

## **Pengaruh Penambahan Koagulan Tawas $Al_2(SO_4)_3$ terhadap Tingkat Kekeruhan Sumber Air Baku di PDAM Tirta Keumueneng Kota Langsa Aceh**

**Sudiman Sutoyo Silitonga<sup>1\*</sup>, Puji Wahyuningsih<sup>1</sup>, Yulida Amri<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Kimia Fakultas Teknik Universitas Samudra  
Jl. Meurandeh, Langsa Aceh 24416, Indonesia

\* Corresponding author: sudimansutoyo@gmail.com

### **ABSTRAK**

Air merupakan kebutuhan dasar manusia untuk kelangsungan hidup. Eksploitasi sumber-sumber air yang berlebih dengantidak diimbangi dengan perawatan terhadap sumber air akan mengakibatkan kelangkaan air. Penyediaan air bersih harus memenuhi syarat bakumutu air. Oleh karenaitu perlu dilakukan analisis secara berkala mengenai kualitas air hasil pengolahan sebelum didistribusikan kepada pelanggan. Air bersih adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan agar dapat digunakan. Berdasarkan Kepmenkes RI Nomor 492/MEN.KES/PER/IV/2010.Salah satu parameter yang perlu diperhatikan adalah kekeruhan (turbidity). Salah satu metode untuk mengurangi tingkat kekeruhan air digunakan metode koagulasi menggunakan koagulan tawas. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan diketahui bahwa kualitas air baku yang diproduksi oleh PDAM Tirta Keumueneng Kota Langsa sudah memenuhi standar kualitas air bersih yang ditetapkan oleh Kepmenkes RI Nomor 492/MEN.KES/PER/IV/2010 yaitu tidak melebihi 5 NTU.

Kata-kata kunci: Air, Tawas, Koagulasi

### **PENDAHULUAN**

Air merupakan kebutuhan dasar manusia, air dibutuhkan manusia untuk kelangsungan hidup. Semakin banyak jumlah penduduk, pemanfaatan sumber daya air semakin meningkat. Eksploitasi sumber-sumber air yang berlebih dengantidak diimbangi dengan perawatan terhadap sumber air akan mengakibatkan kelangkaan air. Kondisi ini bertambah parah dengan adanya ulah manusia yang tidak bertanggung jawab, diantaranya melakukan penebangan pohon tanpa memperdulikan penghijauannya, pembangunan betonisasi yang mengurangi resapan air tanah, pembuangan sampah dan limbah industri ke sungai-sungai, akibatnya dewasa ini sumber air baku air bersih menjadi sangat langka. Penyediaan air bersih harus memenuhi syarat bakumutu air. Oleh karena itu, PDAM harus melakukan pemeriksaan secara rutin bagaimana kualitas air hasil pengolahan sebelum didistribusikan kepada pelanggan [1]. Air bersih adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan yang dapat diminum sedangkan Kepmenkes RI Nomor 492/MEN.KES/PER/IV/2010, mengartikan air bersih adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum [2].

Dalam rangka pemenuhan kebutuhan air bersih, maka PDAM mencari sumber-sumber air untuk diolah. Salah satunya sumber air dari air permukaan (sungai). Sebelum air permukaan dijadikan sumber pengolahan air bersih, terlebihdulu air diperiksa secara fisika dan kimia untuk mengetahui kualitas dan kuantitas air tersebut. Selanjutnya dapat ditentukan metode pengolahan dan perencanaan instalasi pengolahan yang tepat [1].

Salah satu parameter kualitas air bersih adalah tingkat kekeruhan. Tawas (aluminium sulfat) adalah sejenis koagulan dengan rumus kimia  $Al_2SO_4 \cdot 11H_2O$  atau  $14H_2O$  atau  $18H_2O$ , umumnya yang digunakan adalah  $18H_2O$ . Tawas merupakan bahan koagulan yang paling banyak digunakan, karena bahan ini paling ekonomis, mudah diperoleh di pasaran serta mudah penyimpanannya. Bahan ini dapat berfungsi efektif pada pH antara 4-8. Koagulan yang berbasis aluminium seperti aluminium sulfat digunakan pada pengolahan untuk memperkuat penghilangan materi partikulat, koloid dan bahan-bahan terlarut lainnya melalui air, sehingga menimbulkan konsentrasi aluminium yang lebih tinggi dalam air yang diolah dari pada dalam air mentah itu sendiri [3]. Senyawa tawas merupakan bahan koagulan yang paling banyak digunakan. Tawas banyak digunakan dengan alasan paling ekonomis, murah, mudah didapatkan dipasaran, serta

mudah didapatkan dipasaran serta mudah penyimpanannya [4].

Senyawa tawas merupakan bahan koagulan yang paling banyak digunakan. Tawas banyak digunakan dengan alasan paling ekonomis, murah, mudah didapatkan dipasaran, serta mudah didapatkan dipasaran serta mudah penyimpanannya [5].

Jumlah pemakaian tawas tergantung *turbidity* (kekeruhan) air baku. Semakin tinggi tingkat kekeruhan air baku maka semakin besar jumlah tawas yang dibutuhkan. Pemakaian tawas juga tidak terlepas dari sifat-sifat kimia yang terkandung oleh air baku tersebut. Semakin banyak dosis tawas yang di tambahkan maka pH akan semakin turun, karena di hasilkan asam sulfat sehingga di perlukan pencarian dosis tawas yang efektif antara pH 5,8-7,4 [3].

## BAHAN DAN METODE

Adapun bahan dan metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

### Bahan

Timbangan analitik, gelas kimia 1000 ml, bola hisap, pipet ukur, sendok, *turbidity meter*, ember kecil, gelas ukur 1000 ml, cawan, beaker gelas 250 ml, tawas  $Al_2(SO_4)_3$ , sampel air baku yang diambil dari sumber air baku dan akuades.

### Metode

#### 1. Pembuatan Tawas ( $Al_2(SO_4)_3$ ) 10%.

Sebanyak 100 gram tawas ditimbang dengan menggunakan timbangan digital, kemudian dilarutkan menggunakan akuades sebanyak 1000 ml didalam gelas kimia.

#### 2. Pengenceran Tawas ( $Al_2(SO_4)_3$ ) 10% menjadi 1%.

Sebanyak 10 ml larutan tawas 10% dipipet kemudian dilarutkan dengan akuades sebanyak 900ml didalam gelas kimia.

#### 3. Jar Test

Mula-mula air baku disiapkan dan dihitung kekeruhan awal menggunakan *turbidity meter*. Selanjutnya setelah mengetahui kekeruhan awal ditentukan variasi jumlah tawas yang diinjeksikan ke dalam gelas kimia. Kemudian, air baku ditambahkan tawas sesuai variasi yang telah ditentukan ke dalam gelas kimia 1000 mL dan dimasukkan ke dalam mesin Jar Test. Setelah itu, campuran di mixer selama 2-3 menit (disesuaikan dengan waktu kontak pengolahan) dengan kecepatan 120 rpm, setelah 2-3 menit dilanjutkan dengan mixer selama 30 menit dengan kecepatan 30 rpm, kemudian setelah 30

menit mesin jar test dimatikan dan gelas kimia di angkat dan didiamkan selama 30 menit. Selanjutnya, masing-masing dari gelas kimia hasil jar test dipipet sebanyak 10 mL menggunakan pipet ukur ke dalam gelas kimia 250 ml, kemudian dilakukan pengukuran kekeruhan kembali menggunakan *turbidity meter* dan dicatat hasil yang didapatkan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

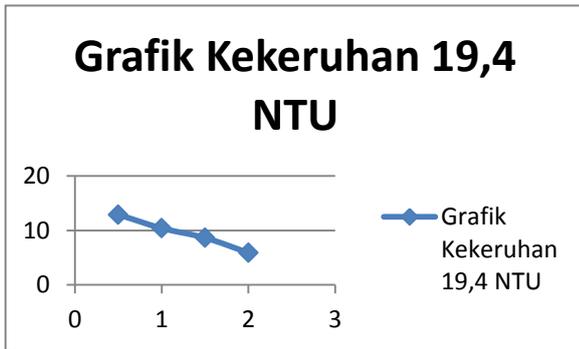
Tabel 1. Hasil Analisis Pengaruh Penambahan Koagulan Tawas  $Al_2(SO_4)_3$  Terhadap Tingkat Kekeruhan Air Tanggal 12/02/2019 Pukul 14:30.

No	Uraian	Dosis Pembubuhan Tawas			
		0,5ml	1ml	1,5ml	2ml
1	Kekeruhan Awal sebelum Jar Test (NTU)	19,4	19,4	19,4	19,4
2	Kekeruhan setelah Jar Test (NTU)	12,9	10,8	8,64	5,90

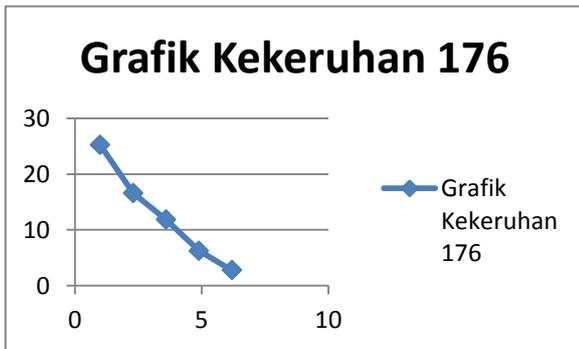
Tabel 2. Hasil Analisis Pengaruh Penambahan Koagulan Tawas  $Al_2(SO_4)_3$  Terhadap Tingkat Kekeruhan Air Tanggal 18/02/2019 Pukul 09:20.

No	Uraian	Dosis Pembubuhan Tawas				
		1ml	2,3ml	3,6ml	4,9ml	6,2ml
1	Kekeruhan Awal sebelum Jar Test (NTU)	176	176	176	176	176
2	Kekeruhan setelah Jar Test (NTU)	25,2	16,6	11,8	6,23	2,27

Tabel 3. Grafik Gravitasi Variasi Pengaruh Penambahan Koagulan  $Al_2(SO_4)_3$  Terhadap Tingkat Kekeruhan dengan kekeruhan 19,4 NTU



Tabel 3. Grafik Gravitasi Variasi Pengaruh Penambahan Koagulan  $Al_2(SO_4)_3$  Terhadap Tingkat Kekeruhan dengan kekeruhan 19,4 NTU



### Pengaruh Penambahan Koagulan tawas terhadap tingkat kekeruhan.

Tawas (alum) adalah sejenis koagulan dengan rumus kimia  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$  atau  $18H_2O$ , umumnya yang digunakan adalah  $18H_2O$ . Tawas merupakan bahan koagulan yang paling banyak digunakan dikarenakan bahan ini paling ekonomis, mudah diperoleh di pasaran serta mudah penyimpanannya. Bahan ini dapat berfungsi efektif pada pH antara 4-8. Jumlah pemakaian tawas tergantung *turbidity* (kekeruhan) air baku. Secara umum, semakin tinggi tingkat kekeruhan sumber air baku maka semakin besar jumlah tawas yang dibutuhkan dan sebaliknya. Penambahan koagulan tawas juga mempengaruhi parameter lain yang terkandung dalam air baku tersebut. Jika semakin banyak dosis tawas yang ditambahkan maka pH akan semakin turun, karena dihasilkan asam sulfat sehingga diperlukan pencarian dosis tawas yang

efektif antara pH 5,8-7,4 [3].

Tabel 4. Standar Kualitas Air Baku Sesuai Permenkes No. 92/MEN.KES/PER/IV/2010

No	Parameter	Keterangan
1	Bau	Tidak berbau
2	Rasa	Tidak Berasa
3	Kekeruhan	Tidak lebih dari 5 NTU
4	pH	6,5 sampai 8,5
5	Besi (Fe)	0,3 mg/lit
6	Mangan (Mn)	0,1 mg/lit
7	Zat Organik	10 mg/lit
8	Bakteri	Bebas bakteri

Tabel 2 menunjukkan bahwa terdapat pengaruh penambahan koagulan tawas  $Al_2(SO_4)_3$  terhadap kekeruhan sumber air baku. Pada Tanggal 18 februari 2019 pukul 09:20 diperoleh tingkat kekeruhan awal yaitu 176 NTU. Koagulan tawas yang ditambahkan dengan variasi yaitu 1 ml, 2,3 ml, 3,6 ml, 4,9 ml, dan 6,2 ml dimana terjadi perubahan tingkat kekeruhan sumber air baku yaitu 25,2 NTU pada 1 ml; 16,6 NTU pada 2,3 ml; 11,8 NTU pada 3,6 ml; 6,23 NTU pada 4,9 ml dan 2,77 NTU pada 6,2 ml. Tingkat kekeruhan yang dihasilkan oleh sumber air baku menggunakan koagulan tawas memenuhi kualitas air yang ditetapkan oleh Permenkes yaitu 5 NTU pada variasi penambahan tawas sebanyak 6,2 ml mengakibatkan penurunan tingkat kekeruhan air sebesar 2,77 NTU, dimana nilai ini sudah memenuhi standar kualitas air yang ditetapkan oleh Permenkes No. 492/MEN.KES/PER/IV/2010 tentang pengawasan dan persyaratan kualitas air.

Berdasarkan Tabel 1 dan 2 dapat ditarik kesimpulan sebagian besar tingkat kekeruhan sumber air baku yang digunakan oleh PDAM sebagian sudah memenuhi Permenkes No. 492/MEN.KES/PER/IV/2010 tentang pengawasan dan persyaratan kualitas air. Namun, kondisi air tersebut tetap harus disalurkan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Penambahan koagulan tawas yang sesuai dengan dosis yang tepat sangat

diperlukan dalam rangka memenuhi standar kualitas air bersih, khususnya pada parameter tingkat kekeruhan yaitu 5 NTU.

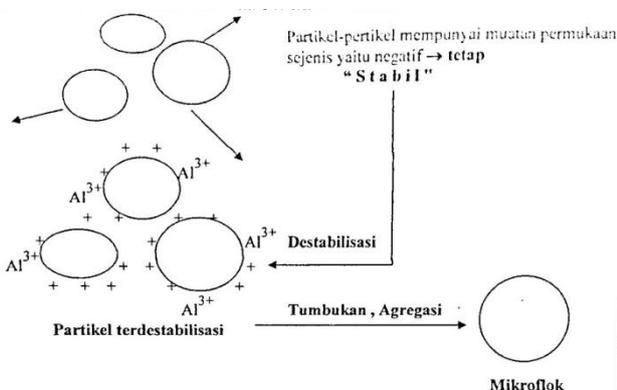
Dari grafik variasi penambahan koagulan tawas yang dihasilkan dapat disimpulkan bahwa pada tingkat kekeruhan 176 NTU dengan penambahan koagulan Tawas 6,2 ml yang dapat menurunkan kekeruhan sumber air baku menjadi 2,77 NTU merupakan dosis optimum yang tepat untuk pemakaian koagulan Tawas  $Al_2(SO_4)_3$ .

### Mekanisme Koagulasi dan flokulasi Tawas

Stabilitas koloid merupakan aspek penting dalam proses koagulasi untuk menghilangkan kolid-kolid. Stabilitas koloid tergantung ukuran koloid dan muatan elektrik, juga dipengaruhi oleh media pendispersi (dalam hal ini media pendispersi adalah air) seperti kekuatan ion, pH. Muatan permukaan partikel-partikel koloid penyebab kekeruhan air adalah sejenis, oleh karena itu jika kekuatan ionik di dalam air rendah, maka koloid akan tetap stabil. Stabilitas merupakan gaya tolak koloid karena partikel-partikel mempunyai muatan permukaan sejenis (negatif). Antara koloid-koloid ada gaya tolak menolak dan gaya tarik massa (*vander waals*). Dengan adanya energi interaksi kedua gaya tersebut yang disebabkan oleh gerak brownian, dihasilkan suatu energi kinetik. Jika kekuatan ionik dalam air cukup tinggi, maka gaya tolak-menolak memberi keuntungan pada situasi dimana tumbukan yang terjadi menghasilkan aglomerasi partikel-partikel seperti yang ditunjukkan Gambar 1 dan Gambar 2 sebagai berikut.

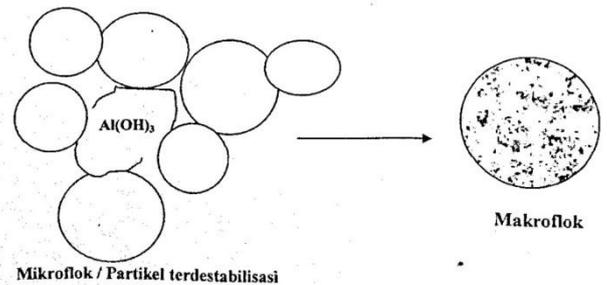
Secara garis besar mekanisme koagulasi dan flokulasi terdiri dari:

1. Destabilisasi muatan negatif partikel-partikel oleh muatan positif dan koagulan.
2. Tumbukan antar partikel
3. Adsorpsi.



Gambar 1. Proses Destabilisasi, Tumbukan dan Agregasi.

Selain tumbukan antar partikel terdestabilisasi/mikroflokk yang bertujuan membentuk flokk dengan ukuran relatif besar (*makroflokk*). Adsorpsi merupakan mekanisme flokulasi diantaranya dilakukan oleh  $Al(OH)_3$  yaitu bentuk hidroksida Al, hasil reaksi hidrolisa Al dengan air. Senyawa ini berbentuk agar-agar (*Jelly*) seperti ditunjukkan Gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2. Adsorpsi partikel terdestabilisasi/makroflokk.

### Zat yang mempengaruhi proses koagulasi dan Flokulasi

#### 1. Zat Anorganik

Ada beberapa zat anorganik yang sangat berpengaruh terhadap proses flokulasi dengan koagulan/flokulan yang dipakai secara umum misalnya semua garam Al maupun  $Fe(III)$ , karena secara kimiawi akan secara umum garam Al maupun  $Fe(III)$  akan membentuk endapan hidroksida misalnya ion fosfat, sulfat, kalsium, dan magnesium. Dengan demikian, jangkauan pH optimum untuk pengendapan secara kimiawi dari hidroksida metal tersebut diperluas. Selain itu secara langsung dipengaruhi oleh konsentrasi  $CO_2$  atau kapasitas dapar (*buffer*) karena berpengaruh terhadap pH sebelum dan setelah koagulasi, jika tidak dilakukan penetapan pH dengan asam atau basa untuk proses stabilisasi [6].

#### 2. Zat Organik

Zat organik alami terlarut didalam air yang akan diolah, sangat mempengaruhi proses koagulasi/flokulasi. Selain adsorpsi diatas permukaan zat padat yang menyebabkan afek stabilitas, juga terjadi pembentukan molekul kompleks dengan zat koagulan/flokulan yang menurunkan efisiensi koagulan/flokulan yang menyebabkan kebutuhan bahan koagulan menjadi besar.

Ada beberapa zat organik misalnya asam sulfonik atau beberapa zat hidro karbon aromatik yang terkloronasi, hidrogen organik polisiklik dan beberapa senyawa kompleks yang bisa dihilangkan dengan proses koagulasi/flokulasi

dengan hasil yang sangat berbeda dan bisa juga dipadukan dengan pengendapan atau penyerapan atas beberapa partikel yang terbentuk pada proses secara biologis, misalnya zat pencemar dengan molekul berantai pendek sering kali tidak efisien untuk menghilangkan zat tersebut dengan metode koagulasi/flokulasi [6].

dan Proses Pengolahan Air. Pejopongan-  
Jakarta. PERPAMSI.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis yang dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penambahan koagulan Tawas  $Al_2(SO_4)_3$  berpengaruh terhadap tingkat kekeruhan sumber air baku. Semakin tinggi tingkat kekeruhan sumber air baku maka semakin besar jumlah tawas yang dibutuhkan dan sebaliknya.
2. Sebagian besar tingkat kekeruhan sumber air baku yang digunakan oleh PDAM belum memenuhi standar baku mutu kualitas air bersih yaitu dibawah 5 NTU.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Samudra yang sudah membantu dalam pendanaan pada penelitian ini dan kepada seluruh pihak yang telah membantu dan memberikan motivasi untuk kesuksesan penelitian ini.

## REFERENSI

- [1] Rifai, J. 2007. Pemeriksaan Kualitas Air Bersih dengan Koagulan Alum dan PAC di IPA Jurug PDAM kota Surakarta. Universitas Sebelas Maret.
- [2] PERMENKES No. 492/MEN.KES/PER/IV/2010 Tentang Pengawasan Dan Persyaratan Kualitas Air Amir.
- [3] Nainggolan, H. 2011. Pengolahan Limbah Cair Industri Perkebunan dan Air Gambut Menjadi Air Bersih. USU Press. Medan.
- [4] Waluyo, L. 2005. *Mikrobiologi Lingkungan*. Malang: UMM
- [5] Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta.
- [6] Persatuan Perusahaan Air Minum Seluruh Indonesia (PERPAMSI). 2003. Parameter