

EFEKTIVITAS KOAGULAN PAC DALAM PENGOLAHAN AIR DI IPA KRIKILAN KABUPATEN GRESIK

(Effectiveness Of PAC Coagulants In Water Treatment At Krikilan IPA, Gresik District)

Dany Kharisma Putri¹⁾, Sudiro²⁾, Anis Artiyani³⁾

^{1,2, &3)} Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang
Jalan Bendungan Sigura-Gura No.2, Sumbersari, Lowokwaru, Kota Malang

Email:¹⁾khariomaputri0733@gmail.com ²⁾sudiroenviro@lecturer.itn.ac.id ³⁾
anisartiyani@ymail.com

ABSTRAK : Kebutuhan air di masa sekarang mengalami peningkatan. Pemerintah Kabupaten Gresik melakukan pengolahan air untuk memenuhi kebutuhan air bersih dari anak sungai brantas. Salah satu proses yang dilakukan adalah menurunkan kekeruhan dengan proses koagulasi – flokulasi yang membutuhkan koagulan. Penggunaan koagulan harus sesuai dengan kebutuhan dan kondisi kualitas air baku. Hal itu dilakukan agar mencapai efisiensi proses pengolahan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh dosis koagulan PAC terhadap air hasil olahan berdasarkan karakteristik air baku IPA Krikilan dan menganalisis efektivitas koagulan PAC cair terhadap kualitas parameter TDS, dan kekeruhan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen skala laboratorium. Variabel penelitian yang digunakan yaitu dosis koagulan PAC 7, 8, 9, 10, 11, 12 ppm, pengadukan cepat 250 rpm dengan waktu 3 menit, pengadukan lambat 20 rpm dengan waktu 4 menit, dan waktu tinggal sedimentasi 30 menit. Hasil analisis didapatkan dengan penambahan dosis PAC 7 ppm, kekeruhan sebesar 6,25 NTU, TDS sebesar 241 mg/l. Dosis PAC 8 ppm kekeruhan sebesar 5,38 NTU, TDS sebesar 238 mg/l. Dosis PAC 9 ppm kekeruhan sebesar 2,87 NTU, TDS sebesar 234 mg/l. Dosis PAC 10 ppm kekeruhan sebesar 3,52 NTU, TDS sebesar 237 mg/l. Dosis PAC 11 ppm kekeruhan sebesar 4,12 NTU, TDS sebesar 239 mg/l. Dosis PAC 12 ppm kekeruhan sebesar 4,67 NTU, TDS sebesar 241 mg/l. Dosis terbaik yang dapat menurunkan parameter TDS dan kekeruhan adalah penambahan dosis PAC 9 ppm yang memiliki efektivitas dalam menurunkan TDS sebesar 3,70% serta menurunkan kadar kekeruhan yaitu sebesar 99,39%.

Kata kunci : Kekeruhan, Koagulasi, PAC

ABSTRACT : Today's water needs are increasing. The Gresik Regency Government carries out water processing to meet the need for clean water from the Brantas tributary. One of the processes carried out is to reduce turbidity using a coagulation – flocculation process which requires a coagulant. The use of coagulants must be in accordance with the needs and conditions of raw water quality. This is done in order to achieve processing efficiency. This study aims to analyze the effect of PAC coagulant dosage on processed water based on the characteristics of Krikilan IPA raw water and to analyze the effectiveness of liquid PAC coagulant on the quality parameters of TDS and turbidity. This research uses laboratory scale experimental methods. The research variables used were coagulant doses of PAC 7, 8, 9, 10, 11, 12 ppm, fast stirring 250 rpm for 3 minutes, slow stirring 20 rpm for 4 minutes, and sedimentation residence time of 30 minutes. The results of the analysis were obtained by adding a dose of 7 ppm PAC, turbidity of 6.25 NTU, TDS of 241 mg/l. The PAC dose of 8 ppm turbidity was 5.38 NTU, TDS was 238 mg/l. The PAC dose of 9 ppm turbidity was 2.87 NTU, TDS was 234 mg/l. The PAC dose of 10 ppm turbidity was 3.52 NTU, TDS was 237 mg/l. The PAC dose of 11 ppm turbidity was 4.12 NTU, TDS was 239 mg/l. The PAC dose of 12 ppm turbidity was 4.67 NTU, TDS was 241 mg/l. The best dose that can reduce TDS and turbidity parameters is an additional dose of 9 ppm PAC which has an effectiveness in reducing TDS by 3.70% and reducing turbidity by 99.39%.

Keywords : Turbidity, Coagulation, PAC

PENDAHULUAN

Pemerintah Kabupaten Gresik melakukan pengolahan air untuk memenuhi kebutuhan air bersih bagi masyarakat seperti untuk mandi, mencuci, minum, dan lain sebagainya. Sistem Penyediaan Air minum di Kabupaten Gresik di layani oleh PERUMDA Giri Tirta Kabupaten Gresik. Cakupan layanan yang dilayani oleh Perumda Giri Tirta sebanyak 11 Kecamatan. Dalam proses pelayanannya mempunyai 7 layanan sumber air baku, salah satunya IPA Krikilan yang dimana IPA Krikilan ini dikelola oleh PT. Adaro Tirta Gresik. Sehingga Perumda Giri Tirta ini menjalin kerja sama dengan PT. Adaro Tirta. IPA Krikilan memiliki kapasitas 400 liter/ detik untuk memenuhi kebutuhan air di seluruh Kecamatan Driyorejo, sebagian Kecamatan Menganti dan sebagian Kecamatan Cerme. Lokasi pelayannya berada di Desa Krikilan, RT:12, RW: 05, Kecamatan Driyorejo, Kabupaten Gresik, dengan memanfaatkan anak Sungai Brantas sebagai air baku pengolahan.

Salah satu proses utama yang dilakukan saat pengolahan air baku adalah menurunkan kekeruhan pada air baku yang dapat dilakukan dengan proses koagulasi – flokulasi, dimana proses tersebut membutuhkan bahan kimia atau koagulan. Hal itu dilakukan agar mencapai efisiensi proses pengolahan (Prianti *et al.*, 2022). Proses dan pengoperasian IPA Krikilan menggunakan koagulan PAC Cair sebagai upaya penurunan kekeruhan dari berbagai macam residu terlarut dan residu tersuspensi. Pemberian koagulan harus sesuai dengan kebutuhan dan kondisi kualitas air sungai (Nurjannah *et al.*, 2015). Hal yang perlu diperhatikan dalam proses pengolahan adalah penambahan dosis koagulan. Dosis koagulan dapat mempengaruhi tingkat kualitas air baku yang diolah pada IPA (Prasetya & Saptomo, 2018).

Data tingkat kekeruhan (Turbiditas) IPA Krikilan (2023) pada saat musim hujan dapat mencapai lebih dari 500 NTU, sehingga mengakibatkan sulitnya pengolahan air terutama pada unit Koagulasi – Flokulasi yang berpengaruh menurunkan kekeruhan dalam proses pengolahan air bersih. Berdasarkan peraturan menteri kesehatan

Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan, kadar maksimum kekeruhan yang diperbolehkan untuk air minum adalah sebesar 3 NTU.

Meninjau dari permasalahan tersebut, maka sangat perlu dilakukan kajian pemeriksaan kualitas air bersih dengan koagulan PAC serta penentuan dosis optimum koagulan pada proses koagulasi-flokulasi. Dengan melakukan kajian tersebut, diharapkan dapat memberikan kontribusi informasi/identifikasi dan rekomendasi pengetahuan proses koagulasi dengan Dosis PAC cair dapat efektif sehingga sesuai berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. Tujuan dari penelitian ini yaitu Menganalisis pengaruh dosis koagulan PAC terhadap air hasil olahan berdasarkan karakteristik air baku IPA Krikilan dan Menganalisis efektivitas koagulan PAC cair terhadap kualitas parameter TDS, dan kekeruhan.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu dengan melakukan percobaan laboratorium untuk mendapatkan hasil yang menunjukkan hubungan antara variabel yang ada. Lokasi penelitian dilakukan di Instalasi Pengolahan Air PT. Adaro Tirta Gresik yang berlokasi di Desa Krikilan, Kecamatan Driyorejo, Kabupaten Gresik kemudian uji kualitas parameter dilakukan di Laboratorium IPA Krikilan. Parameter yang diuji dalam penelitian ini adalah Uji pH, TDS, dan Kekeruhan.

Alat dan bahan yang digunakan untuk uji kualitas parameter yaitu:

Alat utama :

- Alat analisa uji jar test
- Alat analisa pengukuran pH
- Alat analisa pengukuran TDS
- Alat analisa pengukuran kekeruhan

Bahan yang diperlukan antara lain :

- PAC cair sebagai koagulan
- Air baku
- Aquadest

Pengambilan sampel dilakukan di Inlet IPA

Krikilan yaitu dengan metode *Grab Sampel*. Pengambilan sampel dilakukan setiap 1 minggu sebanyak 2 kali analisa, sehingga diperlukan 8 kali analisa dalam periode 4 minggu. Kemudian, dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali setiap 1 kali analisa. Sebelum dilakukan metode jar test, menyiapkan gelas beker sebanyak 6 gelas. Kemudian gelas beker diisi air baku sebanyak 1000 ml dan dianalisis terlebih dahulu untuk mengetahui konsentrasi awal parameter pH, TDS, dan Kekeruhannya.

Langkah- langkah yang dilakukan dalam Metode jar test yaitu :

- a. Persiapan
- b. Menambil satu ember air baku
- c. Melakukan analisa awal air baku
- d. Mengisi 6 gelas beker dengan air baku sebanyak 1000 ml
- e. Membuat larutan konsentrasi koagulan dalam (%)
- f. Menentukan dosis koagulan dengan rumus berikut :

$$ppm = ml \text{ Larutan} \times \text{konsentrasi larutan}(\%) \times 1000$$

- g. Menekan tombol power untuk menyalakan alat
- h. Mengatur kecepatan putaran dan lama waktu pengadukan
- i. Setelah kecepatan stabil, tambahkan variasi dosis koagulan yang telah dipersiapkan di awal
- j. Analisis hasil *Jar Test*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Wilayah Penelitian

Kecamatan Driyorejo adalah salah satu wilayah di kabupaten Gresik yang berbatasan dengan kota Surabaya. Secara Geografis Kecamatan Driyorejo berbatasan langsung dengan wilayah berikut :

Sebelah Utara : Desa Banjaran dan Desa Tanjungan

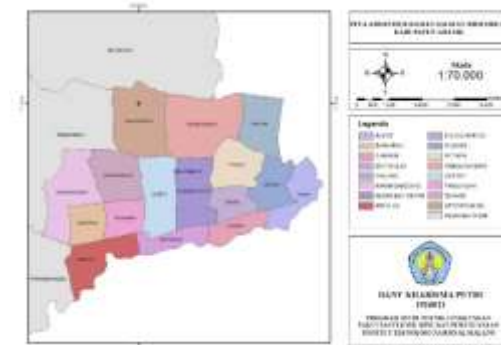
Sebelah selatan : Sungai Kali Mas (Desa Tempel)

Sebelah Timur : Desa Driyorejo

Sebelah Barat : Desa Pasinan Lemah Putih

Desa Krikilan terdiri dari 17 RT dan 7 RW dengan total jumlah penduduk 6.340 jiwa pada tahun 2022. Penduduk Desa Krikilan mayoritas bekerja sebagai petani karyawan

swasta.



Gambar 1 Peta Adminstrasi Desa Krikilan (Sumber : Teknik Lingkungan ITN Malang,2023)

Kondisi Eksisting IPA Krikilan

IPA Krikilan dikelola oleh PT. Adaro Tirta Gresik. Wilayah yang terlayani oleh IPA Krikilan yaitu seluruh desa di Kecamatan Driyorejo, sebagian Kecamatan Menganti dan sebagian Kecamatan Cerme. Untuk mencukupi kebutuhan air masyarakat, IPA Krikilan memanfaatkan anak sungai brantas sebagai sumber air baku kemudian dilakukan berbagai proses pengolahan air baku sehingga air baku layak untuk didistribusikan. Unit proses pengolahan air di IPA Krikilan dibagi menjadi 6 yaitu :

- a. Intake
- b. Koagulator
- c. Flokulator
- d. Sedimentasi
- e. Filtrasi
- f. Reservoir

Hasil Analisis Awal Air Baku

Dalam penelitian ini tidak meneliti semua parameter yang mempunyai pengaruh terhadap penambahan koagulan tetapi, hanya meneliti parameter fisik diantaranya pH, TDS, dan Kekeruhan sebelum dilakukan metode *Jar test*. Penelitian dilakukan mandiri di Laboratorium IPA Krikilan.

Tabel 1. Hasil Analisis Awal Air Baku

No.	Para meter	Satua n	Baku Mutu	Hasil Analisa
1.	pH	-	5 – 8,5	7,86
2.	TDS	Mg/L	<300	243
3.	Kekeruhan	NTU	<3	470

(Sumber: Hasil Penelitian, 2023)

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa nilai parameter pH dan TDS sebelum

dilakukannya proses koagulasi- flokulasi telah sesuai dengan persyaratan kualitas air minum atau baku mutu. Sedangkan parameter Kekeruhan masih melebihi persyaratan baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. Oleh karena itu maka sangat perlu dilakukan kajian efektifitas dosis koagulan untuk menurunkan Kekeruhan pada pengolahan air baku di IPA Krikilan.

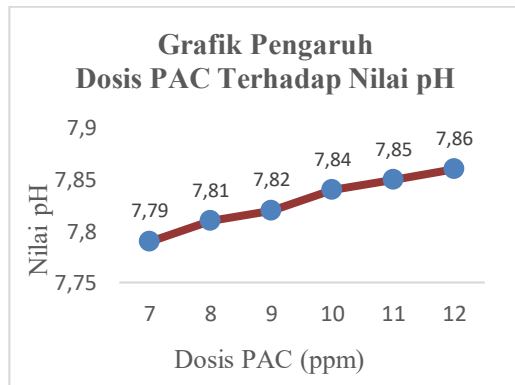
Hasil Pengukuran parameter pH

Hasil pengukuran pH pada air baku IPA Krikilan setelah dilakukan proses koagulasi dengan variasi dosis koagulan, Kecepatan pengadukan dan lama waktu pengadukan dapat dilihat pada tabel 2 dan Grafik berikut ini.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Dosis Koagulan Terhadap pH

Dosis Koagulan (ppm)	Nilai pH
7	7,79
8	7,81
9	7,82
10	7,84
11	7,85
12	7,86

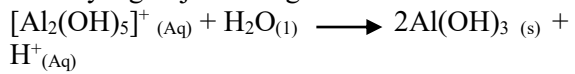
(Sumber: Hasil Penelitian, 2023)



Grafik 2. Pengaruh Dosis PAC Terhadap Nilai pH

Berdasarkan gambar 2. pengukuran nilai pH terhadap dosis PAC bahwa dengan penambahan koagulan PAC dosis 7 ppm terjadi penurunan pada nilai pH. pH air baku sebelum penambahan koagulan PAC adalah 7,86 sedangkan setelah penambahan koagulan PAC, Nilai pH menurun menjadi 7,79. Hal tersebut dikarenakan, penambahan koagulan dapat menyebabkan pelepasan ion hidrogen.

Ion hidrogen yang dihasilkan ini menyebabkan penurunan nilai pH. Hal ini dapat dilihat dari reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Reaksi hidrolisis yang terjadi tersebut yaitu kondisi ketika koagulan PAC melepaskan satu buah ion H⁺. Pelepasan tersebut dapat menyebabkan pH pada air berubah dari pH sebelumnya, pada konsentrasi nilai pH akhir koagulan PAC (Nurdiani, 2020). Menurut Winoto *et al.*, (2021) Penggunaan koagulan PAC lebih efektif jika dilakukan pada konsentrasi pH dengan rentan 6 – 9. Berbanding terbalik dengan penggunaan koagulan tawas, pada pemakaian koagulan PAC yang berlebih tidak akan mengakibatkan air menjadi keruh tetapi pada pemakaian koagulan jenis tawas, jika tidak sesuai kebutuhan akan menyebabkan air kembali keruh.

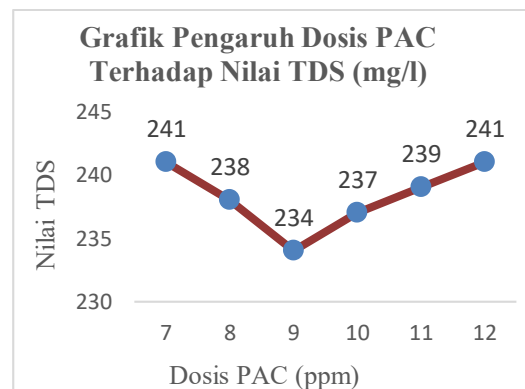
Hasil Pengukuran parameter TDS

Hasil pengukuran TDS pada air baku IPA Krikilan setelah dilakukan proses koagulasi dengan variasi dosis koagulan, Kecepatan pengadukan dan lama waktu pengadukan dapat dilihat pada tabel 3 dan Grafik 3. berikut ini.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Dosis Koagulan Terhadap TDS

Dosis Koagulan (ppm)	Nilai TDS
7	241
8	238
9	234
10	237
11	239
12	241

(Sumber: Hasil Penelitian, 2023)



Grafik 3. Pengaruh Dosis PAC Terhadap Nilai TDS

Berdasarkan Gambar 3. pengukuran nilai TDS dapat dilihat bahwa penambahan dosis koagulan PAC mempengaruhi penurunan nilai TDS. Pada saat dosis PAC 7 ppm, 8 ppm, 9 ppm ditambahkan, nilai TDS menurun. Pada penambahan dosis PAC 10 m, 11 ppm, 12 ppm, nilai TDS kembali meningkat. Menurut (Budiman *et al.*, 2017) semakin banyaknya dosis PAC yang ditambahkan, nilai TDS akan semakin menurun sampai pada batas kadar PAC yang diijinkan. Hal tersebut dikarenakan, semakin banyak pengotor- pengotor dalam air yang dinetralkan oleh koagulan PAC. Namun ketika dosis PAC yang ditambahkan semakin banyak akan mengakibatkan terjadinya deflokulasi sehingga akan terbentuk kembali partikel koloid dalam air, hal ini memungkinkan nilai TDS bertambah menjadi semakin besar.

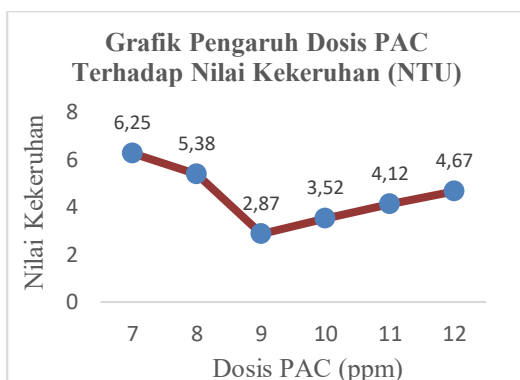
Pengaruh Dosis Koagulan Terhadap Kekeruhan

Hasil pengukuran Kekeruhan pada air baku IPA Krikilan setelah dilakukan proses koagulasi dengan variasi dosis koagulan, Kecepatan pengadukan dan lama waktu pengadukan dapat dilihat pada tabel 4. dan Grafik 4. berikut ini.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Dosis Koagulan Terhadap Kekeruhan

Dosis Koagulan (ppm)	Nilai Kekeruhan
7	6,25
8	5,38
9	2,87
10	3,52
11	4,12
12	4,67

(Sumber: Hasil Penelitian, 2023)

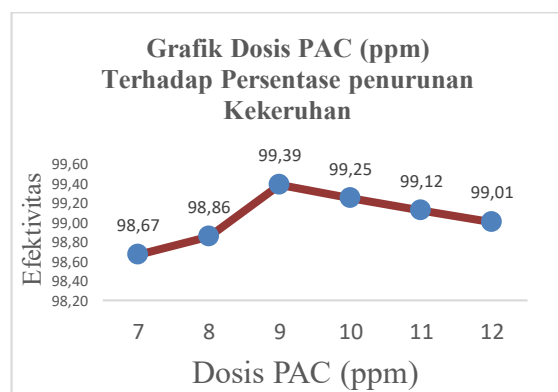


Grafik 4. Pengaruh Dosis PAC Terhadap Nilai Kekeruhan

Berdasarkan Gambar 4. pengukuran nilai Kekeruhan dapat dilihat bahwa penambahan koagulan PAC mempengaruhi penurunan nilai Kekeruhan. Pada penambahan dosis PAC 7 ppm sampai dosis 9 ppm, mengalami penurunan nilai Kekeruhan. Pada saat itu lah dosis koagulan optimum untuk menurunkan kekeruhan. Namun, ketika penambahan dosis PAC 10 ppm sampai dosis 12 ppm, nilai Kekeruhan kembali meningkat. Hal tersebut dikarenakan dosis koagulan yang melebihi dosis optimum menyebabkan koloid menjadi restabilisasi (Khoiro *et al.*,2021). Menurut Nisa & Aminudin (2019), dalam penelitiannya menyatakan bahwa penambahan dosis koagulan yang melebihi optimum justru akan menaikkan nilai Kekeruhan. Hal tersebut dikarenakan adanya gaya tolak menolak antar partikel yang bermuatan positif sehingga terjadi gaya tolak menolak antar partikel sehingga terjadi proses deflokulasi flok yang mengakibatkan larutan semakin bertambah keruh.

Data Perhitungan Efektivitas PAC terhadap Kekeruhan

Hasil perhitungan efektifitas koagulan PAC terhadap Kekeruhan pada air baku IPA Krikilan setelah dilakukan proses koagulasi dengan variasi dosis koagulan, Kecepatan pengadukan dan lama waktu pengadukan dapat dilihat pada Grafik 5. berikut ini.



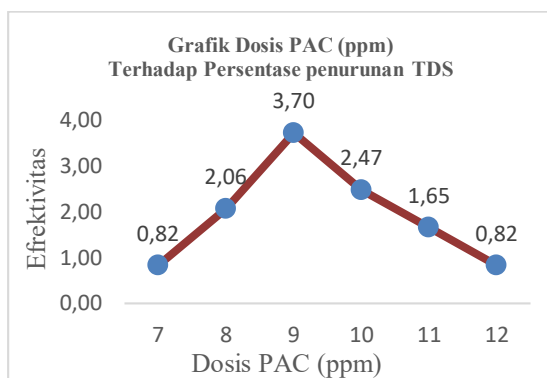
Grafik 5. Dosis PAC (ppm) Terhadap Persentase penurunan Kekeruhan

Pada Gambar 5. penambahan dosis PAC pada air baku sampai dosis 9 ppm dapat menurunkan kekeruhan air baku dari 470 NTU menjadi 2,87 NTU atau penurunan sampai 99,39 %. Selanjutnya jika penambahan PAC semakin banyak maka nilai kekeruhan air baku akan semakin kecil. Hal ini disebabkan oleh

koagulan PAC tersebut memiliki derajat polimerisasi yang tinggi artinya senyawa dalam PAC memiliki massa molekul yang lebih besar sehingga menyebabkan PAC mudah bereaksi dengan partikel-partikel yang terdapat di dalam air. Pada proses koagulasi flokulasi saat sudah mulai berreaksi maka tidak membutuhkan dosis yang banyak. Reaksi yang terjadi pada proses koagulasi dan flokulasi yang menggunakan koagulan PAC tidak membutuhkan dosis yang tinggi (Winoto *et al.*, 2021).

Data Perhitungan Efektifitas Koagulan PAC terhadap TDS

Hasil perhitungan efektifitas koagulan PAC terhadap tds pada air baku IPA Krikilan setelah dilakukan proses koagulasi dengan variasi dosis koagulan, Kecepatan pengadukan dan lama waktu pengadukan dapat dilihat pada Grafik 6. berikut ini.



Grafik 6. Dosis PAC (ppm) Terhadap Persentase penurunan TDS

Pada Gambar 6. penambahan dosis PAC 9 ppm merupakan nilai efektif untuk menurunkan kandungan TDS pada air baku IPA Krikilan. Pada penambahan dosis PAC 10 ppm nilai efektifitas semakin menurun. Artinya pada dosis 10 ppm sudah tidak efektif lagi untuk menurunkan nilai TDS. Tingginya nilai TDS tersebut dikarenakan adanya penambahan koagulan PAC. Hal tersebut juga dapat disebabkan oleh senyawa Al bereaksi dengan air. Tinggi rendahnya kandungan TDS dalam air dapat dipengaruhi oleh perbedaan musim dan tingkat kekeruhan dalam air (Wityasari *et al.*, 2015). Menurut Yustinawati *et al.*, (2020) PAC mempunyai efektifitas kemampuan dalam mereduksi zat padat terlarut (TDS) jauh dibawah aluminium sulfat. Kemampuan aluminium sulfat

mereduksi TDS rata – rata diatas 60% sedangkan PAC hanya berkisar 20-60%. Tetapi untuk reduksi amoniak (NH₃) PAC jauh lebih efektif dibandingkan aluminium sulfat.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiman, A., Wahyudi, C., Irawati, W., & Hindarso, H. (2017). Kinerja Koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) Dalam Penjernihan Air Sungai Kalimas Surabaya Menjadi Air Bersih. *Widya Teknik*, 7(1), 25–34. <http://journal.wima.ac.id/index.php/teknika/article/view/1258>
- Nisa, N. I. F., & Aminudin, A. (2019). Pengaruh Penambahan Dosis Koagulan Terhadap Parameter Kualitas Air dengan Metode Jartest. *JRST (Jurnal Riset Sains Dan Teknologi)*, 3(2), 61. <https://doi.org/10.30595/jrst.v3i2.4500>
- Nurdiani. (2020). Penentuan Optimasi Koagulan PAC dan Alum pada Air Limbah Tekstil dengan Metode Jar Test. *Warta Akab*, 44(283), 26–31. http://jurnal.aka.ac.id/index.php/warta_akab/article/view/116
- Nurjannah, R., Novita, E., & Wahyuningsih, S. (2015). *Determination of Coagulant Dosage in Rainy Season at Unit Tegal Gede PDAM Jember*. 1–4.
- Prasetya, P. E., & Saptomo, S. K. (2018). Perbandingan Kebutuhan Koagulan Al₂(SO₄)₃ dan PAC Untuk Pengolahan Air Bersih Di WTP Sungai Ciapus Kampus IPB Dramaga. *Bumi Lestari Journal of Environment*, 18(2), 75. <https://doi.org/10.24843/blje.2018.v18.i02.p05>
- Prianti, C. D., Hadianoro, S., & Prastijono. (2022). Pengaruh Penambahan Pac Terhadap Tingkat Kekeruhan Pada Proses Penjernihan Air Sungai Di Perumda Delta Tirta - Sidoarjo. *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, 8(3), 526–531. <https://doi.org/10.33795/distilat.v8i3.404>
- Winoto, E., Yhopie, Aprilyanti, S., & Sisnayati. (2021). Perbandingan Penggunaan Tawas dan PAC Terhadap Kekeruhan Dan pH Air Baku PDAM Tirta Musi Palembang. *Jurnal Redoks*, 6(2), 107–116. <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/redoks/article/download/5841/5273>

Yustinawati, Nirwana, & Irdoni. (2020).
Efektifitas Poly Aluminium Chloride
(PAC) Pada Pengolahan Limbah
Lumpur Pemboran Sumur Minyak.
Jurnal Online Mahasiswa Teknik, 1(2),
1–10.