

APLIKASI BIJI ASAM JAWA (TAMARINDUS INDICA) SEBAGAI KOAGULAN ALAMI UNTUK MENJERNIHKAN AIR LIMBAH INDUSTRI KIMIA TEKSTIL

Harini Agusta¹, Yeti Widyawati², Nani Kurniawati³, Tri Surawan⁴, Rudi Yulianto⁵, Ahmad Dahlan⁶
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Jayabaya, Indonesia
Email: agustaharini@gmail.com

ABSTRAK

kata kunci:

biji asam jawa,
koagulasi, flokulasi,
COD, TSS

keywords:

tamarind seeds,
coagulation,
floculation, COD, TSS

Pencemaran air akibat limbah industri kimia tekstil merupakan masalah yang sering terjadi di negara-negara berkembang, salah satunya Indonesia. Industri tekstil biasanya menghasilkan limbah cair yang berwarna pekat. Beberapa tahapan metode yang dapat digunakan untuk menangani limbah industri kimia tekstil adalah koagulasi-flokulasi, presipitasi, elektroflotasi, dan adsorbs. Pada proses koagulasi dibutuhkan koagulan, yaitu suatu zat yang prinsip kerjanya mendestabilisasi partikel tersuspensi dan memperbesar pembentukan flok. Setelah koagulan dimasukkan ke dalam air, koloid dalam air berkumpul dan tumbuh lebih besar sehingga dapat mengendap di bagian bawah dan dapat dipisahkan. Koagulan pada umumnya berasal dari bahan kimia seperti Alum ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$) dan sebagainya. Dalam penelitian ini digunakan koagulan alami biji asam yang telah diketahui mengandung protein cukup tinggi. Pembuatan biokoagulan biji asam mula-mula dilakukan dengan cara maserasi dari serbuk biji asam dengan pelarut air. Koagulan serbuk biji asam dibuat dalam variasi dosis 1gr, 2gr, 3gr, 4gr, dan 5gr yang dimasukkan ke dalam 500ml air limbah industri kimia tekstil. Pengadukkan cepat dilakukan selama 3 menit 125rpm. Dan pengadukkan lambat dilakukan dengan variasi 10rpm, 20rpm, dan 30rpm. Setelah dilakukan pengendapan, hasil analisa menunjukkan dosis optimum pada penambahan koagulan 4gr dengan variasi pengadukkan cepat 30rpm selama 30 menit mampu menurunkan nilai TSS awal 920mg/l turun menjadi 250,77 mg/l dan Nilai COD awal 5223 mg/l turun menjadi 2404,4 mg/l.

Water pollution caused by textile chemical industry waste is a common issue in developing countries, including Indonesia. Textile industries typically produce dark-colored liquid waste. Several treatment methods can be used to address textile chemical industry waste, including coagulation-flocculation, precipitation, electroflotation, and adsorption. In the coagulation process, a coagulant is required, which is a substance that works by destabilizing suspended particles and enhancing floc formation. Once the coagulant is added to the water, colloids in the water aggregate and grow larger, allowing them to settle at the bottom and be separated. Common coagulants are chemicals such as alum ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$), among others. In this study, a natural coagulant derived from tamarind seed, known to contain high protein levels, was used. The production of tamarind seed biocoagulant was initially done by macerating tamarind seed powder with a water solvent. In this study, tamarind seed powder coagulant was prepared in dosage variations of 1g, 2g, 3g, 4g, and 5g, which were added to 500 ml of textile chemical industry wastewater. Rapid stirring was conducted for 3 minutes at 125 rpm, followed by slow stirring with variations of 10 rpm, 20 rpm, and 30 rpm. After sedimentation, the analysis results indicated an optimal dosage of 4g with a rapid stirring variation of 30

rpm, reducing the initial TSS value from 920 mg/L to 250,77 mg/L and the initial COD from 5223mg/L to 2404,4 mg/L.

*Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC BY-SA](#).
This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.*

PENDAHULUAN

Pencemaran air akibat limbah Industri Kimia Tekstil merupakan masalah yang sering terjadi di negara negara berkembang, salah satunya Indonesia (Pangestu, 2018). Jika dibandingkan dengan negara-negara di Asia Tenggara lainnya, Indonesia merupakan salah satu negara dengan beban air limbah industri tekstil terbesar (Lolo & Pambudi, 2020). Industri tekstil biasanya menghasilkan limbah cair yang berwarna pekat serta mengandung TSS (Total Suspended Solid), COD (chemical oxygen demand), BOD, pH, temperatur, turbiditas, salinitas, dan bahan kimia toksik yang tinggi dan berfluktuasi. Air limbah tersebut menimbulkan dampak negatif, baik langsung maupun tidak langsung, apabila dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan (Anggorowati, 2021). Karena limbah tersebut mengandung berbagai zat berbahaya termasuk zat warna dan logam berat seperti krom (Cr) dan timbal (Pb) (Komarawidjaja, 2016).

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menangani limbah Industri Kimia Tekstil adalah koagulasi-flokulasi, presipitasi, elektroflotasi dan adsorpsi. Metode koagulasi-flokulasi adalah metode pengolahan limbah cair yang bertujuan untuk mengurangi zat pencemar dan partikel koloid dalam suatu limbah cair. Terdapat tiga tahap pembentukan flok dalam proses koagulasi-flokulasi, mencakup tahap destabilisasi, tahap pembentukan mikrofilik, serta tahap pembentukan makrofilik (Riadi et al., 2014). Koagulasi merupakan proses penurunan kekeruhan dan material pada air berupa partikel-partikel koloidal (berukuran 1-200 milimikron) seperti alga, bakteri, zat organik anorganik dan partikel lempung. Pengertian lain dari koagulasi adalah metode untuk menghilangkan bahan-bahan pencemar dalam bentuk koloid dengan penambahan koagulan dan pengadukan yang cepat. Proses ini bertujuan untuk menetralkan atau mengurangi muatan negatif pada partikel. Koagulasi partikel-partikel koloid akan saling menarik dan menggumpal membentuk mikroflo. Gumpalan kecil yang telah terbentuk akan saling bergabung menjadi partikel flokulan (makroflo) dengan pengadukan yang lambat, proses ini disebut flokulasi (Mayasari & Hastarina, 2018).

Pada proses koagulasi dibutuhkan koagulan, yaitu suatu zat yang prinsip kerjanya mendestabilisasi partikel tersuspensi (koloid) (Elpani et al., 2019) 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 (Kristijarti et al., 2013). Koagulan pada umumnya berasal dari bahan kimia, yang sering disebut sebagai koagulan kimiawi misalnya, alum ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$), garam besi ferric chloride ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$), ferric sulfate ($Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$), ferrous sulfate ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), poly aluminum chloride (PAC) ($Al_n(OH)_mCl_{3n-m}$), Sodium Aluminate ($NaAlO_2$) (Yargeau, 2012). Namun demikian terdapat kelemahan dalam penggunaan koagulan kimiawi ini karena ion aluminium yang terdapat dalam koagulan kimiawi ini jika masuk ke dalam tubuh manusia melebihi nilai ambang batas (NAB) dapat menyebabkan beberapa efek samping khususnya bagi kesehatan manusia antara lain sembelit usus, kehilangan ingatan, kejang perut, kehilangan energi dan kesulitan konsentrasi (Saravanan et al., 2017). Oleh sebab itu saat ini dikembangkan koagulan yang bersifat alami dan mudah ditemukan.

Koagulan alami yang berasal dari tanaman mengandung bahan aktif berupa polifenol, polisakarida, dan protein. Bahan aktif berupa protein paling banyak digunakan karena hanya membutuhkan perlakuan yang sederhana (Islam et al., 2023). Dalam penelitian ini digunakan serbuk biji asam jawa sebagai koagulan, karena biji asam mengandung protein yang cukup tinggi. Kandungan protein gugus NH_3^+ pada biji asam jawa mampu menyatukan molekul koloid agar molekul tersebut tidak stabil kemudian memperoleh diameter yang lebih besar dan dapat mengendap (Kristianto et al., 2018).

Tahap awal dari penelitian ini adalah mempersiapkan serbuk biji asam jawa sebagai koagulan dengan proses maserasi. Maserasi merupakan salah satu metode ekstraksi yang paling umum dilakukan dengan cara memasukkan serbuk tanaman dan pelarut yang sesuai ke dalam suatu wadah inert yang ditutup rapat pada suhu kamar. Akan tetapi, ada pula kerugian utama dari metode maserasi ini, yaitu dapat memakan banyak waktu, pelarut yang digunakan cukup banyak, dan besar kemungkinan beberapa senyawa dapat hilang. Selain itu, beberapa senyawa mungkin saja akan sulit diekstraksi pada suhu kamar. Namun di sisi lain, metode maserasi dapat juga menghindari resiko rusaknya senyawa-senyawa dalam tanaman yang bersifat termolabil (Hendrawati et al., 2013).

Selanjutnya dilakukan proses koagulasi dan flokulasi untuk sampel air limbah industri tekstil. Dengan variasi dosis koagulan yang dipakai dalam penelitian ini adalah 1g, 2g, 3g, 4g, dan 5g dengan ukuran partikel 100 mesh pada 500 ml sample air limbah. Sampel diaduk cepat selama 3 menit (125 rpm) dan pengadukan

lambat selama 30 menit dengan variasi 10, 20, 30 rpm. Setelah pengadukan, sampel diendapkan selama 120 menit. Kemudian hasil diambil dan dilakukan pengukuran COD dan TSS (Royani et al., 2021).

COD adalah kebutuhan oksigen kimia untuk mengurai seluruh bahan organik yang terdapat dalam limbah cair. Apabila kandungan senyawa organik maupun anorganik cukup besar, maka oksigen terlarut di dalam air menjadi nol, sehingga ikan-ikan, tumbuhan air dan hewan air lainnya yang membutuhkan oksigen tidak memungkinkan hidup pada perairan tersebut (Tetti, 2014).

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

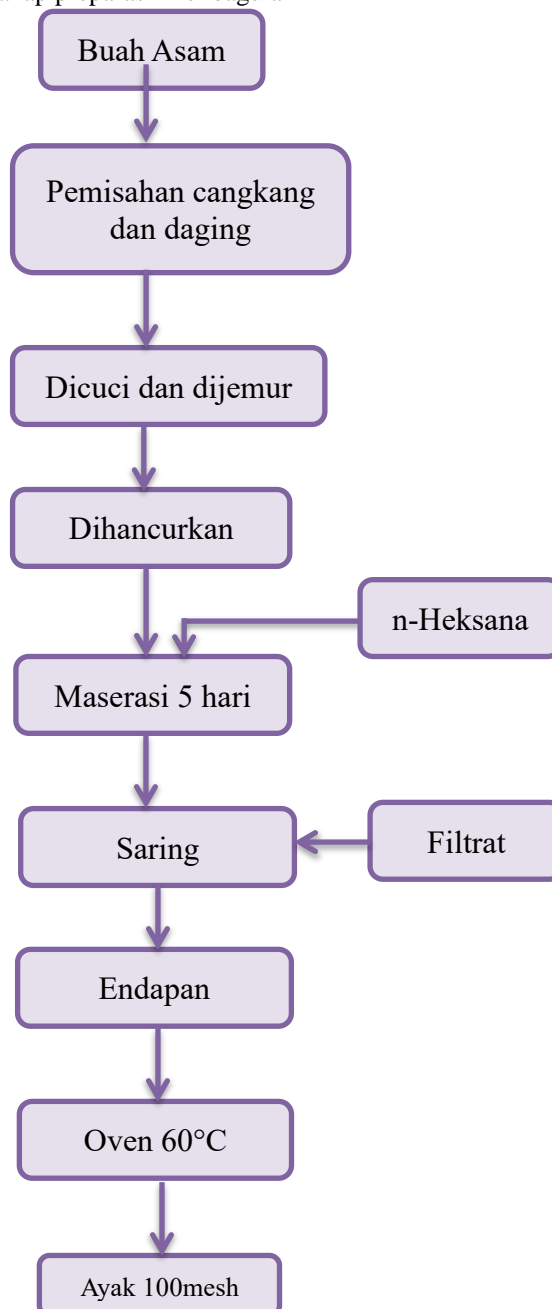
Alat :

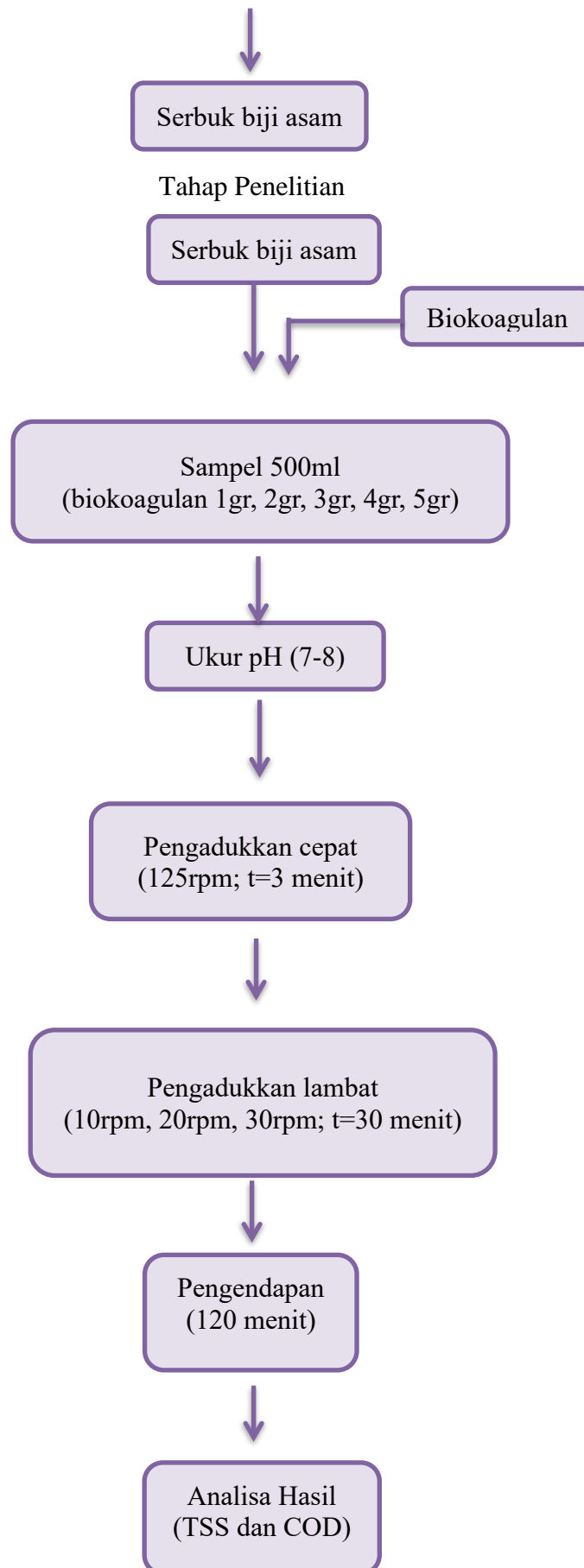
Blender, Alat pengaduk magnetic, pH meter, Spektrofotometri, Oven, Ayakan 100 mesh, Neraca analitik, Kertas saring, dan Beaker glass.

Bahan :

Biji Asam Jawa, n-Heksana, Akuades, dan Sampel air limbah kimia tekstil

Diagram Alir Penelitian
Tahap preparasi Biokoagulan

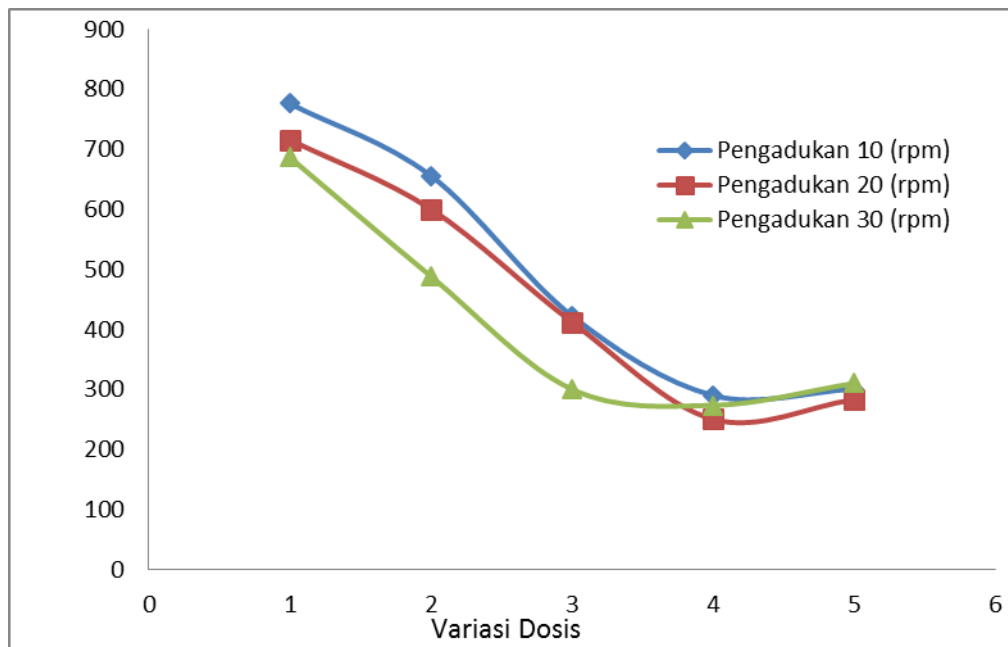




HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Perbandingan Variasi Dosis Koagulan terhadap Nilai TSS

Pengadukan (rpm)	Variasi Dosis (gram)	Nilai TSS (mg/L)			Rata- rata
		Sample	Sample	Sample	
		I	II	III	
10	1	737.39	783.962	807.248	776.2
	2	623.2	662.56	682.24	656
	3	401.66	427.028	439.712	422.8
	4	275.785	293.203	301.912	290.3
	5	285.855	303.909	312.936	300.9
20	1	680.2	723.16	744.64	716
	2	570.57	606.606	624.624	600.6
	3	391.97	416.726	429.104	412.6
	4	238.2315	253.2777	260.8008	250.77
	5	269.135	286.133	294.632	283.3
30	1	652.27	693.466	714.064	686.6
	2	464.36	493.688	508.352	488.8
	3	285.57	303.606	312.624	300.6
	4	260.11	276.538	284.752	273.8
	5	294.69	313.302	322.608	310.2

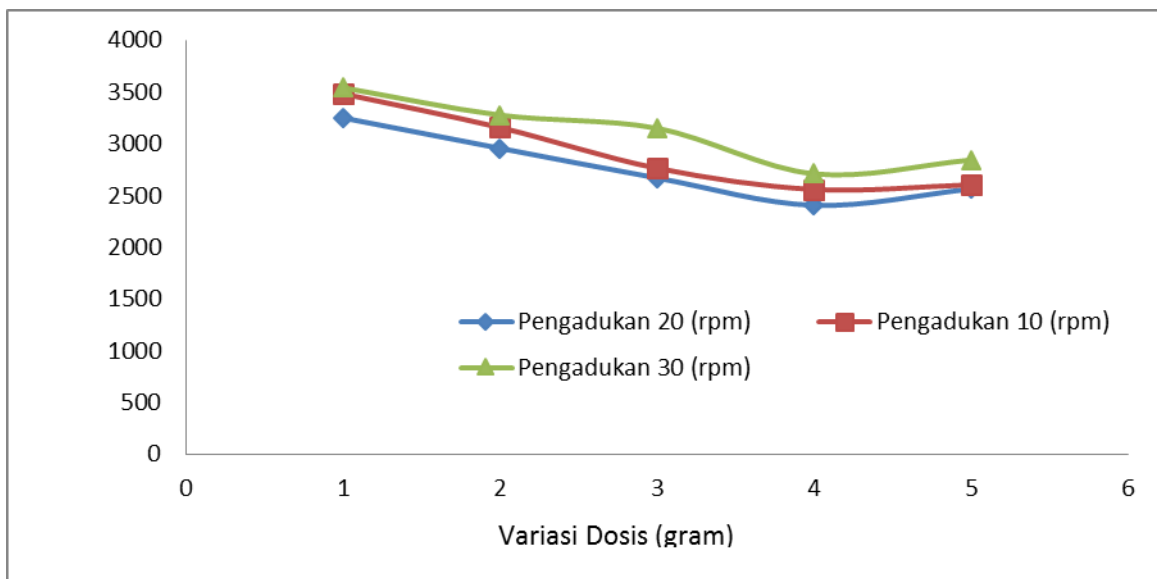


Gambar 1. Variasi Dosis Koagulan vs Nilai TSS

Dari grafik 1 terlihat dengan pengadukan lambat 20 rpm selama 30 menit dengan variasi dosis biokoagulan 4 gram dapat menurunkan nilai TSS dari awal 920 mg/l menjadi 250,77 mg/l. Hal ini membuktikan bahwa gugus protein biokoagulan asam dapat menyatukan koloid menjadi gumpalan besar yang dapat mengendap. Pengadukan yang lebih cepat (30 rpm) diperoleh hasil TSS yang lebih tinggi, hal ini dikarenakan gumpalan yang terbentuk dapat terganggu atau larut kembali sehingga hasilnya tidak maksimal.

Tabel 2. Perbandingan Variasi Dosis Koagulan terhadap Nilai COD

Pengadukan	Variasi Dosis (gram)	Nilai COD (mg/L)			Rata-rata
		Sample I	Sample II	Sample III	
10	1	3360.516	3569.46	3517.224	3482.4
	2	3045.54	3234.9	3187.56	3156
	3	2666.102	2831.87	2790.428	2762.8
	4	2468.084	2621.54	2583.176	2557.6
	5	2512.86	2669.1	2630.04	2604
20	1	3135.285	3330.225	3281.49	3249
	2	2852.54	3029.9	2985.56	2956
	3	2575.006	2735.11	2695.084	2668.4
	4	2320.246	2464.51	2428.444	2404.4
	5	2472.909	2626.665	2588.226	2562.6
30	1	3417.065	3629.525	3576.41	3541
	2	3161.34	3357.9	3308.76	3276
	3	3038.206	3227.11	3179.884	3148.4
	4	2613.992	2776.52	2735.888	2708.8
	5	2743.109	2913.665	2871.026	2842.6

**Gambar 2.** Variasi Dosis Koagulan vs Nilai COD

Dari grafik 2 diperoleh Nilai COD terendah pada kondisi variasi dosis 4 gram dan kecepatan pengadukan 30 rpm mampu menurunkan Nilai COD awal 5223 mg/l menjadi 2404,4 mg/l. Hal ini membuktikan bahwa asam amino pada kandungan protein yang terdapat pada serbuk biji asam mampu berperan sebagai polielektrolit yang dapat mengikat partikel koloid organik dan anorganik menjadi gumpalan yang lebih besar sehingga dapat diendapkan. Pengadukan dengan kecepatan lebih tinggi menjadi tidak efektif karena terganggunya proses penggumpalan.

KESIMPULAN

Kondisi optimum penurunan Nilai TSS diperoleh pada pengadukan cepat 125 rpm selama 3 menit dan penambahan biokoagulan serbuk biji asam 4gram dengan pengadukan lambat 30 rpm selama 30 menit dan

lama pengendapan 120 menit, diperoleh penurunan Nilai TSS dari 920 mg/l menjadi 250,77 mg/l, tingkat efektifitas 72,74%. Kondisi optimum penurunan Nilai COD pada pengadukan cepat 125 rpm selama 3 menit dan penambahan biokoagulan serbuk biji asam 4 gram dengan pengadukan lambat 30 rpm selama 30 menit dan lama pengendapan 120 menit, diperoleh Nilai penurunan COD dari 5223 mg/l menjadi 2404,4mg/l, tingkat efektifitas 53,96%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggorowati, A. A. (2021). Serbuk biji buah semangka dan pepaya sebagai koagulan alami dalam penjernihan air. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)* 9.
- Elpani, S. E., Gunawan, M. J., Aviventi, E., & Sabila, R. A. (2019). Utilization of Natural Coagulant Substance (Tamarind and Winged Bean Seed) on the Quality of Tofu Wastewater in Muntilan, Magelang. *Indonesian Journal of Chemistry and Environment*, 2(1), 25–32.
- Hendrawati, H., Syamsumarsih, D., & Nurhasni, N. (2013). Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.) dan Biji Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* L.) Sebagai Koagulan Alami Dalam Perbaikan Kualitas Air Tanah. *Jurnal Kimia VALENSI*, 3, 108081.
- Islam, M. A., Omi, S. M. A., & Bari, M. N. (2023). Effect of Natural Coagulants on the Treatment of Municipal Wastewater. *American Journal of Environmental Science and Engineering*, 7(2), 41–50.
- Komarawidjaja, W. (2016). Sebaran limbah cair industri tekstil dan dampaknya di beberapa Desa Kecamatan Rancaekek Kabupaten Bandung. *Jurnal Teknologi Lingkungan BPPT*, 17(2), 118–125.
- Kristianto, H., Kurniawan, M. A., & Soetedjo, J. N. M. (2018). Utilization of papaya seeds as natural coagulant for synthetic textile coloring agent wastewater treatment. *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol*, 8, 2071–2077.
- Kristijarti, A. P., Suharto, I., & Marieanna, M. (2013). Penentuan jenis koagulan dan dosis optimum untuk meningkatkan efisiensi sedimentasi dalam instalasi pengolahan air limbah pabrik jamu X. *Research Report-Engineering Science*, 2.
- Lolo, E. U., & Pambudi, Y. S. (2020). Penurunan Parameter Pencemar Limbah Cair Industri Tekstil Secara Koagulasi Flokulasi (Studi Kasus: IPAL Kampung Batik Laweyan, Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia). *Jurnal Serambi Engineering*, 5(3).
- Mayasari, R., & Hastarina, M. (2018). Optimalisasi dosis koagulan aluminium sulfat dan poli aluminium klorida (Pac)(studi kasus pdam Tirta Musi Palembang). *Integrasi: Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 3(2), 28–36.
- Pangestu, I. A. (2018). Dampak pencemaran lingkungan akibat limbah industri (studi kasus kawasan industri perusahaan tekstil milik asing di Sungai Citarum)(Undergraduate paper, Universitas Padjajaran, Bandung).
- Riadi, L., Ferydhiwati, W., & Loeman, L. D. S. (2014). Pengolahan Primer Limbah Tekstil Dengan Elektrokoagulasi. *Reaktor*, 15(2), 73–78.
- Royani, S., Fitriana, A. S., Enarga, A. B. P., & Bagaskara, H. Z. (2021). Kajian COD dan BOD dalam air di lingkungan tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah Kaliori Kabupaten Banyumas. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 13(1), 40–49.
- Saravanan, J., Priyadharshini, D., Soundammal, A., Sudha, G., & Suriyakala, K. (2017). Wastewater treatment using natural coagulants. *SSRG International Journal of Civil Engineering*, 4(3), 40–42.
- Tetti, M. (2014). Ekstraksi, pemisahan senyawa, dan identifikasi senyawa aktif. *Jurnal Kesehatan*, 7(2).
- Yargeau, V. (2012). Water and wastewater treatment: chemical processes. In *Metropolitan Sustainability* (pp. 390–405). Elsevier.