

## ABSTRAK

Hidayat, Muhammad Syahrul, 2023, Uji Efektivitas Limbah Aluminium Foil Sebagai Koagulan *Recycle* Dalam Menurunkan TSS Dan COD Limbah Cair Domestik, Tugas Akhir, Program Studi : Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, Dosen Pembimbing : Dian Majid, S.Si., M.Eng

Meningkatnya industri farmasi, sebanding dengan jumlah limbah padat yang dihasilkan. Limbah aluminium foil berjenis kemasan strip obat, yang merupakan limbah hasil penjualan produk dari beberapa industri farmasi. Limbah padat aluminium foil ini diolah untuk dijadikan koagulan jenis PAC dan tawas yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan penolong dalam proses pengolahan koagulasi flokulasi pada air limbah domestik. Penelitian ini bertujuan menentukan dosis optimum dan membandingkan efektivitas koagulan recycle jenis PAC dan tawas dalam menurunkan kadar TSS dan COD pada limbah cair domestik. Limbah aluminium foil diolah menggunakan metode sintesa hingga didapatkan koagulan recycle jenis PAC dan tawas. Dilanjutkan uji karakterisasi koagulan recycle dengan metode FTIR untuk mengetahui karakteristiknya dan dilanjut uji efektivitas. Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental berdasarkan percobaan koagulasi flokulasi menggunakan jar test. Menggunakan pengadukan cepat 100 rpm selama 2 menit dan pengadukan lambat 50 rpm selama 10 menit, dengan menggunakan variasi dosis 0, 80, 120, 160, dan 200 mg/L pada masing-masing jenis koagulan recycle. Hasil penelitian menunjukkan bahwa koagulan recycle jenis PAC dapat menurunkan kadar TSS sebesar 62,50 % pada dosis optimum 200 mg/L dan kadar COD sebesar 64,24 % pada dosis optimum 200 mg/L. Sedangkan koagulan recycle jenis tawas mampu menurunkan kadar TSS sebesar 50 % pada dosis optimum 160 mg/L dan kadar COD sebesar 69,09 % pada dosis optimum 200 mg/L. Dari hasil tersebut disimpulkan koagulan recycle jenis PAC lebih optimum dalam menurunkan kadar TSS, sedangkan koagulan recycle jenis tawas lebih optimum dalam menurunkan kadar COD pada limbah cair domestik. Diharapkan kedepanya dari hasil penelitian ini, koagulan recycle dapat menggantikan peran koagulan komersil pada setiap unit pengolahan limbah cair yang ada di Indonesia.

**Kata Kunci:** Limbah Aluminium Foil, Koagulan Recycle, Limbah cair Domestik.

## ABSTRACT

Hidayat, Muhammad Syahrul, 2023, **Test the Effectiveness of Aluminum Foil Waste As Recycle Coagulant in Reducing TSS and COD of Domestic Liquid Waste**, Thesis, Environmental Engineering, Faculty of Engineering, University of PGRI Adi Buana Surabaya, Supervisor : Dian Majid, S.Si., M.Eng

The increase in the pharmaceutical industry, proportional to the amount of solid waste produced. Aluminum foil waste is in the form of drug strip packaging, which is waste resulting from the sale of products from several pharmaceutical industries. Aluminum foil solid waste is processed to be used as coagulant types of PAC and alum which can be used as auxiliary materials in the coagulation flocculation treatment process in domestic wastewater. This study aims to determine the optimum dose and compare the effectiveness of PAC and alum type recycle coagulants in reducing TSS and COD levels in domestic wastewater. Aluminum foil waste is processed using the synthesis method to obtain PAC and alum type recycle coagulants. The recycle coagulant characterization test was continued with the FTIR method to determine its characteristics and continued to test the effectiveness. In this study, an experimental method was used based on coagulation-flocculation experiments using a jar test. Using fast stirring of 100 rpm for 2 minutes and slow stirring of 50 rpm for 10 minutes, using variations in doses of 0, 80, 120, 160, and 200 mg/L for each type of recycle coagulant. The results showed that the PAC type recycle coagulant could reduce TSS levels by 62.50% at an optimum dose of 200 mg/L and COD levels by 64.24% at an optimum dose of 200 mg/L. Meanwhile, the alum type recycle coagulant was able to reduce TSS levels by 50% at an optimum dose of 160 mg/L and COD levels by 69.09% at an optimum dose of 200 mg/L. From these results it can be concluded that the PAC type recycle coagulant is more optimum in reducing TSS levels, while the alum type recycle coagulant is more optimum in reducing COD levels in domestic wastewater. It is hoped that in the future from the results of this study, recycle coagulants can replace the role of commercial coagulants in every wastewater treatment unit in Indonesia.

**Keywords :** *Waste Aluminum Foil, Recycle Coagulant, Domestic liquid waste*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Permasalahan lingkungan saat ini yang dominan merupakan limbah cair yang berasal dari hasil aktivitas rumah tangga serta industri. Limbah cair yang tidak dikelola akan memunculkan imbas pada perairan. Air menjadi permasalahan yang perlu mendapat perhatian yang seksama serta teliti. Sebab untuk memperoleh air yang bersih, cocok dengan standar tertentu, saat ini menjadi barang yang mahal sebab air telah banyak tercemar oleh beragam limbah dari hasil aktivitas manusia, baik limbah dari aktivitas rumah tangga, limbah dari aktivitas industri serta kegiatan-kegiatan yang lain. Ketergantungan manusia terhadap air juga terus menjadi besar sejalan dengan pertumbuhan penduduk yang semakin bertambah. Limbah cair dalam negeri yang merupakan air buangan rumah tangga sangat berpotensi jadi salah satu sumber air yang baru. Pengolahan limbah cair buat pemakaian ulang bisa mengurangi tingkatan pencemaran area yang diakibatkan oleh limbah cair domestik, dan mempromosikan pemakaian limbah cair dari rumah tangga selaku sumber air bersih yang baru untuk masyarakat (Nasihah et al., 2018).

Limbah cair domestik adalah air sisa penggunaan dari hasil kegiatan manusia yang tidak dimanfaatkan lagi sehingga masuk ke perairan melalui limpasan yang bersumber dari wilayah pertanian, perkotaan dan pemukiman. Sungai yang tercemar dapat ditentukan kualitasnya melalui indikator biologi, fisika dan kimia, indikator biologi ialah indikator yang berasal dari makhluk hidup yang berkorelasi dengan lingkungan, indikator fisika meliputi kekeruhan, TSS, suhu, bau, dan warna. indikator kimia ialah pengujian yang dilakukan secara kimia dengan menganalisis *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Dissolved Oxygen* (DO). Penanganan yang tidak baik terhadap limbah cair domestik akan menyebabkan dampak buruk terhadap lingkungan perairan, karena tidak sesuai Permen LH nomor 68 tahun 2016 tentang Baku Mutu Limbah Domestik (Khatimah et al., 2022).

Untuk mengurangi pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh pembuangan limbah cair, diperlukan pengolahan air limbah. Pengolahan limbah cair dapat diklasifikasikan menjadi tiga metode, yaitu pengolahan fisik, kimia, biologi atau kombinasinya. Penerapan setiap metode tergantung pada karakteristik air limbah. Salah satu metode pengolahan air limbah adalah koagulasi-flokulasi. Koagulasi merupakan proses pencampuran bahan kimia (koagulan) dengan air limbah sehingga membentuk campuran homogen yang mudah mengendap (Hidayatullah et al., 2023).

Produksi koagulan komersil semakin meningkat, seiring bertambahnya unit-unit pengolahan limbah cair yang menggunakan metode koagulasi-flokulasi di Indonesia. Karenanya produk-produk industri koagulan yang diperlukan untuk pengolahan limbah cair maupun air bersih harus diupayakan diproduksi di dalam negeri seperti tawas (Alum,  $Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$ ), *Poly Aluminum Chloride* (PAC), kaporit, ozon, kapur (hydrated lime,  $Ca(OH)_2$ ), zeolit, pasir aktif (pengoksidasi), karbon aktif, dan pasir kuarsa (Febrina & Zilda, 2019).

Aluminium foil banyak digunakan sebagai bahan pembungkus karena memiliki sifat yang khas seperti tidak beracun, tahan terhadap panas dan uap air, mudah dibentuk dalam penggunaan sehingga dapat mempermudah penggunaan saat proses sterilisasi, tahan korosi dan memiliki konduktivitas termal yang tinggi. Selain kelebihanannya, aluminium foil juga dapat menimbulkan dampak negatif yang tidak dapat diabaikan bagi lingkungan. Penggunaan aluminium foil selalu meningkat setiap tahunnya sehingga menyebabkan jumlah limbah yang semakin meningkat karena aluminium foil merupakan bahan anorganik yang sangat sulit dihancurkan di dalam tanah. Pencemaran akibat limbah padat aluminium foil terhadap lingkungan semakin parah. Mengingat dampak buruk yang ditimbulkan oleh penggunaan aluminium foil, maka perlu dicari jalan keluarnya yaitu mendaur ulang limbah agar dapat digunakan sebagai bahan alternatif pengolahan air limbah domestik (Widari et al., 2021).

Dengan memanfaatkan limbah padat berupa aluminium foil untuk membuat bahan penolong pengolahan limbah yaitu koagulan PAC dan tawas yang membantu proses koagulasi, maka akan berdampak baik bagi lingkungan dengan mendapatkan beberapa manfaat sekaligus, yaitu mengurangi jumlah limbah padat yang dihasilkan dan mengurangi penggunaan dan pembelian PAC maupun tawas komersil untuk pengolahan IPAL sehingga biaya pengelolaan limbah baik padat maupun cair dapat berkurang (Ariani & Mahmudah, 2018)

Koagulan PAC adalah polimer aluminium seperti tawas dimana memiliki unsur klorida. PAC formula  $Al_nCl_{(3n-m)}(OH)_m$ . PAC yang sering dipakai pada pengolahan air yakni  $Al_{12}Cl_{12}(OH)_{24}$ . Koagulan PAC menghasilkan proses olahan yang lebih baik dibandingkan dengan koagulan yang lainnya. PAC digunakan untuk mengurangi kebutuhan akan penyesuaian pH untuk pengolahan, dan digunakan jika pH badan air penerima lebih tinggi dari 7,5. Selain PAC terdapat juga koagulan lain yang sering dipergunakan dalam pengolahan air yaitu tawas. Tawas memiliki rumus molekul  $Al_2(SO_4)_3 \cdot xH_2O$  dimana  $x = 14,16$ . Koagulan tawas sering dipergunakan dalam pengolahan air bersih karena harganya murah jika dibandingkan dengan koagulan lain yang ada dipasaran (Lolo et al., 2020).

Dalam penelitian ini mengolah limbah cair domestik yang ada di Sidoarjo dengan menggunakan metode koagulasi menggunakan koagulan recycle jenis PAC dan tawas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas limbah aluminium foil sebagai koagulan recycle dalam menurunkan kadar TSS dan COD pada limbah cair domestik. Hal ini diharapkan menjadi alternatif pengolahan limbah cair tersebut dengan biaya yang murah, efektif, dan ramah lingkungan.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah :

1. Berapa dosis optimum yang dibutuhkan koagulan recycle jenis PAC dan tawas dalam menurunkan TSS dan COD limbah cair domestik?

2. Bagaimana efektivitas koagulan recycle jenis PAC dan Tawas dalam menurunkan TSS dan COD pada limbah cair domestik?

### **C. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

#### **A. Tujuan**

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Mendapatkan variasi dosis optimum koagulan recycle PAC dan tawas dalam menurunkan TSS dan COD pada limbah cair domestik.
2. Mengetahui efektivitas koagulan recycle jenis PAC dan tawas dalam menurunkan TSS dan COD pada limbah cair domestik.

#### **B. Manfaat**

1. Manfaat Penelitian Bagi Masyarakat
  - a. Memberikan informasi tentang kemampuan koagulan recycle PAC dan tawas dalam menurunkan TSS dan COD pada limbah cair domestik.
  - b. Memberikan informasi tentang variasi jumlah dosis koagulan recycle PAC dan tawas dalam menurunkan TSS dan COD pada limbah cair domestik.
2. Manfaat Penelitian Bagi Peneliti
  - a. Mengetahui pemanfaatan koagulan recycle PAC dan Tawas dalam menurunkan TSS dan COD pada limbah cair domestik.
  - b. Mempunyai solusi dalam mengatasi pencemaran lingkungan.

### **D. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah Penelitian**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Koagulan recycle yang digunakan yaitu limbah kemasan strip obat.
2. Koagulan recycle yang dibuat dalam penelitian ini yaitu jenis koagulan PAC dan tawas.
3. Yang diamati dalam penelitian ini yaitu perbedaan signifikan dalam pemberian dosis terhadap koagulan recycle jenis PAC dan tawas dalam menurunkan kadar TSS dan COD.
4. Sampel limbah yang digunakan yaitu limbah cair domestik.
5. Alat yang digunakan dalam pengolahan limbah yaitu jarrest.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Limbah Cair Domestik

Limbah cair domestik adalah semua buangan yang berasal dari kamar mandi, kakus, dapur, tempat cuci pakaian, cuci peralatan rumah tangga, rumah makan, dan sebagainya yang secara kualitatif limbah ini terdiri dari zat organik baik berupa padatan maupun cairan, garam-garam terlarut, bakteri terutama golongan fekal coli, jasad patogen, dan parasit. Air limbah domestik adalah hasil buangan dari aktivitas pemukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen, dan sarana sejenisnya. Air limbah domestik yang biasa dihasilkan dari rumah tangga dapat dibagi menjadi dua, yakni air limbah toilet (black water) dan air limbah non-toilet (grey water). Air limbah toilet terdiri dari tinja, air seni serta bilasannya. Sedangkan untuk air limbah non-toilet yakni air limbah yang berasal dari air mandi, limbah cucian, air limbah dapur, wastafel, dan lainnya. Pertambahan jumlah penduduk akan mempengaruhi peningkatan jumlah air limbah yang dibuang akibat beragamnya aktivitas dalam penggunaan air bersih (Makbul et al., 2022).

**Tabel 2.1.** Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar maksimum*
pH	mg/L	6 - 9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak & Lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	jumlah/100mL	3000
Debit	L/orang/hari	100

*Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Kehutanan (Permen LHK) nomor 68 tahun 2016*

### B. Limbah Aluminium Foil

Aluminium foil adalah bahan tipis dari logam aluminium yang digulung dengan ketebalan kurang dari 0,15 mm dan memiliki lebar 1,52 meter hingga 4,06 meter. Umumnya aluminium foil tidak murni berbasis logam aluminium,

kombinasi aluminium dengan bahan lain seperti PVC dapat menciptakan jenis kemasan yang mampu melindungi bahan didalamnya secara maksimal. Kandungan aluminium dalam foil mencapai 99%. Aluminium merupakan bahan yang tahan panas dan kedap terhadap udara sehingga membuat aluminium foil menjadi kemasan ideal untuk ekspor. Selain itu aluminium foil mudah dibentuk walaupun mudah berkerut. Ketahanannya terhadap panas matahari membuat aluminium foil banyak digunakan juga pada bahan-bahan kesehatan dan obat-obatan.

Aluminium foil memiliki sifat yang fleksibel, tidak tembus cahaya sehingga dapat digunakan untuk mengemas bahan-bahan yang berlemak dan bahan-bahan yang peka terhadap cahaya. Aluminium foil juga dikagumi karena karakteristiknya yang kuat, ringan, dan tahan terhadap suhu tinggi. Dari segi estetika aluminium foil memiliki sifat tidak berbau, tidak ada rasa, tidak berbahaya dan higienis serta tidak mudah ditumbuhi bakteri dan jamur.

Disamping keuntungannya itu, aluminium foil merupakan salah satu limbah yang sering dijumpai dipembuangan sampah. Saat ini kemasan banyak menggunakan bungkus berlapis aluminium foil, karena bisa membuat produk tahan lama. Umumnya kemasan berlapis aluminium foil ini hanya sekali pakai saja, seperti kemasan untuk makanan, minuman, deterjen, termasuk obat-obatan (Nugroho & Redjeki, 2018).

### **C. Koagulasi**

Koagulasi adalah suatu proses pengubahan partikel koloid menjadi flok yang berukuran lebih besar dan penyerapan bahan organik terlarut pada flok tersebut sehingga pengotor yang ada dalam air dapat dipisahkan melalui proses penyaringan padat-cair. Koagulasi terdiri dari tiga tahapan proses, yaitu pembentukan inti flok, destabilisasi koloid/partikel, dan pembesaran ukuran partikel. Prinsip tersebut banyak diterapkan dalam proses pengolahan air limbah. Ada beberapa bahan kimia yang umum digunakan dalam proses pengolahan air limbah antara lain *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dan tawas. Kedua jenis bahan kimia tersebut mempunyai kemampuan untuk menjernihkan air dengan cara mengkoagulasi zat-zat tersuspensi atau dispersi koloid dalam

air, menghasilkan flok yang lebih besar, sehingga dapat membantu terjadinya pengendapan dengan cepat. Namun secara umum, PAC lebih disukai daripada tawas bila diharapkan ukuran flok yang lebih besar dan kecepatan pengendapan yang lebih tinggi (Husaini et al., 2018).

#### **D. Koagulan**

Koagulan adalah senyawa yang mempunyai kemampuan mendestabilisasi koloid dengan cara menetralkan muatan listrik pada permukaan koloid sehingga koloid dapat bergabung satu sama lain membentuk flok dengan ukuran yang lebih besar sehingga mudah mengendap.

Koagulan dapat berupa garam-garam logam (anorganik) atau polimer (organik). Polimer adalah senyawa-senyawa organik sintesis yang disusun dari rantai panjang molekul-molekul yang lebih kecil. Koagulan polimer ada yang kationik (bermuatan positif), anionik (bermuatan negatif), atau nonionik (bermuatan netral). Sedangkan koagulan anorganik mencakup bahan-bahan kimia umum berbasis aluminium atau besi. Ketika ditambahkan ke dalam contoh air, koagulan anorganik akan mengurangi alkalinitasnya sehingga pH air akan turun. Koagulan organik pada umumnya tidak mempengaruhi alkalinitas dan pH air. Koagulan anorganik akan meningkatkan konsentrasi padatan terlarut pada air yang diolah. Beberapa jenis koagulan yang dapat digunakan untuk pengolahan air limbah diantaranya:

##### **1. PAC**

PAC dengan rumus kimia  $Al_n(OH)_mCl_{(3n-m)}x$  merupakan suatu persenyawaan anorganik kompleks, ion hidroksil serta ion aluminium bertahap klorinasi yang berlainan sebagai pembentuk polinuklir. Apabila mengalami hidrolisis (penguraian karena air), akan terbentuk spesi monomer dan polymer yang terpenting yaitu kation dari  $Al_{13}O_4(OH)_{24}^{7+}$  dan yang dianggap kurang penting yaitu  $Al_8(OH)_{20}^{4+}$ . Koagulan-koagulan terpolimerisasi terdiri dari : *Poly Aluminium Chloride* (PACl) dan *Poly Aluminium Chlorohydrate* (PACH). Dalam praktek, ada sedikit perbedaan kinerja antara PACH dan PACl dalam aplikasi pengolahan air, walaupun PACH lebih terhidrasi (hydrated). Koagulan polialuminium secara umum

mengonsumsi tingkat alkalinitas yang lebih kecil dibandingkan dengan alum. PACl efektif pada selang pH yang lebih lebar dibandingkan dengan alum dan hasil penelitian menunjukkan bahwa PACl bekerja dengan baik pada rentang pH antara 5,0-8,0 (Husaini et al., 2018).

## 2. Tawas

Tawas merupakan kelompok garam rangkap berhidrat yang berupa kristal dan bersifat isomorf. Tawas dapat dimanfaatkan sebagai pembersih air dengan cara mengumpulkan kotoran-kotoran pada air sehingga air menjadi jernih. Secara umum, air jernih sering dianggap sebagai air bersih. Padahal menurut peraturan baku mutu air, warna air hanya merupakan salah satu kriteria fisika air bersih. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.416/MEN.KES/PER/IX/1990, kualitas air harus memenuhi syarat kesehatan yang meliputi persyaratan mikrobiologi, fisika, kimia, dan radioaktif. Persyaratan-persyaratan tersebut disesuaikan berdasarkan air menurut peruntukannya yang terdiri dari air untuk keperluan hygiene sanitasi, kolam renang, solus per aqua, dan pemandian umum. Air untuk keperluan hygiene sanitasi merupakan air yang digunakan masyarakat untuk keperluan sehari-hari dengan ambang batas kesadahan (mengandung logam kalsium dan/atau magnesium) sebesar 500 mg/L. (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32, 2017) (Harefa et al., 2019).

## E. TSS

*Total Suspended Solid* (TSS) merupakan zat yang dihasilkan dari padatan total yang tertahan oleh saringan berukuran partikel paling banyak 2 $\mu$ m atau melebihi ukuran partikel koloid. TSS merupakan berbagai bahan tidak dapat larut didalam air dan tersuspensi. Padatan tersuspensi meliputi berbagai partikel yang memiliki berat serta ukuran yang tidak lebih besar dari sedimen. Contohnya tanah liat, sel-sel mikro, serta berbagai bahan organik tertentu, dan lainnya. Karena daya gravitasi bumi dari proses settling dari zat yang mengambang dalam air, padatan tersuspensi ini turun dengan sendirinya. Padatan tersuspensi bisa mereduksi masuknya sinar ataupun cahaya ke dalam air dan memberikan pengaruh pada fotosintesis dan oksigen. Kadar TSS pada

air limbah cair domestik harus sesuai baku mutu yang sudah ditetapkan. Rendah maupun tingginya nilai TSS akan memberikan pengaruh pada mutu badan air penerima limbah (Devy & Haryanto, 2021).

#### **F. COD**

*Chemical Oxygen Demand* (COD) juga merupakan salah satu parameter kimia yang digunakan untuk menentukan kualitas air. COD atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Uji COD biasanya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi dari BOD karena banyak bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dapat teroksidasi. Semakin tinggi nilai BOD dan COD maka akan semakin tinggi tingkat pencemaran suatu perairan. Dengan demikian maka seberapa jauh tingkat pencemaran air lingkungan dapat ditentukan dengan nilai COD dan BOD yang dibandingkan dengan standarnya (Jumaati et al., 2022).

#### **G. FTIR**

Spektrofotometer FTIR merupakan salah satu instrumen yang banyak digunakan untuk analisis senyawa organik dan memiliki fungsi untuk mengetahui spektrum vibrasi molekul dan memiliki manfaat untuk memprediksi struktur senyawa kimia. Terdapat tiga teknik pembuatan spektrum sampel dengan FTIR yang memiliki karakteristik spektrum vibrasi molekul tertentu yaitu Demountable liquid cell, Total Attenuated Reflectance (ATR 8000) dan Diffuse reflectance measuring (DRS-8000). Manfaat dari spektroskopi inframerah yaitu untuk identifikasi senyawa organik, hal ini dikarenakan spektroskopi inframerah memiliki spektrum yang sangat kompleks. Banyaknya puncak yang menandakan adanya gugus fungsi yang ditandai dengan bilangan gelombang adalah penyebab dari spektrum yang kompleks. Attenuated Total Reflectance (ATR 8000- FTIR) yaitu teknik tercepat yang berguna untuk mengkarakterisasi material dan memiliki kelebihan sebagai berikut variasi spektrum lebih lebar karena persiapan sampel yang tidak terlalu rumit, tanpa menggunakan KBr grinding, persiapan sampel

yang tidak terlalu rumit dan perbedaan ukuran partikel diabaikan (Abriyani et al., 2022).

## H. Jar Test

Jar test adalah suatu metode pengujian untuk mengetahui kemampuan suatu koagulan dan menentukan kondisi operasi (dosis) optimum pada proses penjernihan air dan air limbah. Besaran yang diukur dan dicatat dalam jar test ini meliputi pH air limbah, TSS dan kekeruhannya serta dosis penambahan koagulan untuk volume air limbah tertentu, sehingga dapat diketahui jumlah kebutuhan koagulan dalam pengolahan air limbah yang sebenarnya. Metode jar test mensimulasikan proses koagulasi dan flokulasi untuk menghilangkan padatan tersuspensi (suspended solid) dan zat-zat organik yang dapat menyebabkan masalah kekeruhan, bau dan rasa. Apabila percobaan dilakukan secara tepat, informasi yang berguna akan diperoleh untuk membantu operator IPAL dalam mengoptimalkan proses-proses koagulasi, flokulasi, dan penjernihan. Jar test memberikan data mengenai kondisi optimum untuk parameter-parameter proses seperti : dosis koagulan dan koagulan pembantu, pH, metode pembubuhan bahan kimia, kecepatan aliran larutan kimia, waktu dan intensitas pengadukan cepat (koagulasi) dan pengadukan lambat (flokulasi) serta waktu penjernihan (Husaini et al., 2018).



**Gambar 2.1.** Jar Test  
(Sumber : saka.co.id, 2015)

## I. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ini digunakan sebagai acuan penelitian yang akan dilakukan. Berikut acuan penelitian yang digunakan peneliti :

**Tabel 2.2.** Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul Penelitian	Kesimpulan
1.	(Agusta et al., 2022)	Sintesis Poly Aluminium Chloride (PAC) dengan Variasi pH dari Limbah Kaleng Minuman Sebagai Penjernih Air	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Pada proses pengendapan aluminium dari larutan diperoleh hasil maksimal pada pH 8 dan 9, semakin tinggi angka pH pengendapan semakin baik.</li><li>2. PAC yang terbentuk dari masing masing pH tetap bisa menurunkan tingkat turbiditas air kali dengan angka yang tidak jauh berbeda (4.01-4.55)</li><li>3. 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 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 8,71, pH (1%) 2,6, dan penurunan turbiditas dari 8 NTU menjadi 4,01 NTU.</li></ol>
2.	(Mohan & Harshan, 2021)	Optimization Of Poly Aluminum Chloride Produced From Used	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Dosis optimum untuk air sungai diperoleh 1000mg/L dan air limbah domestik</li></ol>

		Beverage Cans For Treating Dye Industry Waste Water, Domestic Waste Water, And Surface Waste Water	<p>dan industri pewarna diperoleh 2000mg/L.</p> <p>2. Dari analisis disimpulkan bahwa PAC sangat efektif dalam rentang kerja yang diinginkan. Penurunan COD, amonia maksimum diperoleh pada 2000 mg/L. Jadi teknik koagulasi menggunakan PAC lebih disukai di banyak industri tergantung pada sifat polutan yang ada.</p>
3.	(Husaini et al., 2018)	Perbandingan Koagulan Hasil Percobaan Dengan Koagulan Komersial Menggunakan Metode Jar Test	<p>1. PAC dan Tawas hasil penelitian skala laboratorium oleh Puslitbang tekMIRA memberikan efisiensi penurunan turbidity air limbah terolah yang lebih tinggi dibandingkan yang diperoleh dengan koagulan PT Antam.</p> <p>2. PAC hasil penelitian skala pilot yang memiliki kemampuan paling baik adalah PAC 11, memberikan efisiensi penurunan turbidity dan TSS air limbah masing-masing 97,69% dan 99,24%, sedangkan</p>

			koagulan PT Antam hanya 94% dan 95,67% dengan dosis PAC 0,76 g/L, dan menurunkan turbidity air limbah dari semula 130,74 NTU menjadi 2,93 - 4,04 NTU (PAC tekMIRA)
4.	(Anugrah et al., 2022)	Optimasi Penggunaan Dosis Koagulan Alum dan Poly Aluminium Chloride (PAC) dalam Pengelolaan Limbah Cair Batubara	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Penambahan jumlah dosis akan menurunkan nilai TSS dengan presentasi penurunan TSS sebesar 95,18% pada alum dan 98,74% pada PAC.</li> <li>2. Penambahan jumlah dosis akan menurunkan nilai pH dengan presentasi penurunan pH sebesar 10,77% pada alum dan 18,46% pada PAC. Dosis optimal pada Alum adalah 25 mg/L sedangkan pada PAC adalah 23 mg/L.</li> </ol>
5.	(Kirana et al., 2022)	Karakteristik Tawas Berbahan Dasar Kaleng Minuman Aluminium Bekas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Produk tawas yang dihasilkan berwarna putih dengan bentuk kristal dengan hasil terbaik diperoleh pada saat konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 8M dan konsentrasi KOH 30% 50ml dengan berat sebesar 44,98 gram, pH 3,5 , kandungan Al sebesar 4,97% dan</li> </ol>

			ukuran partikel sebesar 94,56mm.
--	--	--	-------------------------------------

## 2. Relevansi Penelitian

Dari beberapa referensi diatas dapat disimpulkan bahwa perbedaan penelitian yang akan dilakukan peneliti yaitu objek penelitian dan variabel yang digunakan. Kesamaan dari penelitian ini yaitu jenis koagulan yang terbuat dari limbah kemasan aluminium. Penelitian ini memfokuskan pada perbandingan efektivitas antar jenis koagulan dan variasi dosis terhadap penurunan parameter TSS dan COD pada limbah cair domestik.