

THE ABILITY OF TAMARIND SEED POWDER (*Tamarindus indica* L.) TO REDUCE TURBIDITY AND BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND (BOD) IN DOMESTIC WASTEWATER IN MAMBORO VILLAGE, PALU CITY**KEMAMPUAN SERBUK BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus indica* L.) DALAM MENURUNKAN KEKERUHAN DAN BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND (BOD) PADA AIR LIMBAH DOMESTIK DI KELURAHAN MAMBORO KOTA PALU****Gusman¹, Tjitrowati Djaafar², Herlina Susanto Sunuh³**Jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Kemenkes Palu^{1,2,3}

*gusman.arsyad@gmail.com

*Corresponding Author

ABSTRACT

Domestic wastewater contains suspended particles and biodegradable organic matter that can deteriorate aquatic environments when discharged without adequate treatment. Tamarind seed (*Tamarindus indica* L.) is a plant-based material containing proteins, polysaccharides and tannins that can act as a natural polyelectrolyte in coagulation–flocculation. This study aimed to determine the ability of tamarind seed powder to reduce turbidity and biochemical oxygen demand (BOD) in domestic wastewater from Mamboro, Palu City. A true experimental study with a pretest–posttest with control group design was conducted in the Environmental Health Laboratory of Poltekkes Kemenkes Palu on 7–11 May 2026. Turbidity was tested using doses of 0.5, 1.5, 2.5 and 3.5 g/L, while BOD was tested at 4, 6, 8 and 10 g/L; each treatment was replicated four times using jar testing. Initial turbidity and BOD were 253 NTU and 337 mg/L, respectively. Turbidity decreased to 102.65, 101.13, 96.18 and 91.33 NTU, corresponding to removals of 59.43%, 60.03%, 61.98% and 63.90%. BOD decreased to 133.39, 84.90, 66.60 and 64.84 mg/L, corresponding to removals of 60.42%, 74.81%, 80.23% and 80.76%. The highest tested doses gave the greatest removal, but the final BOD remained above the domestic wastewater standard used in this study. Tamarind seed powder therefore has potential as a preliminary or complementary biocoagulant, but should be integrated with subsequent treatment processes before discharge.

Keywords: *tamarind seed; biocoagulant; turbidity; BOD; domestic wastewater***ABSTRAK**

Air limbah domestik mengandung partikel tersuspensi dan bahan organik yang dapat menurunkan kualitas badan air apabila dibuang tanpa pengolahan yang memadai. Biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) mengandung protein, polisakarida dan tanin yang dapat berperan sebagai polielektrolit alami dalam proses koagulasi–flokulasi. Penelitian ini bertujuan mengetahui kemampuan serbuk biji asam jawa dalam menurunkan kekeruhan dan Biochemical Oxygen Demand (BOD) air limbah domestik di Kelurahan Mamboro, Kota Palu. Penelitian menggunakan eksperimen murni dengan desain pretest–posttest with control group yang dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Palu pada 7–11 Mei 2026. Variasi dosis untuk kekeruhan adalah 0,5; 1,5; 2,5; dan 3,5 g/L, sedangkan untuk BOD adalah 4; 6; 8; dan 10 g/L, dengan empat kali replikasi menggunakan jar test. Nilai awal kekeruhan dan BOD masing-masing 253 NTU dan 337 mg/L. Setelah perlakuan, kekeruhan menjadi 102,65; 101,13; 96,18; dan 91,33 NTU dengan penurunan 59,43%; 60,03%; 61,98%; dan 63,90%. BOD menjadi 133,39; 84,90; 66,60; dan 64,84 mg/L dengan penurunan 60,42%; 74,81%; 80,23%; dan 80,76%. Dosis tertinggi yang diuji menghasilkan penurunan terbesar, tetapi BOD akhir masih melampaui baku mutu yang digunakan dalam penelitian. Serbuk biji asam jawa berpotensi digunakan sebagai biokoagulan tahap awal atau pengolahan pendahuluan dan perlu dikombinasikan dengan proses lanjutan sebelum air limbah dibuang ke lingkungan.

Kata Kunci: *biji asam jawa; biokoagulan; kekeruhan; BOD; limbah domestik*

1. PENDAHULUAN

Air limbah domestik merupakan salah satu sumber pencemar yang penting karena dihasilkan terus-menerus dari aktivitas rumah tangga dan dapat membawa bahan organik, padatan tersuspensi, deterjen, minyak dan lemak, serta mikroorganisme. Peningkatan aktivitas permukiman tanpa diikuti pengelolaan air limbah yang memadai berpotensi meningkatkan beban pencemar badan air. Laporan United Nations World Water Assessment Programme (2017) menempatkan air limbah sebagai persoalan penting dalam pengelolaan sumber daya air, sedangkan penelitian karakteristik air limbah domestik di Indonesia menunjukkan adanya variasi beban organik dan padatan yang cukup tinggi (Asrin & Suprihatin, 2024; Rahmatanti et al., 2024).

Kekeruhan merupakan indikator keberadaan partikel tersuspensi dan koloid, sedangkan BOD menggambarkan kebutuhan oksigen mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik biodegradable. Nilai BOD yang tinggi dapat menurunkan oksigen terlarut pada badan air dan mengganggu organisme akuatik. Oleh karena itu, pengurangan partikel dan sebagian beban organik sebelum pembuangan merupakan bagian penting dari pengolahan air limbah domestik (Rizal et al., 2025; Safitri et al., 2025).

Koagulasi-flokulasi merupakan proses yang dapat digunakan untuk mendestabilisasi partikel koloid, memperbesar ukuran flok, dan memisahkannya melalui sedimentasi. Perkembangan penelitian pengolahan air dan air limbah menunjukkan meningkatnya perhatian terhadap koagulan alami karena bersifat biodegradable dan berpotensi mengurangi ketergantungan pada koagulan sintetis, meskipun konsistensi bahan baku, kebutuhan dosis, produksi lumpur, dan penerapan skala lapangan masih menjadi tantangan (Ang & Mohammad, 2020; Badawi et al., 2023).

Biji asam jawa memiliki komponen protein, karbohidrat/polisakarida, serat dan senyawa fenolik yang mendukung penggunaannya sebagai biokoagulan. Mekanisme yang mungkin berperan mencakup netralisasi muatan dan *particle bridging*, sehingga partikel tersuspensi dapat bergabung menjadi flok yang lebih besar dan mengendap (Martina et al., 2018; Bonin et al., 2023). Penelitian pada berbagai jenis air limbah juga menunjukkan bahwa biji asam jawa dapat menurunkan kekeruhan maupun parameter organik, tetapi kinerja sangat dipengaruhi oleh karakteristik limbah, dosis, kondisi pengadukan dan waktu pengendapan (Hidayah et al., 2022; Nahrawi et al., 2024).

Pada limbah domestik, Febrianti et al. (2024) melaporkan bahwa biokoagulan berbasis kulit biji asam jawa dalam kombinasi dengan kulit jeruk dapat menurunkan kekeruhan, BOD dan COD. Penelitian Syamsuddin et al. (2022) juga menunjukkan penurunan BOD dan TSS pada air limbah domestik menggunakan serbuk biji asam jawa dengan variasi waktu pengendapan. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa biji asam jawa layak dikaji lebih lanjut pada kondisi limbah domestik lokal dengan karakteristik yang berbeda.

Pra-penelitian pada air limbah domestik di lokasi penelitian menunjukkan kekeruhan 253 NTU dan BOD 337 mg/L. Kondisi tersebut memperlihatkan beban pencemar yang tinggi dan memerlukan pengolahan. Penelitian ini dilakukan untuk menguji kemampuan serbuk biji asam jawa pada dua parameter tersebut dengan rentang dosis yang berbeda dan empat kali replikasi, sehingga diperoleh gambaran dosis yang memberikan penurunan terbesar pada kondisi penelitian di Kelurahan Mamboro, Kota Palu. Tujuan penelitian adalah mengetahui kemampuan serbuk biji asam jawa dalam menurunkan kekeruhan dan BOD serta mengidentifikasi dosis tertinggi/terbaik di antara variasi yang diuji.

2. METODE

Penelitian ini merupakan eksperimen murni dengan desain *pretest-posttest with control group*. Penelitian dilaksanakan pada 7–11 Mei 2026 di Laboratorium Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Palu. Sampel berupa air limbah domestik yang diambil dari saluran drainase permukiman di Jalan Mantilayo, Kelurahan Mamboro, Kecamatan

Palu Utara, Kota Palu. Lokasi menampung buangan dari aktivitas rumah tangga seperti mandi, mencuci, memasak dan kegiatan sanitasi lainnya. Dalam dokumen penelitian, wilayah tersebut dilaporkan memiliki 421 jiwa dan 112 kepala keluarga.

Serbuk biji asam jawa dibuat dari biji yang dipisahkan dari daging buah, dicuci, dikeringkan, dihaluskan dan diayak. Sampel sebanyak 1 L dimasukkan ke dalam beaker glass, kemudian dilakukan pengukuran awal. Perlakuan koagulasi–flokulasi dilakukan dengan penambahan serbuk sesuai dosis. Pengadukan cepat dilakukan selama 2 menit pada 100 rpm, dilanjutkan pengadukan lambat selama 15 menit pada 40 rpm dan pengendapan selama 30 menit. Supernatan digunakan untuk pemeriksaan kekeruhan, sedangkan sampel hasil perlakuan digunakan untuk pemeriksaan BOD. Prosedur tersebut mengikuti kondisi percobaan yang terdokumentasi pada tugas akhir.

Variasi dosis kekeruhan terdiri atas 0,5; 1,5; 2,5; dan 3,5 g/L. Variasi dosis BOD terdiri atas 4; 6; 8; dan 10 g/L. Masing-masing perlakuan dilakukan empat kali replikasi dan satu kelompok kontrol tanpa penambahan biokoagulan. Kekeruhan diukur menggunakan turbidimeter dan dinyatakan dalam NTU. BOD ditentukan berdasarkan perbedaan oksigen terlarut awal dan setelah inkubasi selama lima hari, dengan prosedur pemeriksaan laboratorium yang digunakan dalam penelitian.

Efisiensi penurunan dihitung dengan rumus: % penurunan = [(nilai awal – nilai akhir)/nilai awal] × 100%. Data dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel serta uraian naratif. Dosis yang menghasilkan nilai akhir terendah dan persentase penurunan tertinggi di antara dosis yang diuji ditetapkan sebagai dosis terbaik secara operasional. Penelitian ini tidak melakukan pengujian inferensial; oleh karena itu, kesimpulan dibatasi pada pola penurunan yang teramati pada kondisi eksperimen.

3. HASIL

3.1. Karakteristik awal air limbah

Hasil pemeriksaan awal menunjukkan bahwa air limbah domestik memiliki kekeruhan 253 NTU dan BOD 337 mg/L. Secara visual, sampel dilaporkan berwarna coklat kehitaman, berbau khas limbah domestik dan tampak keruh. Karakteristik tersebut menunjukkan adanya beban partikel dan bahan organik yang cukup tinggi sebelum perlakuan.

Tabel 1. Karakteristik awal air limbah domestik

Parameter	Nilai awal	Satuan
Kekeruhan	253	NTU
BOD	337	mg/L

Sumber: Data Diolah, 2026

3.2. Penurunan kekeruhan

Pemberian serbuk biji asam jawa menurunkan kekeruhan pada seluruh dosis yang diuji. Penurunan meningkat seiring kenaikan dosis, dari 59,43% pada 0,5 g/L menjadi 63,90% pada 3,5 g/L. Kelompok kontrol juga mengalami penurunan, tetapi lebih kecil, yaitu sekitar 18,5–18,6%, sehingga sebagian penurunan dapat berasal dari pengendapan alami selama proses tanpa koagulan.

Tabel 2. Kekeruhan setelah perlakuan serbuk biji asam jawa

Dosis (g/L)	Kekeruhan akhir (NTU)	Penurunan (%)
Kontrol	206,00	18,59
0,5	102,65	59,43
1,5	101,13	60,03
2,5	96,18	61,98

3,5

91,33

63,90

Sumber: Data Diolah, 2026

3.3. Penurunan BOD

Serbuk biji asam jawa juga menurunkan BOD pada seluruh variasi dosis. Penurunan meningkat cukup tajam dari dosis 4 g/L sampai 8 g/L, kemudian hanya bertambah sedikit pada dosis 10 g/L. Nilai akhir terendah adalah 64,84 mg/L pada dosis 10 g/L dengan efisiensi penurunan 80,76%.

Tabel 3. BOD setelah perlakuan serbuk biji asam jawa

Dosis (g/L)	BOD akhir (mg/L)	Penurunan (%)
4	133,39	60,42
6	84,90	74,81
8	66,60	80,23
10	64,84	80,76

Sumber: Data Diolah, 2026

4. PEMBAHASAN

4.1. Kemampuan serbuk biji asam jawa menurunkan kekeruhan

Penurunan kekeruhan yang konsisten menunjukkan bahwa serbuk biji asam jawa dapat membantu mengeluarkan fraksi partikel tersuspensi dan koloid dari air limbah. Kandungan protein dan polisakarida pada biji berpotensi berperan sebagai polielektrolit yang mengurangi kestabilan partikel, kemudian memfasilitasi pembentukan flok. Mekanisme ini sesuai dengan konsep koagulasi-flokulasi, yaitu destabilisasi partikel dilanjutkan dengan tumbukan dan pembentukan agregat yang lebih besar sehingga mudah mengendap (Martina et al., 2018; Badawi et al., 2023).

Pola peningkatan efisiensi hingga dosis 3,5 g/L menunjukkan bahwa pada rentang yang diuji belum terlihat kecenderungan penurunan kinerja akibat overdosis. Namun, temuan tersebut tidak berarti bahwa dosis lebih tinggi selalu lebih efektif. Dosis optimum sebenarnya perlu ditentukan melalui pengujian yang memasukkan rentang dosis lebih luas dan parameter operasi lain seperti pH, intensitas pengadukan, ukuran partikel koagulan dan waktu pengendapan. Studi lain menunjukkan bahwa kinerja biji asam jawa sangat dipengaruhi kondisi operasi dan karakteristik air yang diolah (Hidayah et al., 2022; Nahrawi et al., 2024).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian pada air limbah domestik yang menunjukkan bahwa bahan berbasis biji asam jawa dapat menurunkan kekeruhan. Febrianti et al. (2024) memperoleh pengurangan kekeruhan pada penggunaan kulit biji asam jawa, sedangkan penelitian pada greywater juga menunjukkan kinerja koagulan alami berbasis biji asam jawa dalam mengurangi kekeruhan. Hasil penelitian Sulolipu oleh S dan Amin (2024) memperlihatkan bahwa kombinasi koagulasi biji asam jawa dan filtrasi akar mangrove mampu menurunkan kekeruhan air sumur gali, memperkuat bukti bahwa biji asam jawa berpotensi digunakan sebagai salah satu unit pengolahan berbasis bahan alami.

4.2. Kemampuan serbuk biji asam jawa menurunkan BOD

Penurunan BOD sampai 80,76% menunjukkan bahwa proses koagulasi-flokulasi tidak hanya memindahkan partikel penyebab kekeruhan, tetapi juga dapat mengeluarkan sebagian fraksi bahan organik yang terikat pada partikel atau ikut terperangkap dalam flok. Ketika sebagian bahan organik tersisihkan dari fase air, substrat yang tersedia bagi mikroorganisme untuk diuraikan menjadi lebih kecil sehingga kebutuhan oksigen biologis dapat menurun. Mekanisme ini merupakan salah satu alasan koagulasi sering digunakan sebagai pengolahan pendahuluan sebelum proses biologis.

Kinerja pada dosis 8 dan 10 g/L relatif berdekatan, yaitu 80,23% dan 80,76%. Perbedaan yang kecil tersebut penting secara praktis karena penambahan dosis bahan tidak selalu menghasilkan peningkatan efisiensi yang sebanding. Dengan demikian, apabila tujuan pengembangan teknologi adalah efisiensi bahan, pengujian lanjutan pada rentang sekitar 6–10 g/L diperlukan untuk mencari titik kompromi antara efisiensi penyisihan, biaya bahan, volume lumpur dan kualitas efluen.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Syamsuddin et al. (2022) yang melaporkan penurunan BOD menggunakan serbuk biji asam jawa pada air limbah domestik. Febrianti et al. (2024) juga melaporkan penurunan BOD sekitar 80% pada sistem biokoagulan berbasis kulit biji asam jawa. Penelitian pada limbah industri lain memperlihatkan bahwa biji asam jawa dan turunannya mampu mengurangi parameter organik, walaupun efektivitas dan dosis optimum berbeda menurut jenis limbah (Yusuf et al., 2022; Nahrawi et al., 2024; Ramadhani et al., 2020).

4.3. Implikasi terhadap baku mutu dan keterbatasan penelitian

Meskipun efisiensi penyisihan cukup tinggi, BOD akhir 64,84 mg/L pada dosis 10 g/L masih lebih tinggi daripada nilai 30 mg/L yang digunakan sebagai acuan dalam tugas akhir berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup/Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2025. Artinya, serbuk biji asam jawa tidak tepat diposisikan sebagai satu-satunya unit pengolahan untuk menghasilkan efluen siap buang. Bahan ini lebih realistis ditempatkan sebagai pengolahan pendahuluan yang dilanjutkan dengan proses biologis, filtrasi atau teknologi lain yang sesuai.

Keterbatasan utama penelitian adalah analisis yang bersifat deskriptif, hanya menggunakan satu sumber sampel, dan rentang dosis yang berbeda antara parameter kekeruhan dan BOD. Selain itu, penelitian belum mengevaluasi COD, TSS, pH, warna, residu organik dari bahan koagulan, volume lumpur, maupun perubahan kualitas efluen setelah penyimpanan. Faktor-faktor tersebut penting karena penambahan bahan organik alami dapat memberikan karbon terlarut tambahan dan berpotensi memengaruhi kualitas efluen. Kajian keberlanjutan koagulan alami juga menekankan perlunya standardisasi bahan, optimasi proses dan validasi pada skala lebih besar sebelum implementasi lapangan (Ang & Mohammad, 2020; Badawi et al., 2023).

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa serbuk biji asam jawa memiliki kemampuan menurunkan kekeruhan dan BOD air limbah domestik pada kondisi eksperimen yang digunakan. Dosis 3,5 g/L memberikan penurunan kekeruhan tertinggi, yaitu 63,90%, sedangkan dosis 10 g/L memberikan penurunan BOD tertinggi, yaitu 80,76%. Meskipun demikian, hasil akhir BOD masih berada di atas baku mutu yang digunakan sebagai acuan, sehingga serbuk biji asam jawa sebaiknya dipandang sebagai biokoagulan pengolahan pendahuluan atau bagian dari sistem pengolahan berjenjang, bukan sebagai pengolahan tunggal.

Penelitian lanjutan disarankan menguji dosis yang lebih rapat di sekitar titik optimum, mengendalikan pH dan kondisi pengadukan, serta menambahkan parameter COD, TSS, pH, warna dan volume lumpur. Uji kombinasi dengan proses biologis atau filtrasi juga diperlukan untuk mengetahui apakah efluen akhir dapat memenuhi baku mutu. Pengujian skala pilot pada kondisi lapangan perlu dilakukan sebelum teknologi direkomendasikan untuk penerapan masyarakat.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Palu dan Laboratorium Jurusan Kesehatan Lingkungan yang mendukung pelaksanaan penelitian serta pemeriksaan parameter kekeruhan dan BOD.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Alcántara Llovera, A.C. & Silva Chuquipoma, D. 2023. A Systematic Review: Efficacy of Natural Coagulants in the Treatment of Domestic Wastewater. LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology, 1(8). <https://doi.org/10.18687/LACCEI2023.1.1.205>
- Ang, W.L. & Mohammad, A.W. 2020. State of the Art and Sustainability of Natural Coagulants in Water and Wastewater Treatment. Journal of Cleaner Production, 262, 121267. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121267>
- Asrin, M. & Suprihatin, H. 2024. Analisis Karakteristik Air Limbah Domestik. J-Sipil: Jurnal Teknologi dan Ilmiah Teknik Sipil dan Sains, 1(1), 1–6.
- Badawi, A.K., Salama, R.S. & Mostafa, M.M.M. 2023. Natural-Based Coagulants/Flocculants as Sustainable Market-Valued Products for Industrial Wastewater Treatment: A Review of Recent Developments. RSC Advances, 13, 19335–19355. <https://doi.org/10.1039/D3RA01999C>
- Bonin, E. et al. 2023. Study of Chemical Constituents, Antioxidants and Antimicrobial Activities of Tamarindus indica L. Seed. Journal of Food Science, 88(11), 4639–4652. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16739>
- Bonin, E., Avila, V.D., Carvalho, V.M., Cardoso, M.A.P., Matos, A.M., Ramos, A.V.G., Cabral, M.R.P., Baldoqui, D.C., Sarragiotto, M.H., Filho, B.A.A. & Prado, I.N. 2023. Study of Chemical Constituents, Antioxidants and Antimicrobial Activities of Tamarindus indica L. Seed. Journal of Food Science, 88(11), 4639–4652. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16739>
- Elpani, S.E., Gunawan, M.J., Aviventi, E. & Sabila, R.A. 2020. 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. <https://doi.org/10.21831/ijce.v2i1.30294>
- Febrianti, A.N., Ratnawati, R. & Ramadhan, M.I. 2024. Biocoagulant Utilization from Java Tamarind Seed and Sweet Orange Peel for Turbidity, COD and BOD Reduction in Domestic Wastewater. Jurnal Serambi Engineering, 9(2), 8366–8372. <https://jse.serambimekkah.id/index.php/jse/article/view/109>
- Hidayah, R., Effendi, H. & Hariyadi, S. 2022. The Utilization of Tamarind Seeds (Tamarindus indica L.) as the Natural Coagulant for Wastewater Treatment of Traditional Gold Mine. Habitus Aquatica, 3(2). <https://doi.org/10.29244/HAJ.3.2.80>
- Martina, A., Effendy, D.S. & Soetedjo, J.N.M. 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. <https://doi.org/10.22146/Jrekpros.38948>
- Moreira, I.S., Tomasi, I.T., Boaventura, R.A.R., Botelho, C.M.S. & Ferreira, R.M. 2026. Natural Coagulants as Sustainable Alternatives for Wastewater Treatment: A Review. Sustainability, 18(14), 7130. <https://doi.org/10.3390/su18147130>
- Nahrawi, M., Dewi, R. & Harunsyah. 2024. Kombinasi Proses Koagulasi dan Aerasi Menggunakan Biji Asam Jawa (Tamarindus indica) sebagai Biokoagulan pada Limbah Cair Industri Tempe. Jurnal Teknologi, 24(1), 1–8. <https://e-jurnal.pnl.ac.id/teknologi/article/view/4845>
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup/Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2025 tentang Baku Mutu Air Limbah dan Standar Teknologi Pengolahan Air Limbah untuk Air Limbah Domestik.

- Prianto, N. 2024. Efektifitas Koagulan Biji Asam Jawa untuk Menurunkan Kadar BOD dan TSS pada Limbah Cair Domestik di Desa Hajimena Kecamatan Natar Kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal*, 6, 2200–2211.
- Pujiastuti, P., Wibowo, Y.M. & Narimo. 2022. The Biocoagulation Test of Tamarind Seed (*Tamarindus indica*) and Winged Bean (*Psophocarpus tetragonolobus* L.) Powder in Chemical Laboratory Wastewater. AIP Conference Proceedings. <https://doi.org/10.1063/5.0100031>
- Rahimah, Z., Heldawati, H. & Syauqiah, I. 2018. Pengolahan Limbah Deterjen dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Kapur dan PAC. *Konversi*, 5(2), 13. <https://doi.org/10.20527/k.v5i2.4767>
- Rahmadani, L.I., Rahmaningsih, Y.D., Amanda, N.R. & Budiastuti, H. 2020. The Combination of Anaerobic-Aerobic and Coagulation-Flocculation Method Using Tamarind Seed as Natural Coagulant for Tofu Wastewater Treatment. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 830(2), 022012. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/830/2/022012>
- Rahmatanti, A., Purnomo, Y.S. & Studi, P. 2024. Pemanfaatan Air Limbah Domestik PT X Kota Surabaya sebagai Penyiraman Ruang Terbuka Hijau. *Insologi: Jurnal Sains dan Teknologi*, 3(1), 1–9. <https://doi.org/10.55123/insologi.v3i1.2849>
- Rasmito, A., Sutejo, B., Fais, M.A. & Yuniati, Y. 2025. Turbidity, Total Suspended Solid, Chemical Oxygen Demand Dipengaruhi oleh. *Jurnal Teknologi*, 12(2). <https://doi.org/10.31479/Jtek.V12i1.390>
- Rizal, Z., Abida, I.W. & Putri, R.R. 2025. Kandungan Biological Oxygen Demand (BOD) dan Total Suspended Solid (TSS) pada Aliran Sungai Desa Klampar Kecamatan Proppo. *Jurnal*, 2(1), 755–761.
- S, S. & Amin, M. 2024. Kemampuan Metode Kombinasi Koagulasi Biji Asam Jawa dan Filtrasi Akar Mangrove dalam Menurunkan Kekeruhan dan Kadar Klorida (Cl) pada Air Sumur Gali di Kawasan Pesisir. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, 24(1), 94–99. <https://doi.org/10.32382/SULO.V24i1.466>
- Safitri, N., Abdus, M., Jawwad, S. & Pembangunan, U. 2025. Perencanaan Sistem Penyaluran dan Pengolahan Air Limbah Domestik Industri Produksi Bahan Kimia PT X Jawa Timur. *Jurnal*, 3.
- Syamsuddin, S., Rasjid, A., Sahani, W., Rafidah & Humayrah, N.M.S. 2022. Effect of Precipitation Time of Moringa Seed Powder (*Moringa oleifera*) and Tamarind Seed (*Tamarindus indica* L.) as Coagulant in Reducing BOD and TSS of Domestic Wastewater. *The 3rd International Conference on Urban Health*. <https://repository.poltekkes-mks.ac.id/wp-content/uploads/2022/11/8-AR-Effect-of-Precipitation-Time-of-Moringa-Seed-Powder-Moringa-Oleifera.pdf>
- United Nations World Water Assessment Programme. 2017. *The United Nations World Water Development Report 2017: Wastewater: The Untapped Resource*. UNESCO, Paris. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247153>
- Yusuf, A.M., Ruhayat, R. & Hadisoebroto, R. 2022. Pemanfaatan Koagulan Biji Asam Jawa Guna Memperbaiki Parameter BOD, COD dan TSS Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Ekologi, Sains dan Manajemen*, 3.