

SUBSTITUSI KOAGULAN ALUMINIUM SULFATE KE ALUMINIUM CHLOROHYDRATE (ACH) PADA UNIT PENGOLAHAN AIR PUSRI-2B UNTUK MENDAPATKAN KUALITAS AIR BERSIH YANG EFEKTIF

Winandyo Mangkoto¹, Harry Margatama¹, Giar Pradipta¹, Alfa Widyawan^{1*}, Dikpride Despa²

¹ Kompartemen Teknologi, PT Pupuk Sriwidjaja, Palembang

² Universitas Lampung, Lampung

Corresponding author: alfa@pusri.co.id

ABSTRAK: Proses pengolahan air bersih di PT Pupuk Sriwidjaja Palembang, yang menggunakan air baku dari Sungai Musi, mengalami tantangan terutama saat musim hujan karena peningkatan turbidity air. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi penggunaan Aluminium Chlorohydrate (ACH) sebagai pengganti Aluminium Sulfat dalam proses koagulasi untuk mendapatkan kualitas air yang optimal. Metode yang digunakan melibatkan pengujian jar test dan trial di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ACH mampu menurunkan turbidity air baku hingga di bawah 1 NTU dalam berbagai kondisi cuaca, meningkatkan efisiensi penggunaan bahan kimia, dan menurunkan biaya operasional. Dengan demikian, substitusi ACH dinilai efektif dalam meningkatkan kualitas dan stabilitas air bersih di pabrik.

Kata Kunci: Pengolahan Air, Koagulan, Aluminium Chlorohydrate, Turbidity, Efisiensi

ABSTRACT: *The clean water treatment process at PT Pupuk Sriwidjaja Palembang, which uses raw water from the Musi River, faces challenges, especially during the rainy season due to increased water turbidity. This study aimed to evaluate the use of Aluminium Chlorohydrate (ACH) as a substitute for Aluminium Sulfate in the coagulation process to achieve optimal water quality. The method involved jar testing and field trials. The results showed that ACH was capable of reducing raw water turbidity to below 1 NTU under various weather conditions, increasing chemical efficiency, and reducing operational costs. Therefore, the substitution of ACH is considered effective in improving the quality and stability of clean water at the plant.*

Keywords: *Water Treatment, Coagulant, Aluminium Chlorohydrate, Turbidity, Efficiency*

PENDAHULUAN

PT Pupuk Sriwidjaja Palembang (Pusri) merupakan salah satu produsen pupuk terbesar di Indonesia yang memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan pupuk urea dan amonia, baik di pasar domestik maupun internasional. Dalam proses produksinya, unit pengolahan air berperan penting dalam memastikan ketersediaan air bersih yang digunakan sebagai bahan baku untuk berbagai keperluan industri, termasuk pembuatan steam, pendinginan, serta kebutuhan sehari-hari di pabrik dan perumahan karyawan.

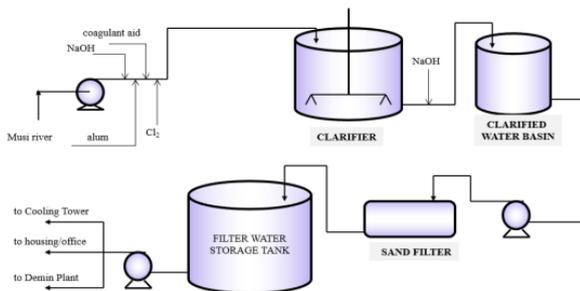
Salah satu unit pengolahan air baku di Pusri adalah Unit *Water Treatment*. Unit ini dibagi dalam beberapa treatment yaitu treatment bahan kimia, biologis dan mekanikal tergantung dari kondisi air yang akan diolah (Santo, 1999). Beberapa alat yang ada pada unit ini diantaranya *Clarifier*, *Pressure Sand Filter* dan tangki

Filter Water. Ketiga alat ini mewakili *treatment* bahan kimia dan mekanikal.

Treatment bahan kimia melibatkan penyesuaian pH atau koagulasi dan flokulasi (Swain, et al, 2020). Proses utama dalam pengolahan air baku menjadi air bersih adalah koagulasi, di mana bahan koagulan digunakan untuk menurunkan tingkat kekeruhan air. Koagulasi merupakan komponen penting dalam instalasi pengolahan air tradisional yang meliputi operasi pengangkutan, penyuntikan koagulan untuk reaksi kimia, netralisasi muatan, dan pembentukan flok-flok kecil (Khaya, et al, 2022). Koloid dan koagulan bereaksi untuk mendestabilisasi dan menetralkan muatan listrik dalam partikel, sedangkan flokulasi membantu penggumpalan flok dalam larutan koloid (Pedersen, et al, 2022). Jenis koagulan yang digunakan pada industri diantaranya Aluminium Sulfat, Polyaluminium Chloride, dan Aluminium Chlorohydrate.

Aluminium sulfat (tawas) merupakan koagulan yang paling banyak digunakan, karena harganya yang murah dan ketersediaannya yang melimpah (Tomitope, 2020). Namun, koagulan ini memiliki keterbatasan seperti sensitivitas terhadap perubahan suhu, kebutuhan untuk menyesuaikan pH sebelum dan setelah *treatment*, kebutuhan untuk menerapkan dosis yang lebih tinggi untuk memenuhi persyaratan baku mutu air (A.K. Tolkou, et al, 2020). Sebelum menerapkan Aluminium Chlorohydrate (ACH), Pusri menggunakan Aluminium Sulfate Polimer dan Klorin pada Clarifier Water Treatment.

Koagulan lain yang digunakan dalam industri adalah koagulan Aluminium Chlorohydrate (ACH) yang memiliki keunggulan inheren seperti kesederhanaan dalam aplikasi dan sifat-sifatnya, serta kemudahan dalam pengendalian selama proses pembuatan (Prakash, et al, 2008). ACH mengonsumsi lebih sedikit alkalinitas dan menghasilkan volume lumpur yang lebih rendah dibandingkan koagulan tawas (Gregory & Dupont, 2001). Beberapa perusahaan yang memiliki sumber air sungai dengan turbidity tinggi telah menggunakan ACH sebagai koagulan. PT. PAM Lyonnaise Jaya (PALYJA) menggunakan ACH sebagai koagulan dengan sumber air berasal dari Sungai Ciliwung (Sato, 2016). Oleh karena itu aplikasi ini bisa diterapkan juga pada industri yang menggunakan air sungai sebagai sumber airnya.



Gambar 1: Proses pengolahan *water treatment*

Air baku yang digunakan oleh Pusri berasal dari Sungai Musi, yang kualitasnya dipengaruhi oleh kondisi cuaca, khususnya saat musim hujan. Pada saat hujan, tingkat kekeruhan (turbidity) air sungai dapat melebihi 100 NTU, yang berdampak pada kualitas air bersih yang dihasilkan. Selain itu pada saat kemarau, air dalam kondisi surut mengakibatkan dangkalnya permukaan air. Hal ini mengakibatkan air yang dialirkan dari sungai Musi ke sistem utilitas pabrik memiliki debit yang rendah dan kekeruhan yang cukup tinggi.

Masalah yang dihadapi dalam pengolahan air di PT Pusri adalah fluktuasi kualitas air bersih yang dihasilkan dari air baku Sungai Musi, terutama saat musim hujan dan kemarau ketika tingkat kekeruhan air dapat meningkat secara drastis. Penggunaan koagulan Aluminium Sulfat

tidak mampu secara konsisten menurunkan kekeruhan air ke tingkat yang diinginkan, yaitu di bawah 1 NTU, dan membutuhkan penambahan bahan kimia lain untuk menstabilkan pH air. Masalah ini tidak hanya mempengaruhi kualitas air bersih yang digunakan untuk keperluan produksi, tetapi juga meningkatkan biaya operasional dan risiko kerusakan pada peralatan.

Alternatif yang dipilih untuk mengatasi permasalahan ini adalah mengganti Aluminium Sulfat dengan Aluminium Chlorohydrate (ACH), yang dinilai memiliki performa lebih baik dalam menurunkan tingkat kekeruhan air baku karena memiliki kadar kemurnian 30-60% lebih tinggi dibandingkan koagulan lain. [3]

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan Aluminium Chlorohydrate (ACH) sebagai koagulan pengganti Aluminium Sulfat yang diharapkan dapat menurunkan tingkat kekeruhan air dengan lebih efisien, mengurangi kebutuhan bahan kimia tambahan, serta menstabilkan kualitas air bersih yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan Aluminium Chlorohydrate (ACH) sebagai koagulan pengganti Aluminium Sulfat dalam proses pengolahan air bersih di PT Pupuk Sriwidjaja Palembang (Pusri). Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang melibatkan beberapa tahapan pengujian, yaitu:

1. Pengumpulan Data Awal: Data terkait kualitas air baku (turbidity air Sungai Musi) serta performa penggunaan Aluminium Sulfat sebagai koagulan dikumpulkan. Data ini bersifat kuantitatif yaitu data yang dapat diukur dan dihitung secara langsung, mengenai informasi atau penjelasan dalam bentuk angka atau statistik (Sugiyono, 2010). Pengukuran dilakukan pada kondisi normal serta saat hujan untuk melihat fluktuasi kekeruhan air. Parameter yang diamati meliputi turbidity, pH, dan konsumsi bahan kimia lainnya seperti caustic soda.
2. Jar Test: Metode ini merupakan teknik laboratorium standar yang digunakan untuk menilai kondisi operasi pengolahan air atau air limbah yang optimal (Nadiyah, et al, 2021). Uji laboratorium ini untuk menentukan dosis optimum Aluminium Chlorohydrate (ACH) dalam menurunkan kekeruhan air baku. Sampel air baku dari Sungai Musi digunakan dalam pengujian ini. Variabel yang diuji meliputi dosis koagulan, pH, dan waktu kontak. Hasil dari jar test digunakan sebagai acuan untuk uji lapangan.

- Uji Lapangan: Setelah jar test mendapatkan dosis yang tepat untuk mengolah air, uji coba lapangan dilakukan di unit pengolahan air Pusri-2B. Dalam uji ini, ACH digunakan sebagai koagulan utama menggantikan Aluminium Sulfat pada sistem pengolahan air. Uji coba dilakukan dalam dua tahap yaitu Bersama vendor dan mandiri (swakelola).
- Analisis Data Laboratorium: Hasil uji coba lapangan kemudian dianalisis untuk menentukan apakah substitusi ACH memberikan peningkatan signifikan dalam kualitas air yang dihasilkan dibandingkan dengan penggunaan Aluminium Sulfat. Data yang dianalisis mencakup tingkat turbidity air bersih, dosis koagulan yang dibutuhkan, biaya operasional, dan konsumsi bahan kimia lainnya.
- Evaluasi Efisiensi dan Kualitas: Setelah tahap uji coba selesai, dilakukan evaluasi terhadap efisiensi penggunaan ACH dibandingkan dengan Aluminium Sulfat. Evaluasi ini mencakup aspek kualitas air yang dihasilkan (turbidity < 1 NTU), penghematan biaya bahan kimia, serta dampak terhadap peralatan (misalnya usia membran Reverse Osmosis dan konsumsi bahan regenerasi di mixed bed).

Tabel 1. Jadwal Pelaksanaan Pengerjaan Penelitian

Jadwal Rencana dan Realisasi Kegiatan										
LANGKAH	KEGIATAN	2020								
		Agust				Sept				Okt
		1	2	3	4	1	2	3	4	1
P	1. Menentukan Tema Dan Judul	■								
	2. Mencari Penyebab Masalah	■	■							
	3. Mencari Penyebab Dominan		■	■						
	4. Membuat Rencana Perbaikan			■	■					
D	5. Melaksanakan Perbaikan/Pengembangan				■	■	■	■		
C	6. Meneliti Hasil Perbaikan/Pengembangan						■	■	■	■
A	7. Membuat Standar Baru									■

Keterangan
 ■ RENCANA
 ■ REALISASI

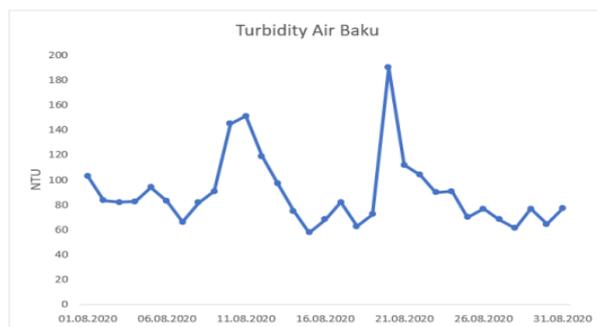
Tabel 1 di atas menjelaskan linimasa dari ujicoba penggunaan Aluminium Chlorohydrate skala pabrik hingga *total switch* menggunakan ACH. Perencanaan dimulai pada bulan Agustus minggu ke-1. Ujicoba dilaksanakan pada September minggu ke-1, dan mulai dibuat standar operasional baku pada bulan Oktober minggu ke-1.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil uji jar test dan uji lapangan untuk mengevaluasi efektivitas Aluminium Chlorohydrate (ACH) sebagai pengganti Aluminium Sulfat dalam proses

koagulasi di unit pengolahan air PT Pupuk Sriwidjaja Palembang, terdapat beberapa temuan penting yang dapat dibahas lebih lanjut:

- Penentuan jenis koagulan: Dalam tahap ini, tim mempelajari jenis-jenis koagulan serta mengundang perusahaan *water treatment* untuk menyampaikan presentasi koagulan alternatif. Didapat kesimpulan dari beberapa pertemuan tersebut ACH memiliki kemampuan paling tinggi (> 1000 NTU) untuk mengolah air baku dengan turbidity fluktuatif dibandingkan dengan Alum Sulfat dan PAC. Selain itu, dari sisi dampak negatif pH dan konduktivitas serta toxic, ACH paling rendah.



Gambar 2. Kondisi Raw Water Sungai Musi

Gambar di atas menjelaskan mengenai kondisi air sungai musri (Raw Water) yang masuk ke dalam sistem utilitas pabrik. Kondisi sungai musri saat itu tidak dalam kondisi hujan dan turbidity tertinggi pada 200 NTU.

- Standarisasi nilai: Menentukan standarisasi dari kualitas air bersih yang ingin dicapai. Dalam hal ini, parameter-parameter di unit *clarifier* dan *filtered water tank*.

Tabel 2. Spesifikasi Standar Nilai Air Bersih

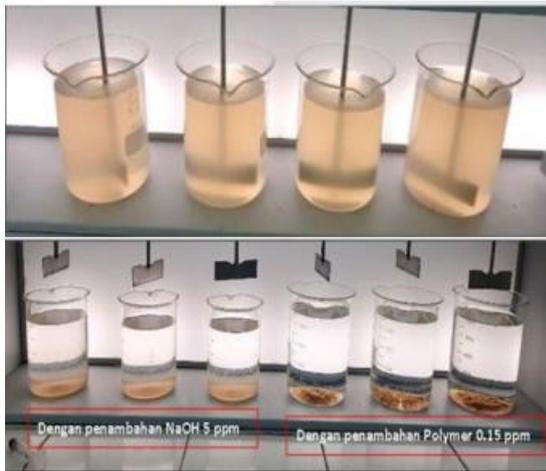
Spesifikasi air keluaran Clarifier		
Parameter	Unit	Nilai
pH, min / max		6,5 - 8,5
Konsentrasi residual chlorine	ppm	< 0,5 absolute
Turbidity	NTU	< 10

Tabel di atas menjelaskan mengenai kualitas produk dari clarifier. Turbidity (kekeruhan) tidak boleh melebihi 10 NTU untuk selanjutnya dilakukan treatment pada *Pressure Sand Filter*.

- Jar test: Selanjutnya dilakukan uji coba skala laboratorium (Jar Test) dan didapatkan dosis koagulan ACH dan polimer yang sesuai untuk acuan plant trial dimana dosis optimal berada pada 20-22 ppm koagulan & 0,15%, sebagai perbandingan dosis optimum alum sulfat jauh lebih besar di *range* 50-80 ppm.

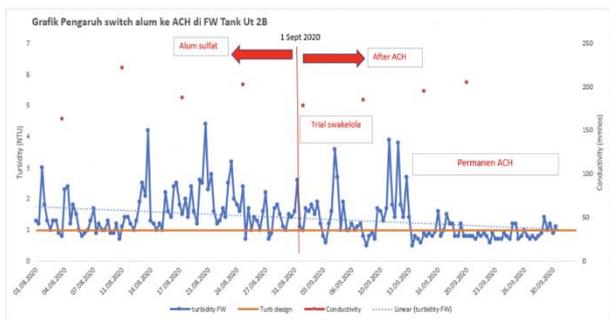
Tabel 3. Dosis Optimum ACH

Coagulant	Dosis (ppm)	Polimer (ppm)	Turbidity	pH
Air Baku			63.3	7.03
ACH Liquid	16	Tanpa Polimer	7.17	7.02
	18		4.89	7.05
	20		3.14	6.93
	22		2.65	6.9
	18	0.15	1.47	6.99
	20	0.15	1.12	6.97
22	0.15	1.04	6.95	



Gambar 3. Kondisi Sampel Sebelum dan Sesudah Treatment

Gambar 3 diatas adalah uji coba laboratorium dengan menggunakan ACH menyamakan dengan penggunaan Aluminium Sulfat pada Clarifier Pusri-2B. Didapatkan hasil yang jernih pada penambahan Polymer 0,15 ppm.



Gambar 4. Kondisi Sebelum dan Sesudah Penggunaan ACH

- Uji coba bersama vendor: ACH kemudian diuji pada kondisi normal (cuaca kering) dan dipantau efektivitasnya dalam menurunkan kekeruhan air di clarifier. Dari uji coba dengan didampingi oleh Vendor didapatkan turbidity rata-rata 0,94 NTU pada produk Clarifier (Tabel 4)
- Uji coba mandiri: Pada Gambar 4 terdapat hasil sebelum dan sesudah penerapan ACH pada Clarifier Pusri-2B. Pada tahap ini, parameter yang diamati

meliputi turbidity, pH, dosis koagulan, serta jumlah blowdown yang diperlukan. Terlihat trend dari turbidity produk dari clarifier mengalami penurunan. Memang terjadi fluktuasi pada saat ujicoba swakelola dan ujicoba dengan vendor. Namun, ketika memasuki tahap ACH permanen, turbidity dari Clarifier Water bisa < 1 NTU. Hal ini menandakan penggunaan ACH efektif untuk menurunkan turbidity produk clarifier. Ketika sudah didapatkan mode operasional yang cukup optimal, kondisi di clarifier dapat terjaga dengan turbidity < 7 NTU saat hujan dan dapat diturunkan ke range 0,8 – 3 NTU.

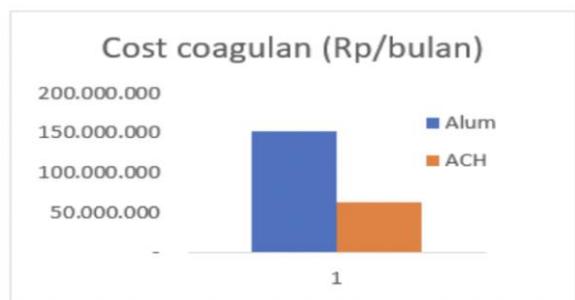
Tabel 4. Hasil Treatment Sampel Bersama Vendor

Profile	Raw Water			Outlet Clarifier			Flow raw water (m ³ /h)	Dosis ACH (ppm)	Dosis Poly-Mer (ppm)
	NTU	pH	EC (µS)	NTU	pH	EC (µS)			
Rata2	16.9	7.41	215	0.94	7.2	214	814	19.1	0.10
Terendah	5.89	6.78	163	0.41	6.42	167	750	17	0.10
Tertinggi	28.2	8.41	291	2.2	7.91	262	850	20	0.10

6. Aspek biaya dan efisiensi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi Aluminium Sulfat dengan ACH menghasilkan penghematan biaya. Beberapa penghematan yang telah didapatkan dengan penggantian ini diantaranya:

- Penggunaan Aluminium Sulfat dengan ACH. Penggunaan Aluminium Sulfat adalah 1500 kg per hari, sedangkan penggunaan ACH 250 kg per hari. Harga ACH lebih mahal daripada harga Aluminium Sulfat, namun karena pemakaian ACH lebih sedikit dibandingkan dengan Alum maka didapatkan efisiensi konsumsi koagulan Rp 89.240.000 / bulan.

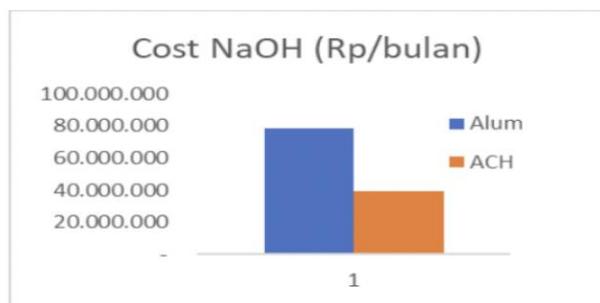


Komp	Rerata harian (kg)	Harga Satuan (Rp)
Alum	1500	Rp3,400
ACH	250	Rp8,500

Gambar 5. Perbandingan Harga Alum dan ACH

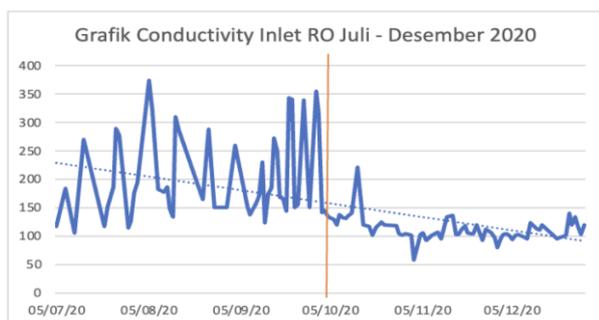
- Penggunaan Kaustik. Penggunaan kaustik saat menggunakan ACH lebih rendah daripada penggunaan kaustik saat masih menggunakan Aluminium Sulfat. Terlihat dari Gambar 6 sebelum dan sesudah penggunaan

ACH mengalami penurunan sebesar Rp. 39.257.000 / bulan.



Gambar 6. Perbandingan Biaya Penggunaan Kaustik

- Dampak Conductivity Reverse Osmosis
Gambar 7 menunjukkan konduktivitas saat masih menggunakan Aluminium Sulfat dimana terdapat fluktuasi konduktivitas pada inlet Reverse Osmosis. Terlihat titik tertinggi konduktivitas berada pada 350-370 μmho . Setelah dilakukan penggantian ke ACH, konduktivitas berada di bawah 150 μmho . Hal ini menandakan penggunaan ACH meningkatkan kualitas air olahan clarifier dan mengurangi beban Reverse Osmosis untuk menurunkan konduktivitas air sebelum diolah untuk dijadikan air demineral.



Gambar 7. Conductivity Feed Reverse Osmosis Juli-Desember 2020

Dari sisi lingkungan, penggunaan bahan kimia yang lebih sedikit juga berarti limbah yang dihasilkan dari proses regenerasi membran dan mixed bed menjadi lebih sedikit, sehingga mengurangi dampak lingkungan dari operasi pabrik.

KESIMPULAN

Dari hasil uji dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa penggunaan ACH sebagai koagulan pengganti Aluminium Sulfat di unit pengolahan air PT Pusri memberikan dampak positif, baik dari segi kualitas air bersih yang dihasilkan, penghematan biaya operasional, maupun peningkatan efisiensi dalam penggunaan bahan kimia. Implementasi ACH

memberikan solusi yang lebih baik dalam menjaga stabilitas kualitas air bersih meskipun menghadapi fluktuasi kondisi cuaca.

DAFTAR PUSTAKA

- A.K. Tolkou, A.I. Zouboulis, Application of composite pre-polymerized coagulants for the treatment of high-strength industrial wastewaters, *Water* (Switzerland). 12 (2020), <https://doi.org/10.3390/W12051258>.
- Gregory, J., Dupont, V., 2001. Properties of flocs produced by water treatment coagulants. *Water Sci. Technol.* 44 (10), 231–236.
- Khaya, P. S., Bakare, B. F., & Joseph, K. B. (2022). The treatment effect of chemical coagulation process in south african brewery wastewater: Comparison of polyamine and aluminum-chlorohydrate coagulants. doi:<https://doi.org/10.3390/w14162495>
- Nadiah, K. Z., Rohani, R., Yusoff, I. I., Kamsol, M. A., Basiron, S. A., & Aina Izzati, A. R. (2021). Eco-friendly coagulant versus industrially used coagulants: Identification of their coagulation performance, mechanism and optimization in water treatment process. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17), 9164. doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph18179164>
- Ouadah, N., Moire, C., Kuntz, J., Brothier, F., & Cottet, H. (2017). Analysis and characterization of aluminum chlorohydrate oligocations by capillary electrophoresis. *Journal of Chromatography A*, 1492, 144-150. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2017.02.008>
- Prakash, N.B.; Sockan, V.; Jayakaran, P. Waste Water Treatment by Coagulation and Flocculation. *Certif. Int. J. Eng. Sci. Innov. Technol.* 2008, 9001, 2319–5967
- Pedersen, T.H., Khumalo, S.M., Bakare, B.F.; Rathilal, S., Tetteh, E.K. (2022) *Characterization of South African Brewery Wastewater: Oxidation-Reduction Potential Variation*. *Water* 2022, 14, 1604.
- Santo, Takahito. (1999). “Kurita Handbook of Water Treatment”. Kurita Water Industries, LTD. 1999. Hal I-1
- Sato, Arum., 2016. Di Jakarta, Air Sungai Menjadi Air Minum Berkat Teknologi Biofiltrasi. Kompasiana.com. Sumber: <https://www.kompasiana.com/setyaningrum/582f2b4fc923bd151877e798/di-jakarta-air-sungai-menjadi-air-minum-berkat-teknologi-biofiltrasi>

- Sugiyono. 2010. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta
- Swain, K.; Abbassi, B.; Kinsley, C. (2020) . *Combined Electrocoagulation and Chemical Coagulation in Treating Brewery Wastewater*. *Water* 2020, 12, 726.
- Temitope, A.A.; Samuel, L.N.; Abosedo, O.O.; Toheeb, I.O.; Temitayo, O.O. Comparative Study on the Use of Moringa Oleifera as Natural Coagulant and Aluminium Sulphate in Restaurant Wastewater Treatment. *J. Kejuruter*. 2020, 32, 693–698.