

PENGARUH PENAMBAHAN KOAGULAN BIJI ASAM JAWA DAN BIJI PEPAYA TERHADAP NILAI *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD), *DISSOLVED OXYGEN* (DO) DAN pH LIMBAH KOMUNAL PT.KIMA

Sariwahyuni^{a,*}, Dwi Setyorini^a, Kaerunnisa Nur Jaelani^a

^aProgram Studi Teknik Kimia Mineral, Politeknik ATI Makassar

Jl. Sunu, No. 220 Makassar, Sulawesi Selatan, 90211

*E-mail: sari.wahyuni@atim.ac.id

Masuk Tanggal : 1 Oktober, revisi tanggal: 29 November, diterima untuk diterbitkan tanggal: 31 Desember 2024

Abstrak

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT Kima Makassar bertanggung jawab dalam pengolahan air limbah kawasan industri yang dikelola PT. Kima. Tingginya volume limbah yang diolah dengan nilai COD, DO dan pH yang tidak sesuai dengan baku mutu lingkungan memerlukan alternatif pengolahan yang dapat mengurangi beban kinerja IPAL. Penggunaan koagulan alami dalam proses pengolahan air limbah merupakan salah satu alternatif yang dapat dilakukan. Koagulan alami memiliki sifat yang biodegradable, ramah lingkungan, aman terhadap kesehatan manusia dan ekonomis. Alternatif koagulan alami yang dapat digunakan adalah biji asam jawa dan biji pepaya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan koagulan biji asam jawa dan biji pepaya terhadap nilai COD, DO dan pH limbah komunal PT. KIMA. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa penambahan koagulan biji asam jawa dan biji pepaya berpengaruh terhadap penurunan nilai COD dan pH serta peningkatan nilai DO. Perlakuan terbaik diperoleh pada dosis koagulan 1:3, dimana nilai COD sebesar 21.04 mg/L dan nilai DO sebesar 3.84 mg/L. Sedangkan untuk pH, hasil terbaik ditunjukkan pada perlakuan 1 vs 4 dengan pH 7,01. Nilai BOD, DO dan pH ini telah memenuhi baku mutu air berdasarkan Peraturan Gubernur Sulawesi Selatan Nomor 69 Tahun 2020 dan kebijakan yang diprasyaratkan oleh PT. KIMA.

Kata Kunci: Limbah Komunal, Koagulan, Biji Asam jawa, Biji pepaya

Abstract

The Waste Water Treatment Plant (IPAL) PT Kima Makassar is responsible for processing waste water from industrial areas managed by PT. Kima. The high volume of treated waste with COD, DO and pH values that do not comply with environmental quality standards requires processing alternatives that can reduce the burden on IPAL performance. The use of natural coagulants in the waste water treatment process is one alternative that can be done. Natural coagulants are biodegradable, environmentally friendly, safe for human health and economical. Alternative natural coagulants that can be used are tamarind seeds and papaya seeds. The aim of this research is to determine the effect of adding coagulant tamarind seeds and papaya seeds on the COD and DO values of communal waste. PT KIMA. The results of the study showed that the addition of tamarind seed coagulant and papaya seed had an effect on decreasing COD and pH values and increasing DO values. The best treatment was obtained at a 1:3 coagulant dose, where the COD value was 21.04 mg/L and the DO value was 3.84 mg/L. As for pH, the best results were shown in the 1 vs 4 treatment with a pH of 7.01. These BOD, DO and pH values have met water quality standards based on the Governor of South Sulawesi Regulation Number 69 of 2020 and the policies required by PT. KIMA.

Keywords: Communal Waste, Coagulant, Tamarind seeds, Papaya Seeds

1. PENDAHULUAN

Instalasi pengolahan Air Limbah (IPAL) PT. KIMA bertanggung jawab atas proses penghilangan zat/bahan kontaminan dari air limbah baik limbah buangan (*effluent*) industri maupun domestik yang diproduksi dari seluruh aktivitas PT KIMA.

Proses pengolahan limbah pada IPAL PT. KIMA dilakukan secara fisika - biologis. Pengolahan secara fisika dilakukan dengan metode penyaringan dan sedimentasi, sedangkan biologi dengan metode aerasi. Peningkatan volume limbah yang terus terjadi karena adanya penambahan aktivitas industri atau bertambahnya jumlah industri di kawasan PT. KIMA sehingga perlu dilakukan pengembangan metode pengolahan limbah. Pengolahan secara kimiawi dengan penambahan koagulan belum dilakukan pada IPAL PT. KIMA. Pilihan koagulan yang dapat digunakan dapat berupa bahan alami ataupun bahan kimia. Penggunaan koagulan alami lebih aman digunakan daripada koagulan kimia. Koagulan kimia seperti *Poly Aluminium Chloride* (PAC) lebih praktis dalam pengaplikasiannya, namun penggunaan bahan tersebut dalam jumlah yang besar akan menghasilkan limbah lumpur yang sulit didegradasi yang memberikan dampak negatif terhadap lingkungan, memiliki efek toksik apabila masuk ke dalam tubuh manusia dan harganya relatif mahal [1].

Menyikapi permasalahan yang ditimbulkan oleh koagulan kimia maka perlu dikembangkan pemanfaatan bahan alami sebagai koagulan. Koagulan alami memiliki beberapa keuntungan diantaranya bersifat biodegradable, ramah lingkungan, aman terhadap kesehatan manusia dan lebih ekonomis. Koagulan alami dapat dijumpai dengan mudah karena dapat diambil dari bahan lokal berupa biji tumbuhan.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan koagulan alami dapat menjadi alternatif yang ramah lingkungan dalam pengolahan limbah, seperti yang ditunjukkan oleh Novita et al. [2] yang mengeksplorasi potensi biji asam jawa dalam mengurangi COD pada limbah industri kopi. Penelitian ini juga sejalan dengan studi oleh Hosseini [3] yang menekankan pentingnya pemilihan koagulan yang tepat untuk mengurangi parameter pencemar dalam limbah.

Salah satu bahan alami yang mampu digunakan sebagai koagulan adalah biji asam jawa dan biji pepaya. Biji pepaya berpotensi menjadi koagulan alami karena kandungan senyawa tanin dan protein (*polielektrolit*) yang terdapat dalam biji pepaya sehingga biji pepaya dapat berperan sebagai koagulan [4]. Sama halnya dengan biji asam jawa, yang digunakan sebagai koagulan

dapat menurunkan COD sebesar 81,72%, meningkatkan DO sebesar 53,85% [5] dan biji pepaya mampu menurunkan COD dengan persentase penurunan 61% [6].

Penelitian yang secara spesifik membandingkan efektivitas biji asam jawa dan biji pepaya dalam pengolahan limbah komunal, terutama dalam konteks COD dan DO. Meskipun ada beberapa penelitian yang membahas penggunaan koagulan alami dalam konteks yang berbeda, seperti penelitian oleh Ibrahim et al [7] yang menggunakan kitosan dan karagenan dalam sistem *microbial fuel cell* atau studi oleh Aras dan Asriani [8] yang meneliti biji kelor. Penelitian yang secara langsung membandingkan kedua jenis koagulan alami ini dalam konteks limbah komunal PT. KIMA belum pernah dilakukan.

State of the art dalam penggunaan koagulan alami menunjukkan bahwa penelitian terbaru semakin mengarah pada pemanfaatan bahan-bahan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Misalnya, penelitian yang dilakukan oleh Gnanavelu et al. [9] tentang pentingnya pengukuran COD dalam limbah industri untuk menilai beban pencemar. Selain itu, penelitian oleh Rahimah et al. [10] menunjukkan bahwa metode koagulasi-flokulasi dapat secara signifikan menurunkan COD dan BOD dalam limbah detergen. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan koagulan alami seperti biji asam jawa dan biji pepaya dapat menjadi solusi yang efektif untuk mengatasi masalah pencemaran air.

Penelitian ini sangat penting mengingat dampak negatif dari limbah komunal terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat. Dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya pengelolaan limbah yang berkelanjutan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan teknologi pengolahan limbah yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Penelitian ini juga berpotensi untuk memberikan wawasan baru tentang penggunaan koagulan alami dalam pengolahan limbah, yang dapat diadopsi oleh industri lain. *Novelty* dari penelitian ini terletak pada pendekatan yang menggabungkan dua jenis koagulan alami, yaitu biji asam jawa dan biji pepaya, serta analisis yang mendalam terhadap pengaruhnya terhadap COD dan DO limbah komunal. Dengan membandingkan kedua koagulan ini, penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang lebih baik untuk pengelolaan limbah komunal di PT. KIMA dan mungkin juga di industri lain yang menghadapi masalah serupa.

2. PROSEDUR PERCOBAAN

Penelitian ini dimulai dengan penyiapan koagulan dari biji asam jawa dan biji pepaya. Koagulan alami ini dikeringkan dengan oven pada suhu 65°C selama 24 jam. Pengeringan ini dilakukan untuk memudahkan proses pengecilan ukuran sampai 100 mesh. Koagulan alami ini ditimbang dengan perbandingan 1vs1, 1vs 2, 1 vs 3 dan 1 vs 4 dengan berat total masing-masing perbandingan 2 gram.

Sampel limbah cair yang berasal dari IPAL PT.KIMA disiapkan sebanyak 5 gelas kimia yang berisi masing-masing 1000 mL sampel. Koagulan yang sudah disiapkan dimasukkan ke dalam sampel limbah lalu dilakukan proses koagulasi-flokulasi dengan pengadukan cepat 120 rpm selama 1 menit, dilanjutkan dengan pengadukan lambat 30 rpm selama 20 menit. Setelah itu diendapkan selama 60 menit. Kemudian disaring menggunakan kertas saring, dan dilanjutkan dengan pengujian COD berdasarkan SNI 06-

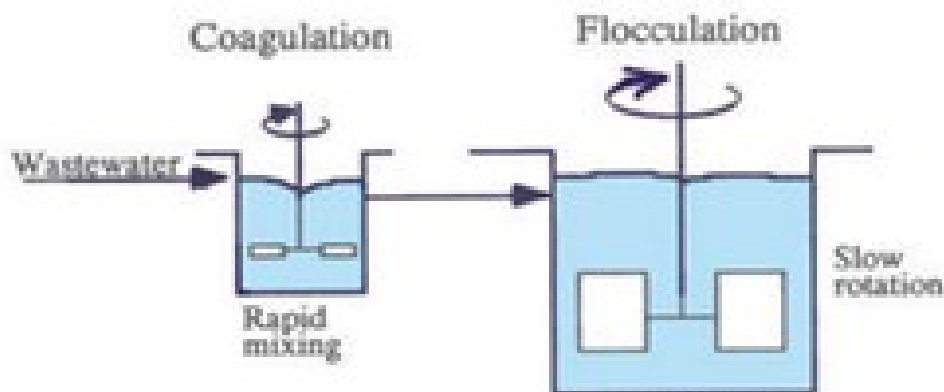
6989.15-2004 dan DO berdasarkan SNI 06-6989.14- 2004 pada masing-masing gelas kimia dan dicatat hasil pengukurannya.

$$COD \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{(A-B)(N)(8000)}{V_{contoh\ uji} (mL)} \quad (1)$$

dimana A adalah volume larutan FAS untuk blangko (mL), B adalah volume larutan FAS untuk sampel (mL), N adalah normalitas FAS, 8000 adalah berat mili ekuivalen x 1000 mL/ sampel.

$$Oksigen\ terlarut \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{V \times N \times 8000 \times F}{V_{contoh\ uji} (mL)} \quad (2)$$

Dimana V adalah volume titrant $Na_2S_2O_3$ (mL), N adalah normalitas $Na_2S_2O_3$, F adalah faktor (volume botol dibagi volume sampel dikurangi volume pereaksi $MnSO_4$ dan alkali iodide azida)

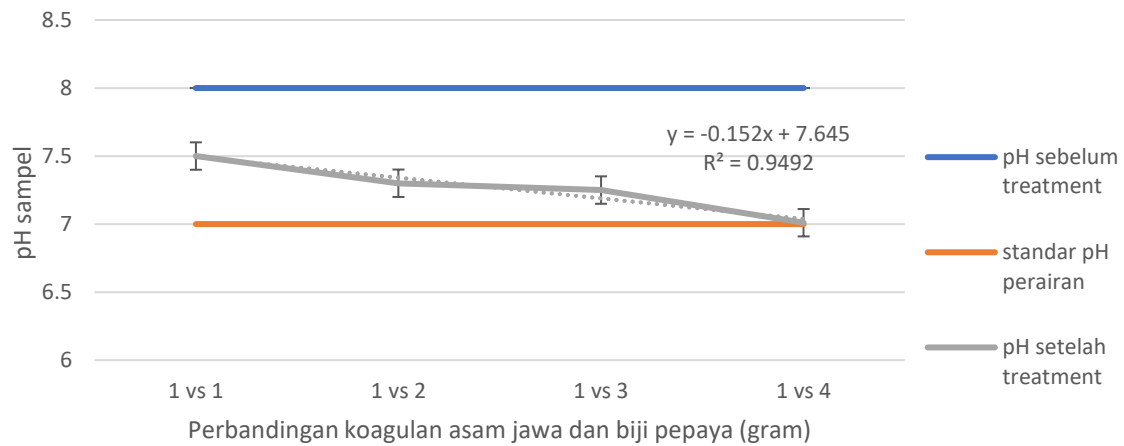


Gambar 1. Rangkaian alat koagulasi dan flokulasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Biji asam jawa dan biji pepaya berpengaruh terhadap nilai COD, DO, dan pH. Nilai pH awal pada limbah komunal KIMA adalah pH 8, maka jumlah biji pepaya yang ditambahkan lebih banyak dari pada biji asam jawa karena biji pepaya lebih efektif bekerja pada keadaan basa. pH

terbaik ditunjukkan pada perlakuan 1 vs 4 dengan nilai pH 7.01. Penurunan pH terjadi karena biji pepaya mengandung enzim proteolitik seperti papain, yang dapat memecah senyawa organik yang terdapat pada air limbah [11].

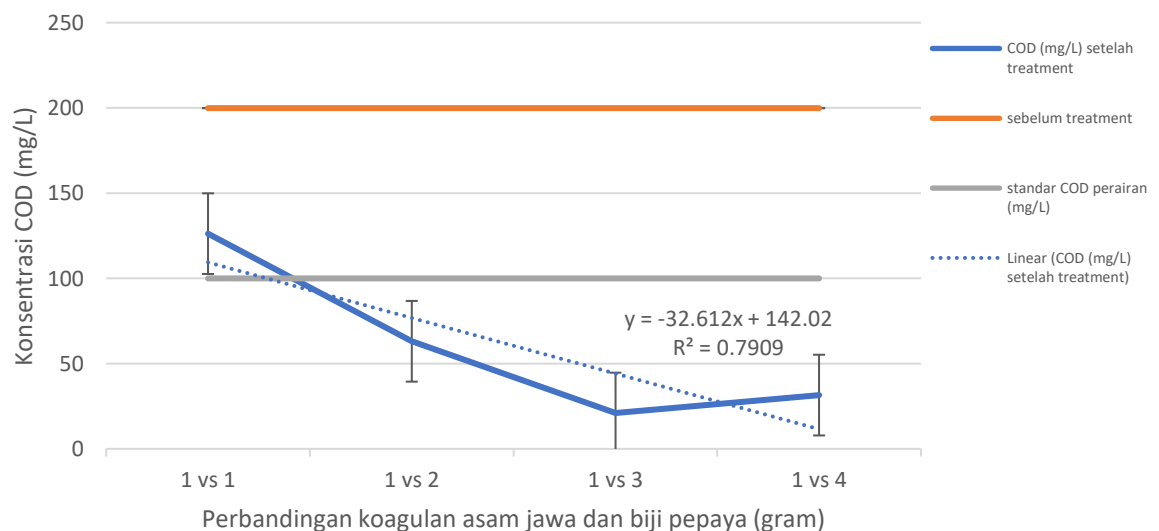


Gambar 2. Nilai pH pada perlakuan koagulan yang berbeda

Gambar 2 menunjukkan telah terjadi penurunan nilai pH seiring dengan bertambahnya rasio koagulan yang diberikan. penurunan pH terjadi karena keberadaan *polielektrolit kationik* (H^+) yang terdapat dalam koagulan [4]. Biji asam jawa mengandung senyawa fenolik dan karbohidrat yang dapat berfungsi sebagai agen pengikat dalam proses koagulasi. Senyawa fenolik ini tidak hanya berkontribusi pada penurunan pH, tetapi juga memiliki sifat antioksidan yang dapat membantu dalam mengurangi kontaminan dalam air limbah [12].

Persamaan regresi yang diperoleh $y = -0.152x + 7.645$ dengan nilai $R^2 = 0.9492$. Nilai koefisien regresi ini menunjukkan bahwa koagulan yang digunakan dapat menurunkan nilai pH.

Penurunan pH yang terjadi memberikan pengaruh terhadap penurunan nilai COD. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 3.



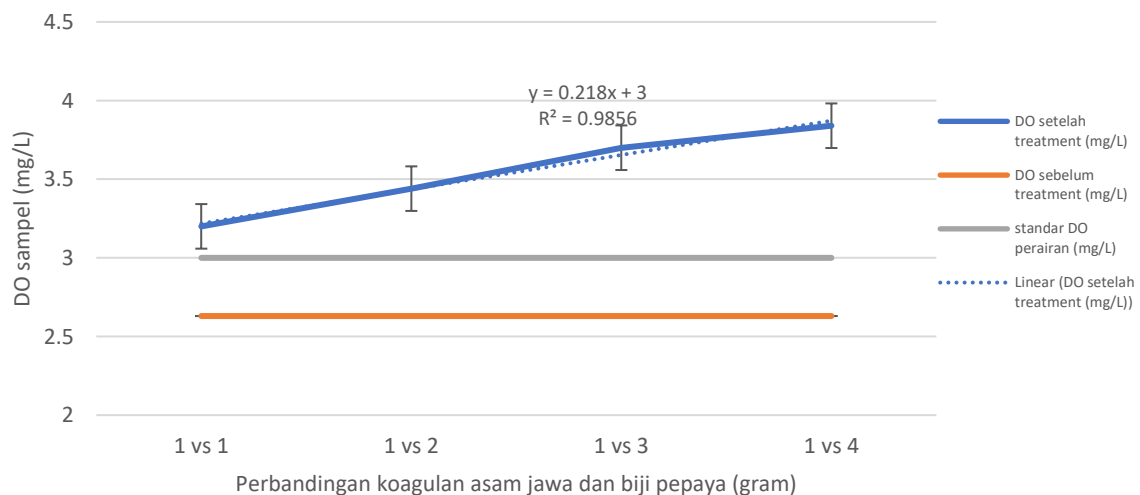
Gambar 3. Nilai COD pada perlakuan koagulan yang berbeda

Analisis data berdasarkan nilai COD yang diperoleh memperlihatkan persamaan regresi $y = -32.612x + 142.02$ dengan nilai koefisien regresi $R^2 = 0.7909$. Nilai koefisien regresi ini menunjukkan bahwa koagulan yang digunakan dapat menurunkan nilai COD. Hasil analisis COD terendah diperoleh pada perlakuan 1 vs 3 dengan

nilai 21,04 mg/L. Hasil COD yang diperoleh ini sejalan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh HM & Setiawati [13] bahwa penurunan COD yang terjadi pada limbah dapat disebabkan oleh kandungan protein dan tanin pada koagulan yang dapat mengikat bahan organik dan partikel pada air limbah, hal ini sejalan

dengan hasil yang diperoleh, dimana. Peningkatan nilai COD pada perlakuan 1vs 4 terjadi karena terdapat partikel koagulan yang tidak berinteraksi dengan partikel organik limbah dalam membentuk flok. Prinsip dasar proses koagulasi ialah terjadinya gaya tarik-menarik antara ion-ion negatif di suatu pihak dengan ion-ion positif di lain pihak yang dimana partikel-partikel yang terdiri dari zat-zat organik (partikel koloid) bertindak sebagai ion negatif dan koagulan bermuatan positif serta limbah cair industri yang

menjadi sampel bermuatan negatif membentuk mikroflok. Proses tersebut kemudian dilanjutkan dengan flokulasi, dimana mikroflok yang telah terbentuk kemudian akan saling menggumpalkan sehingga membentuk flok-flok dengan ukuran lebih besar (makroflok). Proses ini dibantu dengan pengadukan lambat [14]. Penambahan dosis koagulan yang berlebihan pada air limbah dapat menyebabkan kejenuhan pada air limbah sehingga menyebabkan flok-flok yang akan direduksi sudah habis [4]



Gambar 4. Nilai DO pada perlakuan koagulan yang berbeda.

Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin tinggi rasio dosis antara koagulan biji asam jawa dan biji pepaya yang ditambahkan, maka efektivitas kenaikan DO semakin meningkat dari nilai DO awal limbah cair. Hasil persamaan regresi yang diperoleh yaitu $y = 0.218x + 3$, dengan nilai koefisien regresi $R^2 = 0.9856$ artinya perlakuan yang diberikan layak untuk digunakan. Nilai DO tertinggi diperoleh pada perlakuan 1 vs 3 yaitu 3,84 mg/L. Kandungan tanin dan protein yang terdapat pada koagulan dapat mengikat bahan organik sehingga membentuk flok. akibatnya proses dekomposisi yang membutuhkan oksigen tidak terjadi. Hal tersebut mempengaruhi peningkatan nilai DO [15]. Semakin tinggi nilai DO maka semakin kecil tingkat pencemaran air dan nilai COD menurun, sebaliknya semakin tinggi tingkat pencemaran air maka nilai COD tinggi dan nilai DO semakin kecil [6].

4. KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah penambahan koagulan biji asam jawa dan biji pepaya berpengaruh terhadap penurunan nilai COD dan pH serta peningkatan nilai DO. Perlakuan terbaik diperoleh pada dosis koagulan 1:3, dimana nilai COD sebesar 21.04 mg/L dan nilai DO sebesar

3.84 mg/L. Sedangkan untuk pH, hasil terbaik ditunjukkan pada perlakuan 1 vs 4 dengan pH 7,01. Nilai BOD, DO dan pH ini telah memenuhi baku mutu air berdasarkan Peraturan Gubernur Sulawesi Selatan Nomor 69 Tahun 2020 dan kebijakan yang diprasyaratkan oleh PT. KIMA.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada *enviroment research team*, Program Studi Teknik Kimia Mineral Politeknik ATI Makassar dan seluruh pihak yang telah membantu selesainya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. I. S. Andersen-Civil *et al.*, "Dietary proanthocyanidins promote localized antioxidant responses in porcine pulmonary and gastrointestinal tissues during *Ascaris suum*-induced type 2 inflammation," *FASEB J.*, vol. 36, no. 4, 2022, doi: 10.1096/fj.202101603RR.
- [2] E. Novita, M. Salim, and H. Pradana, "Penanganan Air Limbah Industri Kopi Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi

- Menggunakan Koagulan Alami Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica L.*),” *J. Teknol. Pertan.*, vol. 22, no. 1, pp. 13–24, 2021, doi: 10.21776/ub.jtp.2021.022.01.2.
- [3] M. Hosseini, “Utilization of carica papaya seeds as natural coagulants for turbidity removal from wastewater,” pp. 1–17, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3176214/v1>
- [4] J. JO, “A Comparative Analysis of The Effectiveness of Plantain Peels and Papaya Seeds for Wastewater Treatment,” *J. Civ. Eng. Res. Technol.*, vol. 5, no. 4, pp. 1–3, 2023, doi: 10.47363/jcert/2023(5)148.
- [5] A. S. Saputroh, M. V. Priscilla, and T. Susilowati, “Kajian Efektifitas Bioflokulan Pati Biji Asam Jawa terhadap Penurunan Kadar COD Limbah Cair Tahu,” *Chempro*, vol. 1, no. 1, pp. 22–28, 2023, doi: 10.33005/chempro.v1i01.29.
- [6] E. Afrianisa, R. D., & Ningsih, “Published by Department of Chemical Engineering , ITATS Published by Department of Chemical Engineering , ITATS,” pp. 64–69, 2021.
- [7] B. Ibrahim, Uju, and A. M. Soleh, “31056-Article Text-103754-1-10-20200603,” vol. 23, pp. 137–146, 2020.
- [8] N. R. Aras and A. Asriani, “Efektifitas Biji Kelor (*Moringa oleifera L.*) sebagai Biokoagulan dalam Menurunkan Cemaran Limbah Cair Industri Minuman Ringan,” *Sainsmat J. Ilm. Ilmu Pengetah. Alam*, vol. 10, no. 1, p. 42, 2021, doi: 10.35580/sainsmat101261692021.
- [9] A. Gnanavelu, T. S. Shanmuganathan, V. Deepesh, and S. Suresh, “Validation of a Modified Procedure for the determination of Chemical Oxygen Demand using standard dichromate method in industrial wastewater samples with high calcium chloride content,” *Indian J. Sci. Technol.*, vol. 14, no. 29, pp. 2391–2399, 2021, doi: 10.17485/ijst/v14i29.1412.
- [10] Z. Rahimah, H. Heldawati, and I. Syauqiah, “Pengolahan Limbah Deterjen Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Kapur Dan Pac,” *Konversi*, vol. 5, no. 2, p. 13, 2018, doi: 10.20527/k.v5i2.4767.
- [11] M. H. A. R. Adrin, N. Ngadiman, N. H. Abdullah, N. N. M. Hamsani, N. Nasharuddin, and N. N. Omar, “Effectiveness of Carica Papaya Dry Seed as Natural Coagulants in Wastewater Treatment Process,” *J. Adv. Res. Appl. Mech.*, vol. 116, no. 1, pp. 88–102, 2024, doi: 10.37934/aram.116.1.88102.
- [12] A. A. Owodunni and S. Ismail, “Revolutionary technique for sustainable plant-based green coagulants in industrial wastewater treatment—A review,” *J. Water Process Eng.*, vol. 42, no. 2, p. 102096, 2021, doi: 10.1016/j.jwpe.2021.102096.
- [13] E. I. R. HM and T. C. Setiawati, “Perbaikan Beberapa Karakteristik Limbah Cair Tahu Menggunakan Variasi Jumlah Tanaman Kangkung (*Ipomoea Aquatica*) dan Tanaman Kiambang (*Pistia Stratiotes*),” *Berk. Ilm. Pertan.*, vol. 6, no. 1, p. 8, 2023, doi: 10.19184/bip.v6i1.36130.
- [14] G. Haqiqiansyah1 and E. Sugiharto2, “Jpt . Jurnal Pertanian Terpadu,” *J. Pertan. Terpadu*, vol. VIII, no. 1, p. 1, 2020.
- [15] D. A. W. Septiya and L. N. Muna, “Utilization of Tamarind Seed Biocoagulant as Learning Material for Water Purification Practicum in Colloidal System,” *Prism. Sains J. Pengkaj. Ilmu dan Pembelajaran Mat. dan IPA IKIP Mataram*, vol. 12, no. 1, p. 121, 2024, doi: 10.33394/j-ps.v12i1.10260.