

# **PENENTUAN DOSIS OPTIMUM KOAGULAN ALUMINIUM SULFAT UNIT *DISSOLVED AIR FLOTATION* WASTE WATER TREATMENT PLANT PT KAWASAN INDUSTRI INTILAND**

Illa Fatma<sup>1</sup>, Arief Budiono<sup>1</sup>, Rio Baskoro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia

<sup>2</sup>PT Kawasan Industri Intiland Mojokerto, Jl. Raya Ngoro, Mojokerto, Indonesia  
illafatma711@gmail.com ; [arief.budiono@polinema.ac.id]

## **ABSTRAK**

Proses pengolahan limbah pada Instalasi pengolahan air limbah di Kawasan Industri Intiland salah satunya menggunakan sistem DAF (*Dissolved Air Flotation*) yang berfungsi untuk memisahkan partikel tersuspensi yang sulit untuk dipisahkan seperti minyak dan lemak dengan air limbah, dimana rangkaian proses pada unit ini terlebih dahulu harus melalui *pretreatment* koagulasi-flokulasi sehingga terbentuk gumpalan flok yang akan dipisahkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menentukan dosis optimum koagulan Aluminium Sulfat terhadap penurunan kandungan TSS dan COD pada limbah cair unit DAF PT Kawasan Industri Intiland. Penelitian ini dilakukan dengan cara menganalisis karakteristik awal kandungan limbah pada unit DAF dan selanjutnya dilakukan pengolahan menggunakan metode koagulasi-flokulasi menggunakan alat *Jar Test* dengan variasi dosis koagulan 110 ppm, 300 ppm, 550 ppm, 1100 ppm, dan 1650 ppm. Hasil pengolahan diuji menggunakan alat *Colorimeter* untuk mengetahui penurunan kandungan TSS dan COD. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan kandungan TSS dan COD paling baik pada penggunaan koagulan Aluminium Sulfat pada dosis 550 ppm dari konsentrasi awal sebelum proses koagulasi-flokulasi sebesar 775 ppm menjadi 539 ppm dengan persentase penurunan sebesar 58,49% untuk parameter TSS dan konsentrasi awal 53 ppm menjadi 22 ppm dengan persentase penurunan sebesar 30,45% untuk parameter COD.

**Kata kunci:** aluminium sulfat, koagulan, koagulasi-flokulasi, limbah cair

## **ABSTRACT**

One of the waste treatment processes in wastewater treatment at the Intiland Industrial Estate uses the DAF (*Dissolved Air Flotation*) system which functions to separate suspended particles that are difficult to separate such as oil and fat with wastewater, where the series of processes in this unit first must first go through the coagulation-flocculation pretreatment so that lumps are formed which will be separated. The purpose of this study was to determine and determine the optimum dose of Aluminum Sulfate coagulant to decrease the content of TSS and COD in the liquid waste of the DAF unit of PT Kawasan Industri Intiland. This research was conducted by analyzing the initial waste content in the DAF unit and then processing it using the coagulation-flocculation method using the *Jar Test* with variations in coagulant doses of 110 ppm, 300 ppm, 550 ppm, 1100 ppm, and 1650 ppm. The test results were tested using a *Colorimeter* to determine the decrease in the content of TSS and COD. The results showed that the best decrease in TSS and COD content was the use of Aluminum Sulfate coagulant at a dose of 550 ppm from the initial concentration before the coagulation-flocculation process 775 ppm to 539 ppm with a percentage decrease of 58.49% for the TSS parameter and the initial concentration of 53 ppm to 22 ppm with a percentage decrease of 30.45% for the COD parameter.

**Keywords:** aluminum sulfate, coagulant, coagulation-flocculation, wastewater

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu unit pengolahan air limbah yang terdapat pada instalasi pengolahan air limbah di PT Kawasan Industri Intiland adalah unit *Dissolved Air Flotation* (DAF). Air limbah yang mengandung minyak dan lemak akan dialirkan menuju unit DAF untuk dilakukan proses pemisahan flok-flok yang mengandung minyak dan lemak hasil proses koagulasi-flokulasi sebelum dialirkan menuju proses berikutnya. Apabila minyak dan lemak tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air maka akan menimbulkan berbagai permasalahan seperti minyak akan mengapung dan menutupi permukaan air sehingga menyebabkan penurunan difusi oksigen dan mengganggu mikroorganisme dalam air [1].

Pengolahan limbah cair pada unit DAF menggunakan Proses koagulasi-flokulasi, dimana pada proses koagulasi berfungsi untuk mengurangi muatan negatif yang terdapat pada partikel karena adanya gaya tarik menarik diantara keduanya dan membentuk gumpalan berupa flok flok kecil. Setelah proses koagulasi maka akan dilanjutkan dengan proses flokulasi yaitu untuk membentuk partikel yang lebih besar melalui agregasi, partikel ini dapat dipisahkan melalui cara sedimentasi yaitu pengendapan karena adanya gaya gravitasi [2]. Destabilisasi partikel dalam air limbah pada proses koagulasi terjadi karena pengadukan cepat dan pembubuhan bahan kimia yang disebut koagulan menghasilkan inti flok (mikro flok) kemudian dilanjutkan dengan proses flokulasi dimana terjadi penggabungan inti-inti flok menjadi flok yang berukuran lebih besar (makro flok) [3].

Dosis koagulan yang ditambahkan merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan proses koagulasi. Dosis yang tepat diperlukan agar koagulasi berjalan secara efektif. Jika dosis yang ditambahkan terlalu sedikit, maka tidak akan terbentuk flok. Jika penambahan dosis berlebih juga dapat menyebabkan flok yang terbentuk tidak sempurna dikarenakan berubahnya pH larutan [4]. Aluminium sulfat atau tawas merupakan salah satu koagulan yang banyak digunakan karena mempunyai nilai ekonomis, mudah diperoleh dipasaran serta mudah dalam penyimpanannya [3]. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Lestari [5] bahan koagulan yang cukup efektif dan efisien adalah aluminium sulfat, dengan menghasilkan air yang lebih jernih dan harga aluminium sulfat yang lebih rendah dibandingkan koagulan lainnya. Penelitian lainnya dilakukan oleh Nuurfath, dkk. [3] dalam pengolahan limbah cair laboratorium menggunakan metode koagulasi flokulasi menunjukkan bahwa koagulan aluminium sulfat mampu menurunkan konsentrasi TSS dan TDS dengan persentase penurunan sebesar 78,61% untuk parameter TSS dan 62,02% untuk parameter TDS.

Pada penelitian ini, selain penggunaan bahan koagulan aluminium sulfat juga ditambahkan flokulan *Polymer Cationic Acrylamide* pada proses flokulasi sebagai bahan kimia tambahan untuk proses pengikatan mikro flok yang terbentuk pada proses koagulasi agar membentuk gumpalan flok dengan berat molekul yang lebih besar sehingga memudahkan proses pengendapan.

Berdasarkan uraian diatas maka pada penelitian ini dilakukan pengujian untuk menentukan dosis optimum koagulan aluminium sulfat sehingga dapat diketahui dosis terbaik aluminium sulfat sebagai koagulan pada proses koagulasi dan flokulasi dalam menurunkan konsentrasi TSS dan COD limbah cair unit *Dissolved Air Flotation* (DAF) instalasi pengolahan air limbah PT Kawasan Industri Intiland.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Teknik Pengambilan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data pada penelitian ini adalah metode secara langsung dengan cara pengambilan data di lapangan dan metode secara tidak langsung dengan cara kajian literatur dan dari data yang telah tersedia di industri.

### 2.2 Tahap Pengambilan dan Pengujian Sampel Limbah Cair

Pengambilan sampel limbah cair di lapangan dengan mengambil sebanyak 3 L limbah cair dari kolam penampungan limbah cair unit DAF yang mengandung minyak dan lemak didalamnya, kemudian dilakukan pengujian untuk kondisi awal limbah cair sebelum dilakukan proses pengolahan dengan metode koagulasi-flokulasi.

### 2.3 Tahap Pengolahan Data

Analisis dan pengolahan data pada penelitian ini diiringi dengan kajian studi pustaka dan literatur. Analisis dari hasil pengujian dilakukan di laboratorium Instalasi Pengolahan Air Limbah PT Kawasan Industri Intiland. Hasil pengujian yang diperoleh berupa data dari parameter pH, TSS, dan COD.

### 2.4 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa seperangkat alat koagulasi-flokulasi (jar test), pH meter, Multiparameter Colorimeter, dan COD Reaktor. Sedangkan bahan yang digunakan berupa limbah cair unit DAF, Aluminium Sulfat, dan Polimer Akrilamida.

### 2.5 Variabel Percobaan

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah dosis koagulan Aluminium Sulfat dengan variasi dosis 110 ppm, 300 ppm, 550 ppm, 1100 ppm, dan 1650 ppm. Sedangkan dosis flokulan berupa Polimer Akrilamida dibuat tetap yakni pada dosis 1,36 ppm. Berikut uraian dosis koagulan dan flokulan yang digunakan pada penelitian seperti yang tercantum pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Komposisi bahan pada jumlah  $C_3H_5NO$  tetap

No sampel	$Al_2(SO_4)_3$ (ppm)	$C_3H_5NO$ (ppm)
1	110	1,36
2	300	1,36
3	550	1,36
4	1100	1,36
5	1650	1,36

### 2.6 Prosedur Percobaan

Tahap awal yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengambilan limbah cair di kolam penampungan sebelum memasuki unit DAF sebanyak 3 L. Dilakukan pengujian awal terhadap parameter pH dengan alat uji pH meter, TSS dan COD dengan menggunakan alat colometer untuk mengetahui kondisi awal air limbah. Setelah diketahui kadar pH, COD dan TSS, limbah diambil sebanyak 500 ml dan dimasukkan

kedalam masing masing 5 gelas beaker pada seperangkat alat jar test. Ditambahkan koagulan aluminium sulfat dengan dosis yang telah ditentukan dan selanjutnya dilakukan proses pengolahan secara koagulasi dengan pengadukan cepat 100 rpm selama 1 menit. Setelah pengadukan cepat, ditambahkan flokulan polimer akrilamida sebanyak 1,36 mg/l kedalam masing masing sampel dan dilakukan pengadukan lambat dengan kecepatan 20 rpm selama 30 menit. Setelah proses pengadukan lambat selesai, air limbah dibiarkan selama 30 menit untuk proses pengendapan flok-flok yang telah terbentuk. Setelah proses pengendapan, air limbah dipisahkan antara endapan dan filtrat untuk selanjutnya di analisa penurunan kandungan pH, TSS dan COD.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil analisis awal didapatkan bahwa dari parameter TSS dan COD masih jauh melebihi nilai baku mutu buangan limbah industri. Proses koagulasi-flokulasi pada penelitian ini akan berdampak pada penurunan nilai TSS dan COD karena pada proses koagulasi dan flokulasi terjadi pembentukan flok- flok yang akan memudahkan pengendapan pada unit selanjutnya sehingga didapatkan nilai padatan terendapkan *effluent* IPAL yang telah memenuhi standar baku mutu.

**Tabel 2.** Hasil analisis kandungan awal air limbah

pH	TSS (mg/L)	COD (mg/L)
7,43	53	775

Terdapat perbedaan karakteristik sampel limbah setelah dilakukan pengolahan secara koagulasi-flokulasi. Perbedaan tersebut dapat dilihat dari penurunan nilai dari setiap parameter yakni pH, TSS, dan COD. Hasil pengaplikasian dosis optimum koagulan pada skala laboratorium dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil analisis kandungan akhir air limbah

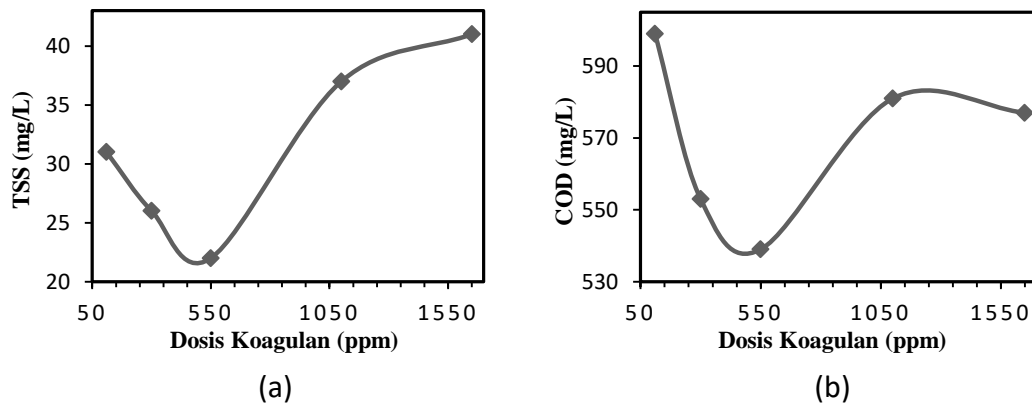
No Sampel	pH	% Penurunan	TSS (ppm)	% Penurunan	COD (ppm)	% Penurunan
1	7,12	6,73	31	41,51	599	22,71
2	6,91	7,67	26	50,94	553	28,65
3	6,62	8,75	22	58,49	539	30,45
4	6,26	13,59	37	30,19	581	25,03
5	5,83	15,61	41	22,64	577	25,55

Penelitian yang dilakukan di instalasi pengolahan air limbah PT Kawasan Industri Intiland pada bulan Januari 2021 ini bertujuan mengetahui dan menentukan dosis optimum untuk penurunan parameter TSS dan COD pada unit DAF. Pengolahan air limbah pada unit DAF didahului dengan proses *pretreatment* koagulasi-flokulasi untuk menurunkan beberapa parameter pencemar seperti TSS dan COD dengan harapan kandungan dari lemak dan minyak terlarut yang terkandung didalam air limbah akan ikut terikat bersama dengan flok flok yang terbentuk dari proses koagulasi-flokulasi. Perlu dilakukan pengolahan agar terjadi

penurunan kadar TSS dan COD pada unit DAF agar beban pencemar pada proses selanjutnya tidak terlalu besar, sehingga kualitas air limbah setelah melalui proses pada unit ini menjadi lebih baik dan terpisah antara kandungan lemak dan minyak terlarut sebelum dialirkan menuju ke proses selanjutnya. Karakteristik keluaran air limbah yang siap dibuang ke badan air diharapkan telah memenuhi baku mutu sesuai dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Kawasan Industri seperti pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Baku mutu air limbah bagi kawasan industri

Parameter	Satuan	Batas yang diperbolehkan
pH		6 - 9
TSS	mg/L	≤ 200
COD	mg/L	≤ 100



**Gambar 1.** Hubungan antara komposisi bahan dengan nilai (a) TSS dan (b) COD limbah cair hasil olahan

Berdasarkan Gambar 1 (a) dan (b) terlihat pengaruh dosis koagulan terhadap kandungan TSS dan COD setelah melalui proses pengolahan secara koagulasi-flokulasi dengan skala laboratorium menggunakan alat jar test. Penurunan konsentrasi dari TSS dan COD disebabkan karena koagulan aluminium sulfat yang bermuatan positif akan menetralkan muatan negatif pada partikel tersuspensi, sehingga partikel tersebut dapat bergabung membentuk inti-inti flok yang kemudian akan menggumpal menjadi flok yang berukuran lebih besar dan mudah untuk diendapkan [3]. Dimana pada bahan koagulan aluminium sulfat ini memiliki rentang pH yang bekerja pada kisaran pH 5,5 – 7,5 [5].

Seperti terlihat pada grafik diatas, menunjukkan bahwa pemberian dosis koagulan yang terlalu kecil mengakibatkan proses pembentukan flok yang kurang optimal [6]. Dalam hal ini ditandai dengan masih tingginya kadar TSS dan COD pada pemberian dosis tersebut. Konsentrasi koagulan yang terlalu sedikit belum mampu untuk menetralkan partikel koloid yang terkandung di dalam air limbah pada volume tertentu, sehingga hanya sebagian koloid saja yang ternetralkan oleh muatan koagulan dan membentuk flok, sedangkan filtrat limbah tersebut masih keruh serta masih terdapat koloid dan padatan tersuspensi lainnya yang tidak ternetralkan dengan koagulan.

Dengan bertambahnya dosis koagulan yang diberikan maka partikel koloid yang bergabung akan membentuk flok yang semakin banyak. Namun dari pemberian dosis yang berlebih dan melebihi batas optimum akan mengakibatkan gaya elektrostatik pada koloid yang sudah menyatu pada flok menjadi besar dan berakibat pada kerusakan ikatan flok yang telah terbentuk [6]. Hal ini ditandai dengan naiknya nilai TSS dan COD akibat restabilisasi partikel koloid saat penambahan dosis yang terlalu banyak atau melebihi batas optimum. Restabilisasi merupakan proses pembalikan muatan partikel koloid dimana di dalam air limbah yang bermuatan negatif akan berubah menjadi positif akibat penyerapan dari dosis yang berlebihan yang menghasilkan kembali gaya tolak menolak antar partikel koloid karena memiliki muatan yang sama, sehingga tidak dapat membentuk flok yang lebih besar dan menyebabkan kekeruhan dan peningkatan kembali kadar TSS pada sampel [6]. Peningkatan kembali konsentrasi TSS disebabkan karena adanya proses netralisasi muatan yang sudah tidak terjadi lagi ketika dosis koagulan yang ditambahkan berlebih, sehingga flok yang telah terbentuk akan dipecahkan kembali oleh ion sejenis [7].

pada Gambar 1 di atas terlihat bahwa dosis koagulan aluminium sulfat terbaik untuk penurunan kandungan TSS dan COD adalah 550 mg/L dengan penambahan flokulan akrilamida 1,36 mg/L dimana pada dosis tersebut mampu menurunkan kandungan TSS dari sebelumnya 53 mg/L menjadi 22 mg/L, dengan persentase penurunan 58,49%. Dan untuk parameter COD dari sebelumnya 775 mg/L menjadi 539 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 30,45%. Dari penelitian yang telah dilakukan, terlihat bahwa terjadi penurunan kadar TSS dan COD pada air limbah, kadar TSS yang terkandung dalam air limbah sebelum adanya pengolahan telah berada dibawah baku mutu. Namun untuk mengetahui dosis terbaik dari pengolahan yang dilakukan, maka diperlukan pengujian terhadap parameter TSS terhadap penurunan kadar TSS yang terjadi. Sedangkan untuk kandungan COD, setelah dilakukan pengolahan secara koagulasi-flokulasi masih belum memenuhi standar baku mutu, hal ini dikarenakan pada unit DAF terfokus pada proses pengikatan minyak dan lemak terlarut menjadi flok-flok agar terpisah dari air limbah dan selanjutnya air limbah tersebut akan dialirkan menuju unit proses pengolahan selanjutnya, hingga didapatkan keluaran air limbah yang telah memenuhi standar baku mutu dan siap untuk dibuang ke badan air.

Dari penelitian penentuan dosis optimum koagulan dengan menggunakan alat uji jar test dalam skala laboratorium, dapat diketahui dosis optimum penggunaan bahan koagulan berupa Aluminium Sulfat terdapat pada dosis 550 ppm dan flokulan Polimer Akrilamida dengan dosis 1,36 ppm. Maka untuk penerapannya pada unit proses DAF dengan debit air limbah sebesar 1000 m<sup>3</sup>/hari, dibutuhkan total keseluruhan jumlah koagulan Aluminium Sulfat sebesar 500 kg/hari dan flokulan Akrimlamida sebesar 1,36 kg/hari.

#### **4. KESIMPULAN DAN SARAN**

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dosis optimum koagulan aluminium sulfat untuk penurunan kadar TSS dan COD pada limbah cair unit DAF yaitu pada dosis 550 mg/L mampu menurunkan kadar TSS dari 53 mg/L menjadi 22 mg/L dan kadar COD dari 775 mg/L menjadi 539 mg/L, sehingga penerapan pada skala industri dibutuhkan koagulan aluminium sulfat sebesar 500 kg/hari dan bahan tambahan flokulan 1,36 kg/hari.

Beberapa saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan peneliti dapat melakukan pengujian terhadap bahan koagulan lainnya untuk mengetahui perbandingan bahan koagulan terbaik dalam proses penurunan kadar bahan pencemar air limbah unit DAF. Dan perlu dilakukan analisis kandungan minyak dan lemak terlarut sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan agar mengetahui efisiensi proses dan bahan yang digunakan.

## REFERENSI

- [1] A. R. Taufiqussyakir., "Rancang Bangun Dissolved Air Flotation Terhadap Penurunan Kadar Minyak dan Lemak", *Tugas Akhir*, Teknik Pengolahan Limbah, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, 2019.
- [2] M. E. Jadid., Maudy., U.R.S. Arifin., B. Widiono., "Pengaruh Jumlah Kapur dan PAC Terhadap Penurunan Kadar Cu , Tss , Turbidity dan pH Pada Air", *Teknologi Separasi*, vol. 5, no. 2, hal. 69–75, 2019.
- [3] Nuurfath. F., Elystia. S., Edward HS., "Penentuan Dosis Terbaik Koagulan Aluminium Sulfat Dalam Mengolah Limbah Cair Laboratorium Dengan Proses Koagulasi dan Flokulasi", *Jurnal JOM FTEKNIK*, vol. 6, hal. 1–6, 2019.
- [4] Romadhon, M. R., "Efektivitas Jenis Koagulan Terhadap Penurunan Kadar Kromium Limbah Penyamakan Kulit", *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, 2016.
- [5] S. A. Lestari, "Efektivitas Penggunaan Bahan Koagulan Dalam Proses Perencanaan Pengolahan Bangunan Air Minum", Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, 2016.
- [6] U. R. S. Arifin, M. M. E. Jadid, dan B. Widiono, "Pengolahan Limbah Air Asam Tambang Emas dengan Proses Netralisasi Koagulasi Flokulasi", *Teknologi Separasi*, vol. 5, no. 2, hal. 112–120, 2019.
- [7] Azamia, M., "Pengolahan Limbah Cair Laboratorium dengan Metode Presipitasi dan Adsorpsi untuk Penurunan Kadar Logam Berat", *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Program Studi Kimia, Universitas Indonesia, 2012.