

Analisis Perubahan pH Limbah Air Pencucian Plat setelah Pengujian Jar Test dengan Menggunakan Koagulan Tawas

Priyadi Yahya^{1*}, Rachmah Nanda Kartika², Yoga Putra Pratama³

¹⁻³ Politeknik Negeri Jakarta, Indonesia

Email: priyadi.yahya.tgp21@mhs.wpnj.ac.id

Alamat: Jakarta, Indonesia

Korespondensi penulis: priyadi.yahya.tgp21@mhs.wpnj.ac.id *

Abstract. The impacts of wastewater (liquid waste) include contamination and pollution of surface water and other water bodies utilized by humans, as well as disruption to aquatic life. Wastewater generated from plate washing processes in offset printing industries contains toxic substances that can harm the environment, such as ink pigments, additives, alcohol, and other hazardous chemicals. This study aims to reduce the environmental impact caused by plate washing wastewater. The method used in this research is the Jar Test, which is commonly applied to evaluate the effectiveness of coagulants in water and wastewater treatment. Based on the findings, this method successfully reduced the Total Dissolved Solids (TDS) level by 18%. These results indicate that the use of alum as a coagulant has a significant effect on altering the chemical composition of the plate washing wastewater, thereby contributing to pollution reduction.

Keywords: Alum; Coagulation-Flocculation; Waste; Water Treatment.

Abstrak. Dampak Air limbah (Limbah Cair) diantaranya adalah kontaminasi dan pencemaran pada air permukaan dan badan-badan air yang digunakan oleh manusia, mengganggu kehidupan dalam air. Limbah air pencucian plat pada perusahaan cetak offset mengandung zat beracun yang dapat merusak lingkungan seperti pigmen tinta, zat aditif, alkohol dan zat berbahaya lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan dari limbah air pencucian plat. Metode yang digunakan yaitu metode Jar Test. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan metode ini mampu menurunkan kadar TDS sebesar 18%. Dengan hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan tawas sebagai koagulan sangat berpengaruh terhadap perubahan kandungan yang ada pada limbah cair pancucian plat.

Kata kunci: Koagulasi-Flokulasi; Limbah; Pengolahan Air; Tawas.

1. LATAR BELAKANG

Salah satu faktor utama pencemaran lingkungan adalah limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dari aktivitas industri. Apabila limbah tersebut dibuang tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu, maka dapat menimbulkan risiko serius bagi kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya. Limbah B3 dapat mencemari lingkungan baik secara langsung maupun tidak langsung, terutama dalam sektor industri. Untuk meminimalkan penyebaran sifat toksik dari limbah sebelum dibuang, diperlukan proses pengolahan, baik melalui mekanisme kimiawi maupun alami. Pengolahan secara kimia biasanya melibatkan penambahan zat pengikat atau bahan reaktan tertentu selama proses berlangsung. Salah satu bahan kimia yang umum digunakan dalam pengolahan air adalah tawas (aluminium sulfat), yang berfungsi sebagai koagulan.

Metode Jar Test merupakan metode yang umum digunakan dalam proses pengolahan limbah cair. Proses ini bertujuan untuk menentukan dosis koagulan dan flokulan yang digunakan pada proses pengolahan air. Dalam proses koagulasi, digunakan koagulan berbasis

anorganik seperti aluminium sulfat (tawas), natrium aluminat, besi sulfat, besi klorida, dan jenis lainnya (Salsabila, 2024).

Dalam penelitian ini, digunakan koagulan berupa tawas (aluminium sulfat), yang memiliki kemampuan untuk mengikat dan menggumpalkan partikel-partikel halus dalam air. Tawas dapat mengikat partikel-partikel terlarut dan membantu dalam proses koagulasi, sehingga menurunkan nilai TDS dalam air limbah (Nur Fatimah 2019). Proses ini menyebabkan partikel-partikel tersebut membentuk flok yang lebih besar dan mudah mengendap. Keunggulan lain dari tawas adalah harganya yang relatif murah dan ketersediaannya yang mudah dijangkau. Hal ini menjadikannya sebagai alternatif koagulan yang ekonomis dan praktis, khususnya bagi pelaku usaha cetak offset berskala mikro yang memerlukan solusi pengolahan limbah yang efisien dan terjangkau.

Penelitian bertujuan mengetahui dosis tawas yang paling efektif pada proses koagulasi-flokulasi dari pengolahan limbah pencucian plat cetak offset, menentukan dosis tawas paling efektif yang digunakan dalam proses penjernihan air pencucian plat, Mengetahui perbandingan nilai pH pada air pencucian plat setelah dilakukan Jar Test , Mengetahui nilai pH air pencucian plat setelah dilakukan Jar Test.

2. KAJIAN TEORITIS

Limbah

Limbah merupakan sisa buangan dari suatu aktivitas atau proses produksi yang sudah tidak memiliki nilai guna secara langsung. Limbah dapat berasal dari sektor industri maupun domestik, seperti rumah tangga, dan dapat berwujud padat maupun cair, termasuk di antaranya sampah, air limbah rumah tangga, serta limbah dari aktivitas domestik lainnya. Dalam jumlah dan konsentrasi tertentu, keberadaan limbah dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Oleh karena itu, penanganan limbah menjadi aspek penting yang harus diperhatikan (Wijayanti, 2020). Tingkat toksisitas limbah sangat dipengaruhi oleh karakteristik dan jenisnya. Salah satu kategori limbah yang paling berbahaya adalah limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), yang berpotensi besar mencemari lingkungan serta membahayakan kesehatan (Purwanti, 2018). Dari sisi komposisi kimia, limbah dapat terdiri dari senyawa organik maupun anorganik.

Pengelolaan limbah memiliki arti penting sebagai upaya pengaturan, pengawasan, dan penataan kegiatan yang berkaitan dengan pembuangan limbah. Dalam konteks manajemen, pengelolaan dimaknai sebagai proses koordinasi dan integrasi seluruh aktivitas yang bertujuan untuk menyelesaikan pekerjaan secara efisien dan efektif. Oleh karena itu, limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi, khususnya pada industri percetakan offset, memerlukan sistem pengelolaan yang terstruktur agar tidak menimbulkan dampak lingkungan yang merugikan.

Tawas

Aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), yang dikenal luas sebagai tawas, merupakan salah satu bahan koagulan paling umum digunakan dalam proses penjernihan air. Ketika ditambahkan ke dalam air, tawas mengalami hidrolisis dan menghasilkan koloid bermuatan positif (Al^{3+}) yang mampu menarik dan mengikat partikel koloid bermuatan negatif, sehingga memungkinkan partikel-partikel tersebut menggumpal dan mengendap (Tamzil Aziz, 2013). Tawas berfungsi secara efektif dalam menghilangkan kekeruhan dan kotoran dalam air selama proses koagulasi-flokulasi.

Koagulan seperti tawas sering ditambahkan untuk mengurangi tingkat kekeruhan dan memperbaiki kualitas air. Studi yang dilakukan oleh Wafak Aprilianti dan Wahyudin (2020) menunjukkan bahwa penambahan tawas sebagai koagulan dalam pengolahan air limbah tahu dapat menurunkan kadar Biochemical Oxygen Demand (BOD). Namun, penurunan tersebut belum mencapai hasil yang signifikan, sehingga diperlukan kajian lanjutan untuk menentukan dosis optimum yang lebih efektif. Selain itu, penelitian lain menunjukkan bahwa tawas memiliki kemampuan dalam mengurangi kandungan Total Dissolved Solids (TDS) dalam air limbah (Nur Fatimah, 2019). Setyawati et al. (2021) juga menemukan bahwa penggunaan tawas secara efektif dapat menurunkan kadar Total Suspended Solids (TSS) dan sebagian besar senyawa terlarut (TDS) dalam limbah cair dari proses industri.

Jar Test

Jar Test merupakan metode yang umum digunakan untuk menentukan dosis koagulan optimum dalam proses pengolahan air bersih (Oktaviasari et al., 2016). Metode ini dirancang untuk meniru proses koagulasi dan flokulasi secara terkendali dalam skala laboratorium guna menghilangkan partikel tersuspensi dan senyawa organik yang dapat menimbulkan kekeruhan, bau, serta rasa pada air. *Jar Test* menstimulasi kondisi operasi yang terjadi pada unit klarifikasi, seperti tahap pencampuran cepat, pencampuran lambat, dan pengendapan. Salah satu keunggulan metode ini adalah kemampuan untuk mengatur kecepatan pengadukan, yang secara langsung memengaruhi energi kinetik dalam proses koagulasi-flokulasi. Dengan demikian, *Jar Test* menjadi alat evaluasi penting dalam menentukan efektivitas koagulan dan parameter operasional yang diperlukan untuk menghasilkan kualitas air yang memenuhi standar.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi eksperimental dengan menggunakan desain One-Shot Case Study, di mana subjek diberikan perlakuan tertentu dan hasilnya diamati pasca-intervensi. Pengambilan data dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Bahan Grafika, Politeknik Negeri Jakarta, *Jar Test* digunakan untuk mengevaluasi efektivitas koagulan dalam menurunkan

parameter pencemar pada limbah cair. Sampel diambil dari limbah proses pencucian plat pada sebuah perusahaan percetakan offset skala mikro. Pemilihan lokasi dan sumber limbah didasarkan pada kesesuaian karakteristik limbah dengan fokus penelitian, yakni efektivitas koagulan tawas dalam menangani air limbah yang mengandung partikel koloid tinggi. Tahapan penelitian meliputi identifikasi masalah, studi literatur, persiapan alat dan bahan, dan dilanjutkan dengan pelaksanaan Jar Test. Penentuan dosis koagulan optimum dilakukan melalui pengamatan terhadap perubahan nilai Total Dissolved Solids (TDS) setelah proses koagulasi-flokulasi. Efektivitas koagulan dievaluasi berdasarkan empat kriteria utama yaitu terbentuknya flok berukuran besar dan mudah mengendap, kecepatan pembentukan dan pengendapan flok, karakteristik endapan yang padat, berat, dan stabil, serta peningkatan kejernihan air hasil proses. Penentuan dosis optimal dilakukan melalui observasi visual dan pengukuran instrumen, guna memperoleh hasil yang objektif dan sesuai dengan standar teknis pengolahan air limbah.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian

Tabel 1. Tabel pengukuran pH air sebelum JarTest

Dosis Tawas	Sampel	pH	Rata-Rata
3 gr	1	5,9	6,3
	2	6,5	
	3	6,7	
4 gr	1	7,1	6,6
	2	6,4	
	3	6,5	
5 gr	1	6,2	6,3
	2	6,6	
	3	6,3	
6 gr	1	4,1	4,7
	2	6,5	
	3	3,5	
7 gr	1	4	5,3
	2	6,6	
	3	5,5	

pH sampel 3 gram berkisar antara 5,9 hingga 6,5 dengan nilai rata-rata 6,3. pH sampel 4 gram berkisar antara 6,4 hingga 7,1 dengan nilai rata-rata 6,6. pH sampel 5 gram berkisar antara 6,2 hingga 6,6 dengan nilai rata-rata 6,3. pH sampel 6 gram berkisar antara 3,5 hingga 6,5 dengan nilai rata-rata 4,7. pH sampel 7 gram berkisar antara 4 hingga 5,5 dengan nilai rata-rata 5,3.

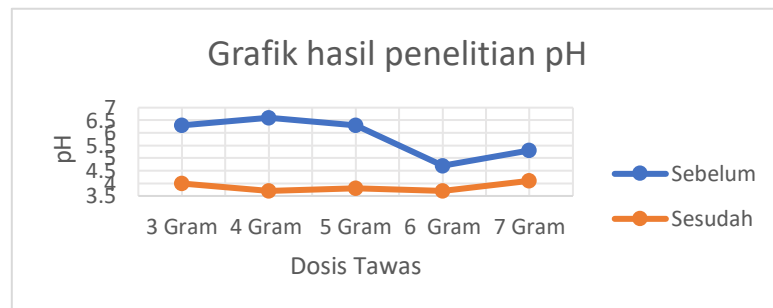
Dari kelima variasi, sampel 3 gram, 4 gram dan 5 gram memiliki pH asam lemah, sedangkan sampel 6 gram memiliki pH asam kuat. Dari hasil pengukuran, pH yang dimiliki semua sampel memiliki perbedaan. Beberapa faktor dapat mempengaruhi nilai pH tersebut seperti suhu, jumlah penggunaan tinta cetak dan penggunaan plat cleaner.

Tabel 2. Tabel pengukuran pH air setelah JarTest

Dosis Tawas	Sampel	pH	Rata-Rata
3 gr	1	4,4	4
	2	3,9	
	3	3,7	
4 gr	1	4,0	3,7
	2	3,6	
	3	3,6	
5 gr	1	3,9	3,8
	2	3,7	
	3	3,8	
6 gr	1	3,9	3,7
	2	3,8	
	3	3,8	
7 gr	1	4,2	4,1
	2	3,7	
	3	4,4	

Berdasarkan hasil pengujian pH sampel 3 gram berkisar antara 3,7 hingga 4,4 dengan nilai rata-rata 4. pH sampel 4 gram berkisar antara 3,6 hingga 4 dengan nilai rata-rata 3,7. pH sampel 5 gram berkisar antara 3,7 hingga 3,9 dengan nilai rata-rata 3,8. pH sampel 6 gram berkisar antara 3,6 hingga 3,9 dengan nilai rata-rata 3,7. pH sampel 7 gram berkisar antara 3,7 hingga 4,4 dengan nilai rata-rata 4,1.

Analisis

**Gambar 1.** Grafik perbandingan pH air sebelum dan sesudah Jar Test

Berdasarkan grafik pH setelah dilakukan proses Jar Test pH air mengalami penurunan yang signifikan. Penurunan pH air terjadi karena penambahan tawas sebagai koagulan. Tawas sendiri memiliki sifat asam lemah. Saat dilarutkan dalam air, aluminium (Al^{3+}) mengalami **hidrolisis** dan menghasilkan ion **H^+ (proton)**, yang menyebabkan larutan menjadi **bersifat asam sehingga penambahan tawas akan menurunkan pH air**.

Tabel. 3 Perbandingan pH air dengan Permenkes No.32 Tahun 2017

Dosis Tawas	Rata Rata	Permenkes No. 32 Tahun 2017	
		Standar	Kesesuaian
3 Gram	4	6,5 - 8,5	Tidak Sesuai
4 Gram	3,7	6,5 - 8,6	Tidak Sesuai
5 Gram	3,8	6,5 - 8,7	Tidak Sesuai
6 Gram	3,7	6,5 - 8,8	Tidak Sesuai
7 Gram	4,1	6,5 - 8,9	Tidak Sesuai

Berdasarkan Permenkes No. 32 Tahun 2017 tentang baku mutu kesehatan lingkungan pada media air untuk higiene sanitasi, standar baku mutu pH air untuk sanitasi berada antara 6,5-8,6. Dari kelima sampel yang telah diuji diperoleh bahwa kelima sampel tersebut memiliki nilai pH dibawah standar baku mutu air yang artinya air tersebut belum memenuhi syarat baku mutu air. Untuk memenuhi syarat baku mutu air perlu dilakukan pengolahan kembali untuk meningkatkan nilai pH air

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan tawas sebagai koagulan dapat mempengaruhi kondisi pH air. Setelah Jar Test nilai pH berubah menjadi asam, hal ini dikarenakan saat dilarutkan dalam air, aluminium (Al^{3+}) mengalami hidrolisis dan menghasilkan ion H^+ (proton) yang menyebabkan larutan menjadi bersifat asam. Dengan hasil tersebut maka koagulan tawas lebih baik digunakan untuk air sampel dengan kondisi pH awal basa atau menggunakan alternatif lain seperti penambahan bahan kimia lain untuk menstabilkan pH air. Dengan begitu pH air dapat memenuhi standar baku mutu air.

DAFTAR REFERENSI

- Aprilianti, W., & Wahyudin. (2020). Pengaruh pembubuhan tawas sebagai koagulan terhadap penurunan biological oxygen demand air limbah tahu di Dusun Bunsyafaah, Desa Puyung, Kecamatan Jonggat, Lombok Tengah. *Jurnal Sanitasi dan Lingkungan*, 1(2), 65–71. <https://e-journal.sttl-mataram.ac.id/index.php/jsl/article/view/2>
- Djonaedi, E., Yuniarti, E., & Asni, N. (2023). Identifikasi solid content dan warna tinta offset CMYK. *SNIV: Seminar Nasional Inovasi Vokasi*, 2(1), 516–522.
- Ekoputri, S. F., Rahmatunnissa, A., Nulfaidah, F., Ratnasari, Y., Djaeni, M., & Sari, D. A. (2024). Pengolahan air limbah dengan metode koagulasi flokulasi pada industri kimia. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(1), 7781–7787.
- Hutomo, E. J. (n.d.). Optimasi pengolahan limbah cair industri percetakan kaos remaja masa kini [Working paper, Binus Entrepreneurship Center, Bina Nusantara University]. <https://core.ac.uk/display/328808067>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2017). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, solus per aqua, dan pemandian umum*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2016). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk-Setjen/2016 tentang baku mutu air limbah domestik*. Jakarta: Kementerian LHK RI.

- Lailiani, N., Razie, F., Biyatmoko, D., & Lilimantik, E. (2023). Kajian flokulan polimer anionik dengan metode jar test untuk pemanfaatan lumpur cair PT Air Minum Bandarmasih (Perseroda). *Enviroscienteeae*, 19(3), 64–75.
- Nugraheni, D. T., Sudarno, S., & Hadiwidodo, M. (2014). Cangkang udang sebagai biokoagulan untuk penyisihan turbidity, TSS, BOD, dan COD pada pengolahan air limbah farmasi PT Phapros Tbk, Semarang [Unpublished doctoral dissertation]. Diponegoro University.
- Nurdiani, N. (2020). Penentuan optimasi koagulan PAC dan alum pada air limbah tekstil dengan metode jar test. *Warta Akab*, 44(1).
- Purwanti, P., & Alvionita, A. (2018). Pengelolaan limbah padat bahan berbahaya dan beracun (B3) rumah sakit di RSUD Dr. Soetomo Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(3), 291–298.
- Rahimah, Z., Heldawati, H., & Syauqiah, I. (2016). Pengolahan limbah deterjen dengan metode koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan kapur dan PAC. *Konversi*, 5(2), 13–19.
- Rosariawari, F., & Mirwan, M. (n.d.). Efektivitas PAC dan tawas untuk menurunkan kekeruhan pada air permukaan [Working paper]. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
- Syahputra, A., Utama, D. W., & Harahap, U. N. (2022). Efektivitas pemberian koagulan dan flokulan terhadap proses penjernihan air di pabrik kelapa sawit PT Palmaris Raya Mandailing Natal. *Jurnal Misteri*, 1(1), 54–61. <http://journal.fkpt.org/index.php/mistery>
- Utama, J. S., Kutai, L. G. K., & Timur, K. K. (2017). Perbandingan penggunaan poly aluminium chloride (PAC) dengan aluminium sulfat terhadap penurunan total suspended solid (TSS) pada settling pond di PT Multi Harapan. *Jurnal Teknologi Mineral FT Unmul*, 5(1), 43–50.
- Wa Atima. (2015). BOD dan COD sebagai parameter pencemaran air dan baku mutu air limbah. *Jurnal Biology Science & Education*, 4(1).
- Widyaningsih, T. (2023). Pengolahan limbah cair laundry dengan menggunakan bahan koagulan tawas menjadi air bersih dengan biaya rendah. *Jurnal Pendidikan Indonesia: Teori, Penelitian, dan Inovasi*, 3(6).