

Efektivitas Penggunaan Poli Aluminium Klorida (PAC) dan Aluminium Sulfat (Tawas) Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri pada *Waste Water Treatment Plant (WWTP)* PT. KIMA Makassar dengan Metode Koagulasi Menggunakan *Jar Test*

Harun Pampang¹, Maria Assumpta Nogo Ole², Zakiyah Darajat³

¹Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar, Indonesia

^{2,3}Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar, Indonesia

maria.ole@poliupg.ac.id

Abstract: *Wastewater in industrial areas has various contents. The levels of pollutant substances in waste water have been regulated in industrial area waste water quality standards stipulated in Government Regulations. One method used to achieve quality standards is a chemical process, namely adding chemicals as coagulants using a jar-test machine. In this study, the coagulation process of liquid waste from PT. Makassar Industrial Area with the addition of polyaluminium chloride (PAC) and aluminum sulfate (alum) which aims to study the effectiveness of using two types of coagulants with variations of 0.02, 0.04, 0.06, and 0.08 grams in 500mL of wastewater. After 1 minute fast stirring and 10 minutes slow stirring then leaving for 10 minutes, the TSS test showed that the addition of alum was able to reduce TSS better than the addition of PAC. The addition of 0.04 grams of alum resulted in an effectiveness of 91.71%, while for PAC the best results were the addition of 0.06 grams of coagulant with an effectiveness of 46.13%.*

Keywords: *coagulation, jar-test, alum, PAC, wastewater treatment*

Abstrak: Air limbah di kawasan industri memiliki kandungan yang beragam. Kadar bahan pencemar dalam air limbah telah diatur dalam baku mutu air limbah kawasan industri yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah. Salah satu metode yang digunakan untuk mencapai baku mutu adalah dengan proses kimia yaitu penambahan bahan kimia sebagai koagulan dengan alat jar-test. Pada penelitian ini, dilakukan proses koagulasi limbah cair dari PT. Kawasan Industri Makassar dengan penambahan polialuminium klorida (PAC) dan aluminium sulfat (tawas) yang bertujuan untuk mempelajari efektivitas penggunaan kedua jenis koagulan dengan variasi berat 0.02, 0.04, 0.06, dan 0.08 gram pada 500mL limbah. Setelah pengadukan cepat selama 1 menit dan pengadukan lambat selama 10 menit serta didiamkan selama 10 menit, uji TSS menunjukkan bahwa penambahan tawas mampu menurunkan TSS lebih baik dibandingkan penambahan PAC. Penambahan 0.04 gram tawas menghasilkan efektivitas 91,71% sedangkan untuk PAC hasil terbaik pada penambahan 0,06 gram koagulan dengan efektivitas 46,13%.

Kata kunci: koagulasi, jar-test, tawas, PAC, pengolahan air limbah

Pendahuluan

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 03 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Kawasan Industri menjelaskan tentang baku mutu air limbah dari Kawasan industri yang layak untuk dilepaskan ke lingkungan. Setiap Kawasan industri yang memiliki IPAL terpusat wajib untuk menaati baku mutu air limbah berdasarkan parameter pH, TSS, BOD, COD, Sulfida, Amonia, Fenol, minyak dan lemak, logam terlarut, dengan kuantitas air limbah maksimum 0,8 literperdetik per Ha lahan kawasan terpakai (Permen NLH No 3, 2010).

Kawasan Industri Makassar memiliki *waste water treatment plant (WWTP)* untuk memastikan bahwa limbah yang dihasilkan dari seluruh industri dalam kawasan telah memenuhi baku mutu yang disyaratkan serta menjaga terjadinya pencemaran lingkungan di sekitar

kawasan industri (Laporan Tahunan Kima, 2019). Pada instalasi pengolahan air limbah di PT. Kima, limbah cair yang berasal dari berbagai industri dalam kawasan akan melalui 3 proses yaitu, proses fisik dengan cara pre-sedimentasi, proses kimia pada tahapan koagulasi dan flokulasi serta proses biologi melalui filtrasi dan reservoir. Pada akhir pengolahan, dilakukan kembali proses fisika yaitu tahapan sedimentasi (Dewi, et al. 2020).

Pengolahan limbah dengan proses kimia melibatkan tahapan koagulasi dan flokulasi. Koagulasi merupakan proses pengolahan air limbah dengan menambahkan senyawa untuk merusak kestabilan koloid. Selanjutnya proses koagulasi diikuti dengan flokulasi yaitu terbentuknya patikel yang lebih besar sebagai akibat dari ketidakstabilan koloid. Keberhasilan tahapan ini sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu jenis koagulan, jumlah koagulan, pH, dan kecepatan pengadukan (Martina et al. 2018). Koagulan yang sering digunakan antara lain polialuminium klorida (PAC) dengan pH optimal 6 – 7,6 dan tawas dengan pH optimal 5,5 – 7,8. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ramadhani S., dkk, penambahan 20gram tawas memberikan % efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan 250gram PAC pada volume air limbah masing-masing 1 liter (Ramadhani et al. 2013).

Simulasi proses koagulasi pada WWTP dapat dilakukan dengan menggunakan alat *jar test*. Jumlah koagulan per volume air yang diolah dapat diatur dan divariasikan agar diperoleh data kadar koagulan yang optimal untuk mengolah air limbah dan pada akhirnya dapat menentukan jumlah koagulan yang dibutuhkan per siklus pengolahan sehingga mencapai baku mutu yang disyaratkan (Husaini et al. 2018).

Metode

Pada penelitian ini, limbah cair diperoleh dari *waste water treatment plant (WWTP)* PT. Kima Makassar. Eksperimen dilakukan di Laboratorium Lingkungan Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang. Metode analisis menggunakan SNI 6989.3.2019 untuk uji *Total Suspended Solid (TSS)*. Selain itu dilakukan juga uji secara fisik seperti warna dan bau. Volume limbah yang digunakan masing-masing 500 mL sebanyak 5 buah untuk masing-masing koagulan. Berat koagulan divariasikan 0,02, 0,04, 0,06, 0,08 gram. Kecepatan pengadukan diatur 50 rpm untuk pengadukan lambat selama 10 menit dan pengadukan cepat 200 rpm selama satu menit.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas kimia, pipet ukur, corong buchner, neraca analitik, cawan porselin, kertas saring Whatman no. 42, pompa vakum, Kertas pH merek Mquant, desikator, oven, dan *jar-test* merek stuart SW6. Bahan yang dipakai terdiri dari poli aluminium sulfat (PAC), aluminium sulfat (Tawas) yang berfungsi sebagai koagulan.

Prosedur

Sampel air limbah diambil dari PT. Kima kemudian dipisahkan dari material padat yang melayang di permukaan air limbah dan ditempatkan pada gelas kimia kemudian ditambahkan dengan koagulan. Selanjutnya dilakukan proses *jar-test*. Terdapat satu sampel yang dijadikan sebagai kontrol. Sampel kemudian didiamkan selama 30 menit hingga efek dari pengadukan hilang. Setelah tahap ini, diambil 100 mL tiap sampel kemudian dilakukan analisa TSS dan pH sesuai metode SNI.

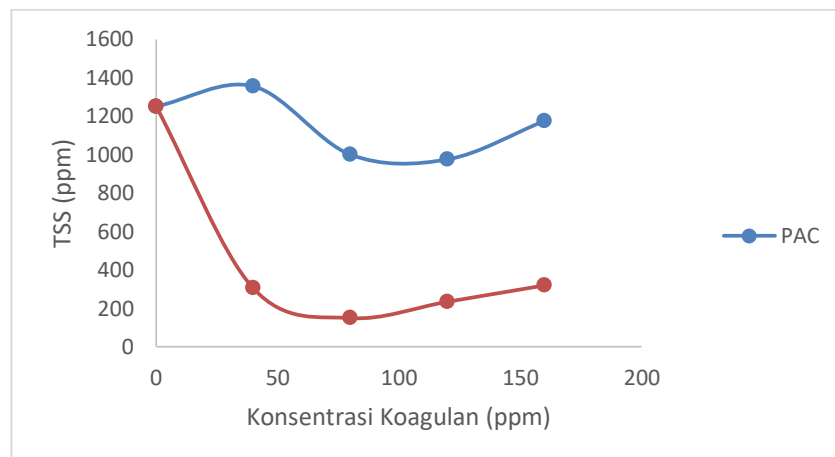
Hasil dan Pembahasan

Penentuan konsentrasi optimum koagulan tawas dan PAC untuk mengolah air limbah dari *waste water treatment plant (WWTP)* PT. Kima Makassar dimaksudkan untuk meningkatkan output dari air limbah serta dapat meminimalisir bau yang ditimbulkan oleh air limbah. Sampel air limbah fresh memiliki TSS 1810 ppm dengan pH 7. Dari hasil penelitian skala laboratorium didapatkan data seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

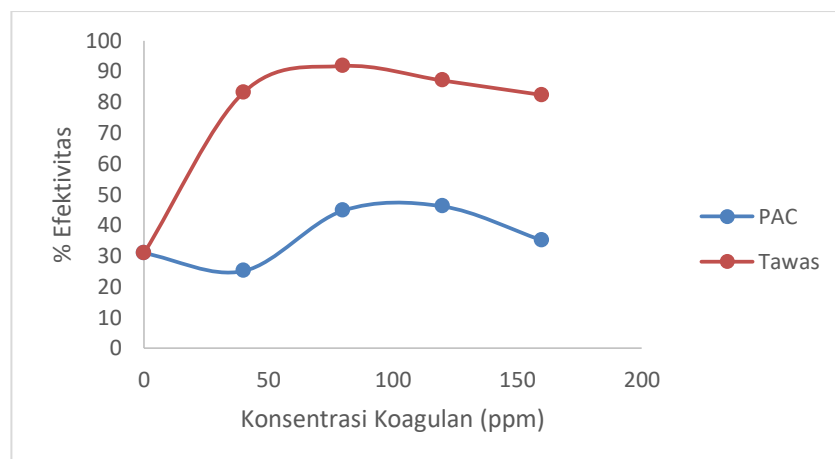
Tabel 1. Hasil Pengujian menggunakan *Jar-Test*

	Berat Koagulan (gram)	TSS (ppm)	pH	Efektivitas (%)
Sampel Kontrol	0	1250	7	30.94
PAC	0.02	1355	7	25.14
	0.04	1000	7	44.75
	0.06	975	6	46.13
	0.08	1175	6	35.08
Tawas	0.02	305	7	83.15
	0.04	150	7	91.71
	0.06	235	7	87.02
	0.08	320	6	82.32

Penggunaan PAC dan Tawas sebagai koagulan merupakan bahan yang umum digunakan untuk pengolahan air baik air minum maupun air limbah (Marlinda et al. 2023)(Wardhani, Dirgawati, and Astadiputra 2011). Analisis keefektifan dapat dilihat dari hasil uji TSS terhadap masing-masing koagulan dengan variasi berat. Adanya penambahan koagulan tidak merubah pH dari sampel tersebut. Hasil pengujian di atas dapat dianalisis lebih lanjut dengan Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Hubungan TSS (ppm) dengan konsentrasi koagulan (ppm)



Gambar 2. Hubungan Efektivitas (%) dengan konsentrasi koagulan (ppm)

Berdasarkan gambar 1 dapat dilihat bahwa pada konsentrasi 40 ppm, TSS PAC pada sampel air limbah didapatkan sebesar 1355 ppm sedangkan TSS Tawas 305 ppm. Saat konsentrasi koagulan ditingkatkan menjadi 160 ppm baik PAC maupun tawas, keduanya menunjukkan kenaikan dari TSS yang sebelumnya mengalami penurunan yaitu berturut-turut 1175 ppm dan 320 ppm. Kondisi optimum tercapai untuk masing-masing koagulan yaitu pada saat konsentrasi 120 ppm untuk PAC dan 80 ppm untuk tawas. Konsentrasi TSS terendah diperoleh sebesar 150 ppm menggunakan tawas. Nilai tersebut jauh berbeda dengan TSS yang dihasilkan dari penggunaan PAC yaitu sebesar 975 ppm atau dengan kata lain 6,5 kali lebih besar dari TSS Tawas dengan pH yang berbeda. Penelitian terdahulu juga menemukan bahwa penggunaan tawas sebagai koagulan untuk mengolah limbah dapat menurunkan nilai dari TSS dengan hasil yang cukup baik dibandingkan dengan PAC (Lolo et al. 2020). Selain itu adanya penambahan berat koagulan mampu meningkatkan pH air limbah. Penggunaan PAC memiliki efek yang cenderung lebih kuat dibandingkan dengan Tawas, hal ini terlihat dari konsentrasi PAC 120

menyebabkan air limbah memiliki pH 6 sedangkan konsentrasi Tawas baru memiliki efek meningkatkan menjadi asam pH 6 pada konsentrasi 160 ppm. Meningkatnya konsentrasi koagulan dapat mengakibatkan perubahan pH (P. Utamingrum and Sufika 2018). Gambar 2 menunjukkan efisiensi dari tiap koagulan terhadap kenaikan konsentrasi. Kenaikan konsentrasi koagulan tidak berbanding lurus dengan efektivitas penurunan konsentrasi TSS. Efektivitas tertinggi menggunakan PAC didapatkan dari konsentrasi 120 ppm dengan efektivitas 46,13%. Sedangkan efektivitas tertinggi penggunaan Tawas didapatkan dari konsentrasi yang lebih rendah yaitu 80 ppm mencapai 91,71%. Nilai konsentrasi ini lebih rendah dari penelitian yang dilakukan nurlina dkk yang menggunakan konsentrasi 100 pmm Tawas (Nurlina et al. 2015)(Wardhani et al. 2011).



Gambar 3. Proses koagulasi menggunakan PAC (a) dan proses koagulasi menggunakan tawas (b)

Gambar 3 menunjukkan perbandingan secara tampilan fisik dari kedua koagulan setelah dilakukan jar-test. Penurunan TSS dalam air limbah setelah koagulasi juga mampu mereduksi bau air limbah. Solid yang terlarut dalam air limbah selain mengakibatkan kekeruhan dekomposisi solid akan menurunkan kadar oksigen terlarut sehingga mengganggu kehidupan organisme di dalam air (Riza Yuni Kartika 2015). Dengan adanya penambahan koagulan, maka terjadi penurunan konsentrasi TSS dalam air limbah sehingga akan mereduksi bau yang ditimbulkan. Secara fisik, penurunan kekeruhan air dan bau yang tereduksi menunjukkan bahwa tawas memiliki efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan PAC pada penggunaan dosis koagulan yang sama.

Kesimpulan

Dalam mengolah air limbah industri WWTP PT. Kima Makassar menggunakan tawas memberikan hasil yang lebih efektif dibandingkan menggunakan PAC. Tingkat efektivitas tawas mencapai 91,71% sedangkan PAC hanya 46,13% dengan konsentasi dosis tawas yang digunakan sebesar 0,04gram lebih rendah dari PAC sebesar 0,06 gram dalam 500 mL air limbah.

Selain itu penggunaan tawas juga mampu mereduksi bau dari air limbah. Dengan hasil ini maka tawas dapat direkomendasikan sebagai salah satu koagulan untuk pengolahan awal air limbah pada WWTP PT. Kima Makassar.

Referensi

- Dewi, Yashinta Kumala, Nurul Pratiwi, and Muhammad Yamin Jinca. 2020. "Konsep Pengelolaan Air Limbah Kawasan Industri Makassar (KIMA)." *Jurnal Penelitian Enjiniring* 24(1):1–10. doi: 10.25042/jpe.052020.01.
- Husaini, Husaini, Stefanus Suryo Cahyono, Suganal Suganal, and Kukuh Nur Hidayat. 2018. "PERBANDINGAN KOAGULAN HASIL PERCOBAAN DENGAN KOAGULAN KOMERSIAL MENGGUNAKAN METODE JAR TEST." *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara* 14(1):31. doi: 10.30556/jtmb.vol14.no1.2018.387.
- Lolo, Elvis Umbu, Yonathan Suryo Pambudi, Richardus Indra Gunawan, and Widiyanto Widiyanto. 2020. "Pengaruh Koagulan PAC Dan Tawas Terhadap Surfaktan Dan Kecepatan Pengendapan Flok Dalam Proses Koagulasi Flokulasi." *Jurnal Serambi Engineering* 5(4):1295–1305. doi: 10.32672/jse.v5i4.2315.
- Marlinda, Marlinda, Rita Hartati, Yusi Hidjrawan, and Kasmawati Kasmawati. 2023. "Optimalisasi Penjernihan Air PDAM Tirta Meulaboh Menggunakan Aluminium Sulfat (Tawas) Dan Poly Aluminium Chloride (PAC)." *Jurnal Optimalisasi* 9(1):24. doi: 10.35308/jopt.v9i1.6386.
- Martina, Angela, Dian Santoso Effendy, and Jenny Novianty M. Soetedjo. 2018. "Aplikasi Koagulan Biji Asam Jawa Dalam Penurunan Konsentrasi Zat Warna Drimaren Red Pada Limbah Tekstil Sintetik Pada Berbagai Variasi Operasi." *Jurnal Rekayasa Proses* 12(2):40. doi: 10.22146/jrekpros.38948.
- Nurlina, Titin Anita Zahara, Gusrizal, and Indah Dwi Kartika. 2015. "Efektivitas Penggunaan Tawas Dan Karbon Aktif Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu." *Prosiding SEMIRATA 2015 Bidang MIPA BKS-PTN Barat* 690–99.
- P. Utaminingrum, Desyani, and Fani Sufika. 2018. "Pengolahan Limbah Laundry Untuk Menurunkan COD Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi."
- PERATURAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP NOMOR 03 TAHUN 2010. 2010. "BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI KAWASAN INDUSTRI."
- Ramadhani, Syahru, Alexander Tunggul Sutanhaji, dan Bambang Rahadi Widiatmono, Kata Kunci, Tepung Biji Kelor, and Air Sungai. 2013. *Perbandingan Efektivitas Tepung Biji Kelor (Moringa Oleifera Lamk), Poly Aluminium Chloride (PAC), Dan Tawas Sebagai Koagulan Untuk Air Jernih Effectiveness Comparison of Moringa Seed Flour (Moringa Oleifera Lamk), Poly Aluminium Chloride (PAC), and Alum as Coagulant for Clear Water*. Vol. 1.
- Riza Yuni Kartika, Dwi Astuti, Sri Darnoto. 2015. *KEEFEKTIFAN DOSIS KOAGULAN POLY ALUMINIUM CHLORIDE(PAC) DALAM MENURUNKAN KADAR TOTAL SUSPENDED SOLID(TSS) AIR LIMBAH LAUNDRY*.
- Tahunan, Laporan. 2019. *KI A MENATA LANGKAH MENUJU MENATA LANGKAH MENUJU MENATA LANGKAH MENUJU BISNIS BISNIS BISNIS Toward Business Transformation*.
- Wardhani, Eka, Mila Dirgawati, and Dadan Fikriansyah Astadiputra. 2011. "Penentuan Jenis Dan Dosis Koagulan Dalam Mengolah Air Limbah Industri Penyamakan Kulit." *Jurnal Teknik Lingkungan* 15.