

Sintesis *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dengan Variasi pH dari Limbah Kaleng Minuman Sebagai Penjernih Air

Harini Agusta^{1,*}), Mahdi Aidil Putra¹), Desire Advenia¹), Nani Kurniawati²), dan Tri Surawan²)

¹Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Kimia, Universitas Jayabaya

²Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Jayabaya

*) *Corresponding author*: agustaharini@gmail.com

(Received: 25 Apr 2022 • Revised: 13 May 2022 • Accepted: 30 May 2022)

Abstract

Currently, many food and beverage industries use aluminum cans as packaging material. Aluminum cans that end up as waste are difficult to decompose which in turn can become a problem of environmental pollution. It is known that Poly Aluminum Chloride is a coagulant material as a water purifier. into Poly Aluminum Chloride (PAC) which can be useful as a dirty water purifier. The first step in this research is starting from dissolving small pieces of Pocari Sweat cans with 48% NaOH solution. The solution formed was made in several different pH values, namely PH 5,6,7,8,9 by adding 33% HCl solution. The solution was filtered and the precipitate obtained was dried in an oven. An equal amount of each dried precipitate was taken to be synthesized into Poly Aluminum Chloride by reacting it with Sodium Carbonate and 33% HCL solution. The liquid PAC formed was then analyzed for specific gravity, pH, Al₂O₃ content, heavy metal content, and effectiveness test. in removing turbidity in dirty water. From the results of this study, it was obtained that the best PAC was PAC made from a solution of PH 8 with a specific gravity value of 1.2, Al₂O₃ levels 8.7 and pH 2.6 and as a coagulant from the results of the effectiveness test it can reduce the turbidity level of water times from 84 NTU to 4,01NTU.

Abstrak

Saat ini banyak industri makanan dan minuman yang menggunakan kaleng Aluminium sebagai bahan kemasan. Kemasan kaleng Aluminium yang berujung menjadi sampah sulit untuk terurai yang pada akhirnya dapat menjadi permasalahan pencemaran lingkungan. Telah diketahui bahwa *Poly Aluminium Chloride* merupakan bahan koagulan sebagai penjernih air. Dalam penelitian ini diharapkan dengan suatu proses pengendapan kandungan Aluminium yang terdapat dalam limbah kemasan kaleng dapat disintesa menjadi *Poly Aluminium Chloride* (PAC) yang bermanfaat sebagai penjernih air yang kotor. Tahapan pertama dimulai dari melarutkan potongan kecil limbah kaleng Pocari Sweat dengan larutan NaOH 48% . Larutan ditambahkan HCl 33% untuk mengendapkan logam Aluminium yang terdapat dalam larutan dan dibuat dalam variasi pH yang berbeda. Endapan yang terbentuk disaring dan dikeringkan dalam oven. Selanjutnya dilakukan pembuatan *Poly Aluminium Chloride* dengan cara mereaksikan endapan dengan *Natrium karbonat* dan HCl 33%. Selanjutnya PAC cair yang diperoleh dianalisa mengenai bobot jenis, pH, kadar Al₂O₃, kadar logam berat, dan uji efektivitas dalam menghilangkan kekeruhan pada air kotor. Dari hasil penelitian ini diperoleh PAC terbaik adalah PAC yang dibuat dari endapan PH 8 dengan nilai bobot jenis 1,2, kadar Al₂O₃ 8,7 , pH(1%) 2,6 dan dari hasil uji efektivitas dapat menurunkan tingkat kekeruhan air kali dari 84 NTU menjadi 4,01 NTU.

Keywords: *aluminium cans waste, poly aluminium chloride, coagulant, water purifier*

PENDAHULUAN

Meningkatnya jumlah dan aktifitas penduduk di wilayah perkotaan menghasilkan volume sampah yang semakin meningkat dan seiring dengan berkembang pesatnya industri makanan dan minuman kaleng mengakibatkan bertambahnya sampah anorganik [1]. Limbah minuman kaleng perlu diolah secara tepat agar tidak mencemari lingkungan, karena limbah anorganik seperti kaleng bekas dibutuhkan 400 tahun lamanya agar dapat terurai dalam tanah [2].

Kandungan kaleng bekas pada umumnya adalah aluminium, hal ini dikarenakan sifat aluminium yang ringan, tidak berbau, tidak beracun, mudah ditempa, merupakan penghasil panas yang baik dan dapat didaur ulang. Kandungan aluminium yang terdapat pada kaleng bekas dapat dipisahkan dan diperoleh Aluminium murninya dalam bentuk *Poly Aluminium Chloride* (PAC) [3]. Telah diketahui bahwa gugus Aluminat dapat bekerja efektif membentuk gumpalan flok dalam proses koagulasi- flokulasi penjernihan air.

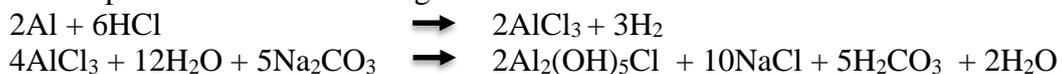
Koagulasi adalah merupakan suatu proses penambahan zat kimia atau koagulan kedalam air baku yang disertai dengan pengadukan cepat agar diperoleh campuran yang merata. Flokulasi adalah suatu proses pengadukan lambat agar campuran koagulan dan air baku yang telah merata membentuk gumpalan yang lebih besar, sehingga gumpalan atau flok mengendap dengan cepat [4].

Koagulan PAC sebagai penjernih air berupa cairan jernih kekuningan atau serbuk kekuningan telah digunakan secara luas sebagai flokulan baik untuk air, limbah industri dan aplikasi koagulasi-flokulasi lainnya. Hal ini disebabkan *Poly Aluminium Chloride* memiliki karakteristik muatan listrik positif yang tinggi sehingga PAC dapat dengan mudah menetralkan muatan listrik pada permukaan koloid dan dapat mengurangi gaya tolak menolak (elektrostatik) antar partikel sampai sekecil mungkin sehingga memungkinkan partikel partikel koloid tersebut saling mendekat dan membentuk gumpalan atau flok yang lebih besar.

Apabila dibandingkan dengan Aluminium Sulfat, PAC memiliki efek koagulasi yang lebih baik dikarenakan gugus aktif aluminat pada rantai polimer memperkuat ikatan koloid sehingga gumpalan floknya menjadi lebih padat meskipun penggunaan pada konsentrasi yang rendah [5]. PAC dapat pula digunakan untuk mengendapkan logam berat akan tetapi tidak seefektif kitosan serta dapat menurunkan nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) dari air limbah [6].

Disamping sebagai koagulan, PAC juga dapat digunakan untuk menghilangkan warna, semakin tinggi dosis yang digunakan akan menghasilkan efisiensi penghilangan warna yang lebih besar dan residu koagulan semakin besar [7]. Selain memiliki beberapa kelebihan PAC memiliki beberapa kelemahan yaitu penyimpanan PAC cair memerlukan kondisi temperatur 40°C dan penggunaan PAC yang berlebihan juga dapat beracun dan menyebabkan penyakit berupa diare [8].

Reaksi pembentukan PAC sebagai berikut:



Dalam penelitian ini pembuatan PAC dari bahan baku Aluminium diperoleh dari limbah kaleng Pocari Sweat dengan cara melarutkan potongan kecil kaleng tersebut dengan larutan NaOH 48%. Selanjutnya dilakukan proses pengendapan dengan penambahan HCl 33% dan dipersiapkan dalam larutan yang berbeda yaitu dengan variasi pH 5, 6, 7, 8, dan 9.

Hasil PAC yang terbentuk selanjutnya dianalisa untuk mengetahui produk sesuai standar mengenai nilai bobot jenis, kadar Al_2O_3 , pH, dan kandungan logam berat. Diharapkan dengan pemanfaatan kembali kandungan Aluminium yang terdapat dalam kemasan kaleng bekas sebagai koagulan penjernih air sekaligus dapat mengurangi volume sampah anorganik yang sulit terurai.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Sebagai bahan baku dalam penelitian ini adalah limbah kaleng Pocari Sweat dan sebagai bahan pendukung adalah NaOH 48%, HCl 33% dan Na₂CO₃ padat dari Merck.

Alat

Adapun alat yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu gelas piala 100 ml dan 1000 ml, labu ukur 100 ml dan 250 ml, gelas ukur 100 ml, neraca digital, *hotplate stirrer* untuk proses pengadukan, *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) untuk mengukur kadar logam berat, oven untuk pengeringan endapan, pH meter, pipet ukur 10 ml, corong, dan kertas saring.

Prosedur Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut:

- 1) Tahap pertama dari penelitian ini adalah tahap pelarutan, mula mula bahan baku ditimbang 16 gram dari potongan kecil kecil kaleng bekas Pocari Sweat untuk dilarutkan dalam larutan NaOH 48% sambil diaduk.
- 2) Tahap kedua adalah proses pengendapan yaitu larutan ditambahkan dengan HCl 33% untuk mengendapkan Aluminium yang terdapat dalam larutan dan dipersiapkan dalam pH yang berbeda yaitu pH 5, 6, 7, 8, dan 9.
- 3) Endapan Na₃AlO₃ yang terbentuk dari masing masing pH kemudian dilakukan pengeringan dalam oven pada suhu 60°C dan waktu 6 jam. Setelah kering ditimbang bobot endapan masing masing.
- 4) Selanjutnya adalah pembentukan PAC dengan cara masing masing endapan diambil berat yang sama sebesar 10 gram untuk dilakukan pembentukan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dengan menambahkan 30 ml HCl 33% dan serbuk Natrium karbonat sebanyak 1 gram, sambil dilakukan pengadukan dan didiamkan selama 24 jam.
- 5) Terakhir cairan *Poly Aluminium Chloride* yang terbentuk dilakukan analisa mengenai bobot jenis, pH, kadar Al₂O₃, kadar logam berat dan uji efektifitas pada air kotor. Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Analisa Hasil

Bobot Jenis dengan Piknometer

Diukur bobot sampel dalam piknometer 10 ml yang sebelumnya sudah dibersihkan serta diketahui bobot kosongnya.

Derajat Keasaman pH (1%b/b)

Kalibrasi dengan larutan penyangga pH dilakukan setiap saat akan melakukan pengukuran. Dicelupkan elektroda yang telah dibersihkan dengan air suling kedalam contoh yang akan diperiksa.

Kadar Al₂O₃

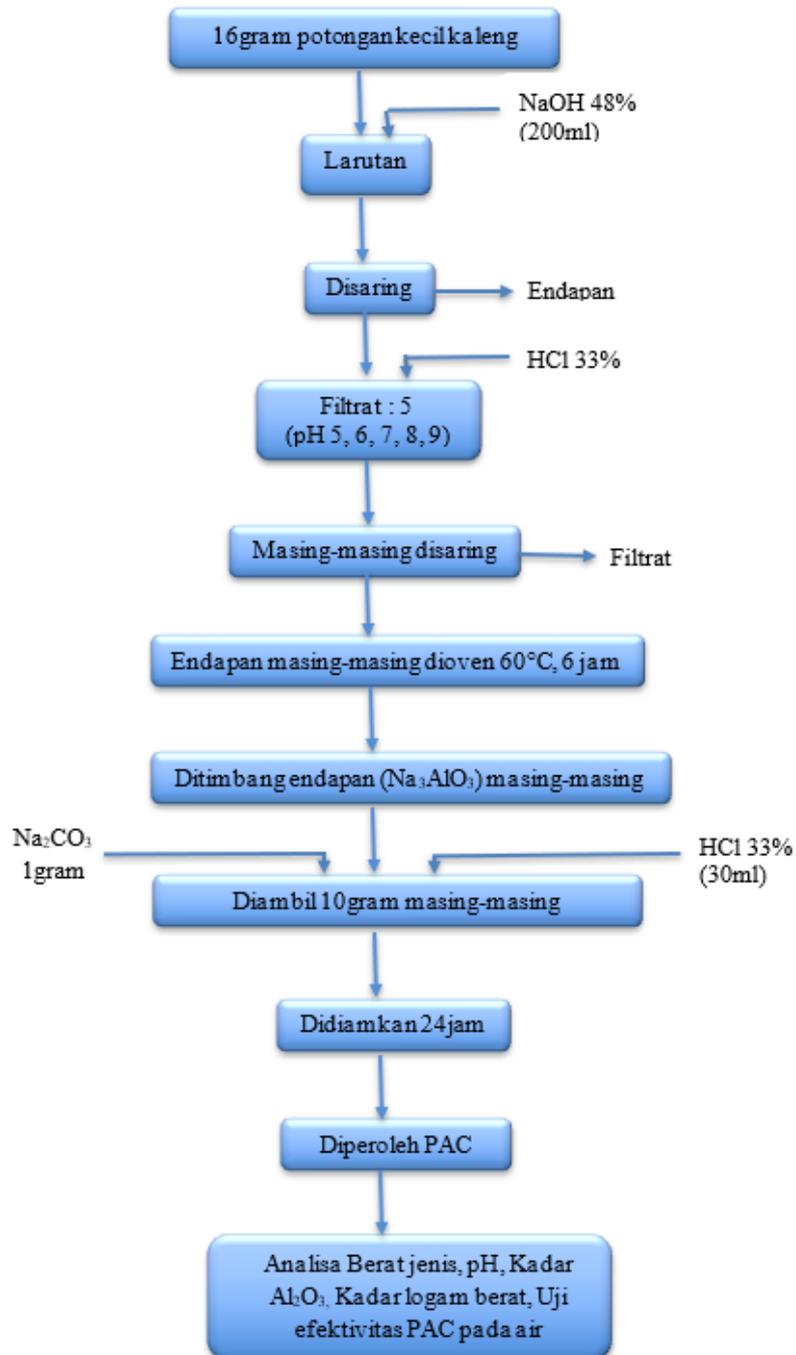
Dilakukan titrasi kompleksometri, dititrasi dengan larutan ZnSO₄ 0,02M hingga titik akhir merah darah. Indikator yang digunakan *Xylenol Orange*.

Kadar Logam Berat

Dilakukan dengan spektroskopi serapan atom. Pipa penyerapan dicelupkan kedalam larutan contoh dan penyerapan yang diperlukan dicatat.

Penetapan kekeruhan

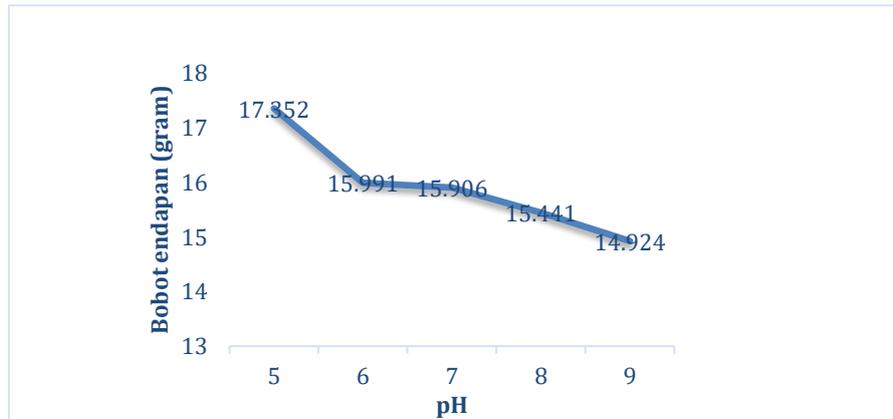
Alat turbidimeter dikalibrasi dengan standar 5 NTU. Contoh dikocok dengan sempurna dan didiamkan sampai gelembung air hilang, dituang kedalam tempat sampel. Dibaca nilai kekeruhan pada skala alat tersebut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

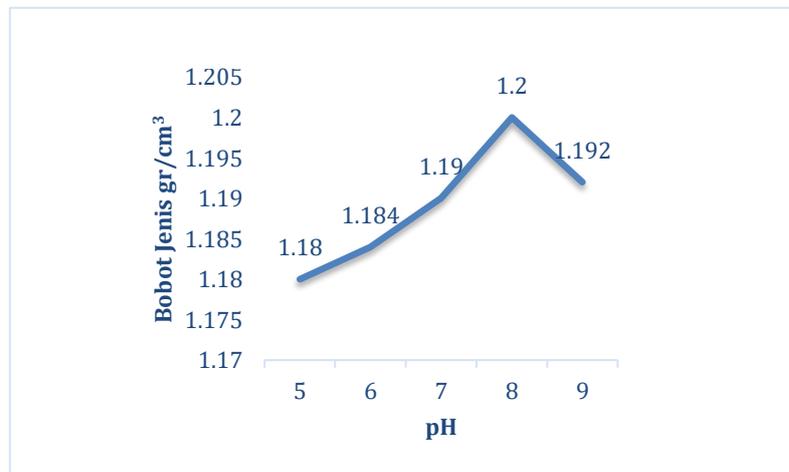
Perbandingan Bobot Endapan Na_3AlO_3 yang terbentuk dengan variasi pH



Gambar 2. Perbandingan Bobot Endapan

Berdasarkan Gambar 2, bobot endapan terbanyak diperoleh dari larutan dengan pH 5 yaitu 17,352 gram dan semakin berkurang pada pH yang lebih tinggi, hal ini mengasumsikan pada pH rendah selain Aluminium masih banyak terikat senyawa amfoter lainnya dibanding pH tinggi.

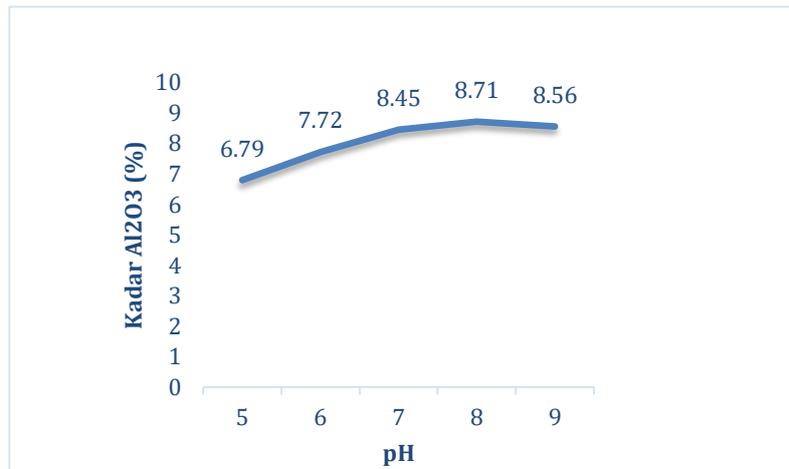
Perbandingan Bobot Jenis terhadap variasi pH PAC



Gambar 3. Perbandingan Bobot Jenis

Bobot jenis menyatakan banyaknya kandungan Aluminium per ml larutan. Pada Gambar 3, dapat diketahui bahwa angka tertinggi diperoleh pada PAC yang dibuat dari endapan pH 8 yaitu 1,2 g/ml dan sesuai dengan PAC umumnya (1,19 – 1,25). Perolehan bobot endapan semula yang kecil pada pH 8 menghasilkan kandungan aluminium tertinggi, hal ini menyatakan bahwa proses pengendapan aluminium dengan pH 8 lebih baik dari pada yang dihasilkan pada pH rendah.

Perbandingan Kadar Al₂O₃ terhadap variasi pH PAC



Gambar 4. Perbandingan Kadar Al₂O₃

Pada Gambar 4, dapat diketahui bahwa kadar Al₂O₃ tertinggi 8,71% diperoleh dari PAC yang dibuat dari endapan pH 8 namun hasil ini masih lebih kecil dari kadar Al₂O₃ pada PAC cair pada umumnya (10-11)%, hal ini memerlukan proses pelarutan dan pengendapan yang lebih sempurna.

Perbandingan pH 1% (b/b) terhadap PAC variasi pH PAC



Gambar 5. Perbandingan pH 1% (b/b)

Berdasarkan visualisasi pada Gambar 5, diperoleh hasil pH 1% yang tinggi adalah PAC dari endapan pH 8 dan endapan pH 9 yaitu masing masing 2,6% dan 2,66%. Namun angka ini masih dibawah pH 1% PAC cair pada umumnya (3,5-5) hal ini disebabkan pelarutan yang belum terlalu sempurna antara endapan dengan HCl.

Perbandingan Kadar Logam Berat terhadap variasi pH PAC

Berdasarkan data penelitian yang tersaji pada Tabel 2, seluruh PAC yang terbentuk memiliki kandungan logam berat yang sesuai dengan persyaratan mutu PAC pada umumnya (SNI 06-3822-1995).

Tabel 2. Kadar Logam Berat

Parameter	Satuan	Variasi pH					SNI
		5	6	7	8	9	
Besi (Fe)	%	0,0056	0,0064	0,0068	0,0067	0,0070	Maks. 0,01
Arsen (As)	Ppm	0	0	0	0	0	Maks. 5,0
Cadmium (Cd)	Ppm	0	0	0	0	0	Maks. 2,0
Timbal (Pb)	Ppm	4	3	4	4	3	Maks. 10,0
Raksa (Hg)	Ppm	0	0	0	0	0	Maks. 0,2
Chromium (Cr)	Ppm	0	0	0	0	0	Maks. 10,0
Mangan (Mn)	Ppm	20	19	21	22	18	Maks. 25,0

Uji Efektivitas PAC terhadap air kali

Berdasarkan uji efektivitas yang dilakukan terhadap air kali pada Tabel 3 menyatakan bahwa dengan pemakaian jumlah PAC yang sama untuk semua PAC mampu secara efektif menurunkan angka turbiditas. Dengan pemakaian PAC pH 8 diperoleh angka penurunan yang paling efektif yaitu dari 84 menjadi 4,01. Hal ini dikarenakan lebih banyak Poly Aluminium Chloride yang terdapat dalam larutan PAC pada pH 8.

Tabel 3. Hasil Turbiditas

PAC Variasi pH	Turbiditas sebelum treatment (NTU)	Jumlah PAC (ml)	Turbiditas sesudah treatment (NTU)
5	84	4	4,55
6	84	4	4,32
7	84	4	4,25
8	84	4	4,01
9	84	4	4,12

Tabel 4. Perbandingan PAC Cair Hasil Penelitian dengan SNI 06-3822-1995

Parameter	Satuan	Variasi pH					SNI
		5	6	7	8	9	
Bobot Jenis (20°C)	g/mL	1,180	1,184	1,190	1,200	1,192	1,19 - 1,25
Kadar Al ₂ O ₃	%	6,79	7,72	8,45	8,71	8,56	1,10 - 11,0
pH (larutan 1%b/b)	-	2,51	2,56	2,58	2,60	2,66	3,5 - 5,0
Besi (Fe)	%	0,0056	0,0064	0,0068	0,0067	0,0070	Maks. 0,01
Arsen (As)	Ppm	0	0	0	0	0	Maks. 5,0
Cadmium (Cd)	Ppm	0	0	0	0	0	Maks. 2,0
Timbal (Pb)	Ppm	4	3	4	4	3	Maks. 10,0
Raksa (Hg)	Ppm	0	0	0	0	0	Maks. 0,2
Chromium (Cr)	Ppm	0	0	0	0	0	Maks. 10,0
Mangan (Mn)	Ppm	20	19	21	22	18	Maks. 25,0

Berdasarkan perbandingan perolehan data penelitian pada Tabel 4 menunjukkan bahwa semua hasil PAC untuk parameter kandungan logam berat, pengukuran bobot jenis dan kadar Al₂O₃ telah memenuhi syarat PAC pada umumnya (SNI 06-3822-1995). Tetapi untuk parameter pH (1%) semua PAC yang terbentuk masih dibawah angka yang semestinya (3,5-5) yang disebabkan kurang sempurnanya reaksi HCl dengan endapan. Dengan memperhatikan bobot jenis dan kadar Al₂O₃ PAC terbaik dalam penurunan turbiditas adalah PAC dari endapan pH 8 dan pH 9 diperoleh penurunan turbiditas hingga 4,01 NTU dan 4,12 NTU.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian dapat disimpulkan bahwa proses pengendapan aluminium dari larutan diperoleh hasil maksimal pada pH 8 dan 9, semakin tinggi angka pH pengendapan semakin baik. Kemudian semua PAC yang terbentuk dari masing masing pH tetap bisa menurunkan tingkat turbiditas air kali dengan angka yang tidak jauh berbeda (4.01-4.55) dan yang terakhir yaitu tingkat penurunan turbiditas dari hasil penelitian ini diperoleh PAC terbaik yaitu PAC yang dibuat dari endapan pH 8 dengan nilai bobot jenis 1,2, kadar Al₂O₃ 8,71, pH (1%) 2,6, dan penurunan turbiditas dari 8 NTU menjadi 4,01 NTU.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Busyairi, E. Sarwono, and A. Priharyati, "Pemanfaatan Aluminium Dari Limbah Kaleng Bekas Sebagai Bahan Baku Koagulan Untuk Pengolahan Air Asam Tambang," *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, pp. 15-25, 2018.
- [2] Husaini, Suganai, Sariman and Y. Ramanda "Pembuatan Pac Cair Dari Alumina Hidrat Pada Skala Laboratorium," *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara Volume 12, Nomor 2, Mei 2016: 93-103*, pp. 93-103, 2016.
- [3] R. Rochman, P. Hariyati, and C. Purbo, "Karakterisasi Sifat Mekanik Dan Pembentukan Fasa Presipitat Pada Aluminium Alloy 2024-T81 Akibat Perlakuan Penuaan" *jurnal.ft.uns.ac.id Mekanika Volume 8, Nomor 2*, pp. 1-2, 2010.
- [4] S. Mulyadi, "Karakterisasi Sifat Mekanis Kaleng Minuman (Larutan Lasegar, Pocari Sweat

- Dan Coca Cola)," *Jurnal Ilmu Fisika (JIF)*, ISSN 1979-4657, VOL 3 NO 2, no. Universitas Andalas Kampus Limau Manis Padang, Sumatera Barat, p. 68, 2011.
- [5] K. Amri, "Pengaruh Penambahan PAC (*Poly Aluminium Chloride*) dan Soda Ash Terhadap pH, Turbiditas, dan TDS (*Total Dissolved Solids*) Pada Air Baku PDAM Tirtanadi Martubung Medan," Medan, 2018.
- [6] B. Murwanto, "Efektivitas Jenis Koagulan *Poly Aluminium Chloride* Menurut Variansi Dosis dan Waktu Pengadukan terhadap Penurunan Parameter Limbah Cair Industri Tahu," *Jurnal Kesehatan Volume 9, Nomo 1, April 2018*, 2018.
- [7] R. Mayasari, M. Hastarina, "Optimalisasi Dosis Koagulan Aluminium Sulfat Dan Poli Aluminium Klorida (PAC) (Studi Kasus PDAM Tirta Musi Palembang)," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri E-ISSN : 2654-5551, Vol.3, Nomor 2*, 2018.
- [8] A. Budiman, C. Wahyudi, W. Irawati, and H. Hindasro, "Kinerja Koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) Dalam Penjernihan Air Sungai Kalimas Surabaya Menjadi Air Bersih," *Widya Teknik Vol. 7, No. 1*, pp. 25-34, 2008.