250
Volume Air (liter)	12.500	12.500	12.500	12.500	12.500
Total $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dipakai (kg)	1.250	2.500	3.750	5.000	6.250
Berat $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ per cm (kg/cm)	5	10	15	20	25
Tinggi $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ditambahkan (cm)	15	31	46	62	77

Sumber: PDAM Surya Sembada Surabaya (2024).

## Faktor Perbedaan Konsentrasi Koagulan

Penggunaan koagulan pada pengolahan air minum memiliki beberapa variasi konsentrasi koagulan, hal ini karena dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

### 1. Kondisi Air Baku

Kondisi air baku yang akan diolah memengaruhi kebutuhan dosis koagulan. Setiap sumber air memiliki karakteristik yang berbeda, seperti tingkat kekeruhan, kandungan zat organik, dan jenis pencemar lainnya. Selain itu perubahan suhu atau pH juga dapat mengakibatkan perubahan dalam efektivitas koagulasi, yang dapat memengaruhi dosis koagulan yang diperlukan. Kualitas air baku yang berbeda membutuhkan dosis koagulan yang berbeda pula untuk mencapai pengendapan yang optimal. Air yang memiliki tingkat kekeruhan yang lebih tinggi membutuhkan dosis koagulan yang lebih besar untuk mengendapkan partikel-partikel yang lebih banyak (Kristijarti, 2013).

### 2. Kondisi Cuaca

Pada musim kemarau dan hujan konsentrasi koagulan yang digunakan berbeda, hal ini disebabkan oleh kandungan lumpur dalam air yang berbeda. Pada musim hujan, kandungan lumpur dalam air cenderung lebih banyak sehingga nilai NTU air lebih besar dan membutuhkan koagulan dalam jumlah banyak. Sedangkan, pada musim kemarau kandungan lumpur dalam air cenderung lebih sedikit sehingga nilai NTU air kecil dan biasanya hanya menggunakan koagulan dalam jumlah lebih sedikit (Simatupang, 2021).

### **3. Perubahan Beban Pencemar**

Fluktuasi dalam beban pencemar pada air baku seperti peningkatan limbah industri sehingga air baku menjadi sangat tercemar atau aliran permukaan yang tinggi setelah hujan deras dapat mempengaruhi dosis koagulan yang diperlukan untuk mengatasi pencemaran tersebut.

Selain dari tiga hal yang telah disebutkan diatas, penggunaan konsentrasi koagulan yang berbeda-beda juga memiliki faktor penyebab lainnya, seperti jenis koagulan yang digunakan, biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan koagulan, kondisi operasional, kemurnian atau kestabilan koagulan, dll. Faktor-faktor ini perlu dipertimbangkan secara hati-hati dalam penggunaan koagulan untuk pengolahan air minum agar pengolahan air menjadi efektif dan aman.

#### **Pengaruh Pada Proses Pengolahan Air Baku**

Konsentrasi koagulan sangat berpengaruh pada proses pengolahan air, terutama dalam proses koagulasi dan flokulasi. Dalam proses koagulasi, konsentrasi koagulan yang sesuai dapat membantu mengikat partikel-partikel yang terlarut dan tersuspensi dalam air, sehingga membantu mengurangi kandungan padatan terlarut dan tersuspensi yang berharga. Jika konsentrasi koagulan terlalu rendah, maka koagulan tidak dapat efektif mengikat partikel-partikel, sehingga proses koagulasi tidak berjalan dengan baik. Sebaliknya, jika konsentrasi koagulan terlalu tinggi, maka koagulan dapat mengikat partikel-partikel yang tidak perlu, sehingga dapat meningkatkan kekeruhan air dan mengurangi efisiensi proses pengolahan.

Banyaknya koagulan juga sangat berpengaruh terhadap pembentukan flok dan efisiensi proses koagulasi. Konsentrasi koagulan yang sesuai dapat membantu menghasilkan flok yang lebih efektif dalam mengurangi kandungan padatan terlarut dan tersuspensi dalam air. Jika konsentrasi koagulan terlalu rendah, maka waktu pertumbuhan flok dapat menjadi lama, sehingga proses pengolahan air dapat menjadi lebih lambat. Sebaliknya, jika konsentrasi koagulan terlalu tinggi, maka flok dapat menjadi pecah kembali, sehingga proses pengolahan air dapat menjadi lebih sulit.

Penggunaan konsentrasi koagulan juga berdampak pada kualitas air yang dihasilkan, konsentrasi koagulan memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai kekeruhan dan pH air. Variasi dosis koagulan dapat memengaruhi efisiensi penurunan parameter kekeruhan dan pH air baku. Uji laboratorium yang dilakukan yaitu pengujian kualitas air dengan parameter

kekeruhan dan pH. Pengujian dilakukan pada sampel air sebelum ditambahkan koagulan dan sesudah ditambahkan koagulan. Hasil uji yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut;

**Tabel 2. Hasil Uji Kualitas Air**

Konsentrasi Koagulan		Kekeruhan (NTU)			pH	
Persentase dipakai	ppm (mg/l)	Sebelum	Sesudah	Persentase penurunan	Sebelum	Sesudah
10%	5	19	7,08	62,74%	7,54	7,21
20%	46	23	6,74	70,69%	7,61	7,10
30%	50	26	6,53	74,89%	7,98	7,19
40%	137	48	7,73	83,90%	7,39	7,02
50%	170	140	9,41	93,28%	7,56	6,72

Sumber: Hasil Uji Kualitas Air PDAM, (2024).

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, dapat dilihat pada tabel 2 bahwa setiap konsentrasi koagulan memiliki nilai ppm yang berbeda-beda, hal ini dapat dipengaruhi oleh jumlah pemakaian disetiap jam nya dan juga debit intake yang masuk. Selain itu, nilai kekeruhan air berbeda-beda pada setiap konsentrasi dikarenakan pengambilan sampel air tidak dalam satu waktu yang sama, sehingga kondisi air baku berbeda-beda. Nilai kekeruhan air baku pada saat koagulan telah dicampurkan masih cukup tinggi berdasarkan PERMENKES RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum batas maksimal nilai kekeruhan (NTU) air tidak lebih dari 5 NTU. Akan tetapi meskipun nilai NTU air yang telah diberikan koagulan masih melebihi batas maksimal, persentase penurunan yang diberikan cukup besar dengan semua variasi konsentrasi koagulan nilai penurunan NTU melebihi dari 60%. Selain itu, air baku yang telah diberikan koagulan masih akan melewati proses selanjutnya yaitu filtrasi dan disinfeksi, sehingga akan terjadi penurunan nilai kekeruhan lagi pada prosesnya dan pada akhirnya nilai NTU air tetap dibawah batas maksimal PERMENKES RI yang mana berarti air hasil produksi telah memenuhi persyaratan kualitas air minum. Pada parameter pH nilai yang dihasilkan tidak jauh berbeda dengan nilai pH awal air baku sebelum diberikan koagulan. Namun, nilai pH masih tetap dibawah kadar maksimum persyaratan kualitas air minum yang sesuai dengan PERMENKES RI No. 492 yaitu 6,5-8,5.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

Dari hasil pengamatan dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa konsentrasi koagulan memiliki pengaruh terhadap proses pengolahan air baku, terutama pada proses koagulasi dan flokulasi. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi koagulan yang diberikan dapat menghasilkan koagulan yang lebih efektif dalam mengurangi kekeruhan dalam air. Namun, tidak selamanya penggunaan konsentrasi koagulan dengan persentase tinggi akan digunakan secara terus menerus. Penentuan konsentrasi koagulan juga harus melihat faktor yang lainnya, karena pembentukan flok bergantung pada koagulan yang digunakan sehingga proses koagulasi dan flokulasi dapat berjalan dengan efisien serta pengolahan air berjalan dengan tepat. Saran yang dapat diberikan yaitu adanya pengukuran secara rinci terkait perubahan penggunaan variasi koagulan, sehingga pergantian konsentrasi koagulan dapat berjalan dengan tepat, harapannya penincian tersebut mampu menjadi patokan dalam penggunaan konsentrasi koagulan dan tidak mengira-ngira.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Pada kesempatan ini penulis ingin mempersembahkan ucapan terimakasih yang terbesar kepada Allah SWT, serta keluarga dan teman-teman yang terus memberi dukungan penulis. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada bapak Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT. (Dosen Pembimbing) dan bapak Adi Purnomo (Pembimbing Lapangan) atas semua ilmu, wawasan, pengalaman, dan bantuan yang telah diberikan dalam proses penyusunan artikel ilmiah ini sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian ini.

## **DAFTAR REFERENSI**

- Dimas F. Simatupang. (2021). Pengaruh Dosis Aluminium Sulfat Terhadap Kekeruhan dan Kadar Besi Air Baku pada IPA PDAM X. *Journal of Research on Chemistry and Engineering*. Vol. 2 No. 1, 1-4. <http://dx.doi.org/10.52759/reactor.v2i1.13>.
- Harvest Chemical Solutions. (2016). Anorganik vs Organik Koagulan. Available at: <https://www.harvestchemical.co.id/anorganik-vs-organik-koagulan?lang=id>, diakses pada tanggal 1 Mei 2024.
- Howe, K.J., Hand, W., David, Jhon, C., Rhodes, R., dan George, T., 2012, Principle of Water Treatment, *John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey*.
- Martheana Kencanwati. (2017). Analisis Pengolahan Air Bersih Pada WTP PDAM Prapatan Kota Balikpapan. *Jurnal TRANSUKMA 2*. Vol 2, Hal. 103 – 11.
- Permenkes RI. (2010). Peraturan Menteri Kesehatan (PERMENKES) Republik Indonesia No. 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
- Tamzil Aziz. (2013). Pengaruh Penambahan Tawas  $Al_2(SO_4)_3$  dan Kaporit  $Ca(OCl)_2$



Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Air Sungai Lambidaro.

PDAM Surya Sembada Surabaya. (2024). Data Hasil Uji Kualitas Air Baku dan Air Distribusi Harian IPAM Karangpilang III PDAM Surya Sembada Surabaya.

Prima Kristijiarti. (2013). Penentuan Jenis Koagulan dan Dosis Optimum untuk Meningkatkan Efisiensi Sedimentasi dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah Pabrik Jamu X. *Laporan Penelitian No: III/LPPM/2013-03/1-P*.

Wahyuni S., Siswanto dan Akbar G., (2016). Kitosan Sebagai Koagulan dan Flokulan pada Proses Pre-Treatment Limbah Cair Kelapa Sawit,” [Online]. Available at: [iribb.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=295:kitosan-sebagai-koagulan-dan-flokulan-pada-proses-pre-treatment-limbah-cair-kelapa-sawit&catid=2:berita&Itemid=12](http://iribb.org/index.php?option=com_content&view=article&id=295:kitosan-sebagai-koagulan-dan-flokulan-pada-proses-pre-treatment-limbah-cair-kelapa-sawit&catid=2:berita&Itemid=12).