

Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica.*) sebagai Biokoagulan untuk Menurunkan COD pada Limbah *Laundry*

Pinang Azzah Lutfiah¹, Nora Amelia Novitrie^{1*}, dan Novi Eka Mayangsari¹

¹Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: noranovitrie@ppns.ac.id

Abstrak

Air limbah pada industri *laundry* mengandung polutan yang menjadi salah satu penyebab pencemaran lingkungan. Baku mutu COD limbah *laundry* menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 bagi usaha dan/atau kegiatan *laundry* yaitu 250 mg/L, berdasarkan hasil uji konsentrasi COD sebelum dilakukan pengolahan sebesar 5183 mg/L. Salah satu solusi untuk menurunkan tingkat pencemar pada limbah *laundry* adalah dengan mengaplikasikan metode koagulasi-flokulasi, akan tetapi penggunaan koagulan sintetik secara terus menerus memiliki dampak negatif pada lingkungan. Biokoagulan yang berasal dari tanaman dapat menjadi alternatif pengganti koagulan sintetik. Biji asam jawa memiliki kandungan protein yang dapat digunakan sebagai koagulan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan biji asam jawa sebagai biokoagulan terhadap persentase penurunan konsentrasi COD pada air limbah *laundry*. Proses pembuatan biokoagulan diawali dengan pengeringan, penumbukan dengan ukuran 80 mesh, ekstraksi penghilangan lemak, dan ekstraksi protein dengan larutan NaCl. Variasi dosis yang digunakan pada *Jar Test* yakni 250 mg/L, 500 mg/L, 750 mg/L, dan 1000 mg/L. Dosis terbaik dalam menurunkan konsentrasi COD yaitu pada dosis 1000 mg/L dengan efisiensi penyisihan 50,65%. Hasil analisis menunjukkan penggunaan biji asam jawa sebagai biokoagulan dapat menurunkan konsentrasi COD, akan tetapi konsentrasi tersebut masih berada di atas baku mutu maksimum yang dipersyaratkan pada Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013

Keywords: biokoagulan, biji asam jawa, COD, koagulasi-flokulasi. Limbah *laundry*

1. PENDAHULUAN

Salah satu penyumbang sumber pencemar yang berdampak buruk pada lingkungan yaitu limbah yang berasal dari Industri *laundry*. Air limbah pada industri *laundry* mengandung deterjen yang menjadi salah satu penyebab pencemaran. Pada umumnya industri *laundry* tidak memiliki sistem pengolahan air limbah untuk menangani limbah cair yang dihasilkan selama proses pencucian, akibatnya limbah dari proses pencucian tersebut akan langsung dibuang ke badan air. Hal ini berdampak buruk bagi lingkungan, jika air limbah tersebut tidak dilakukan pengolahan dan dapat menyebabkan eutrofikasi, kadar oksigen berkurang drastis dan menyebabkan biota air mengalami degradasi, serta dapat membahayakan kesehatan manusia (Alala & Ramadhani, 2021). Berdasarkan hasil uji pendahuluan pada limbah *laundry* di daerah Gebang Surabaya sebelum dilakukan pengolahan konsentrasi COD sebesar 5183 mg/L, konsentrasi COD pada limbah *laundry* masih melebihi baku mutu yang diperbolehkan. Mengutip dari Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 konsentrasi COD yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan yaitu sebesar 250 mg/L.

Berkenaan dengan masalah tersebut, maka diperlukan pengolahan pada limbah *laundry* sebelum dibuang ke badan air. Berbagai macam metode pengolahan air limbah yang dapat diterapkan sebagai alternatif untuk mengurangi tingkat pencemaran, di antaranya melalui proses koagulasi-flokulasi, adsorpsi, filtrasi, aerasi, dan penggunaan membran filter. Metode pengolahan air limbah yang umumnya digunakan, mudah diterapkan, dan membutuhkan pengolahan yang sederhana yakni metode koagulasi-flokulasi (Nugti dkk., 2020). Koagulan sintetik yang umumnya digunakan yaitu Tawas ($AlCl_3$), kapur dan *Poli Aluminium Chloride* (PAC). Harga dari koagulan sintetik relatif mahal dan mengandung zat karsinogenik yang dapat memicu pertumbuhan sel kanker (Basra dkk., 2014). Selain berdampak pada kesehatan manusia penggunaan koagulan sintetik jika digunakan secara kontinyu dapat mencemari lingkungan. Oleh sebab itu untuk mengurangi efek samping dari koagulan sintetik dilakukan alternatif menggunakan koagulan alami (biokoagulan) yang hemat dalam segi biaya dan tidak merugikan lingkungan maupun manusia.

Kandungan dari koagulan alami ini berupa polisakarida atau protein. Tumbuhan dapat digunakan sebagai biokoagulan dengan memanfaatkan kandungan proteinnya (Anggorowati, 2021). Beberapa tumbuhan yang dapat digunakan sebagai koagulan, karena mengandung protein yaitu biji kelor (*Moringa oleifera*), biji papaya (*Carica papaya*), biji kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus*), dan biji asam jawa (*Tamarindus indica*) (Martina dkk., 2018). Protein yang terkandung dalam biji Asam Jawa dapat berperan sebagai polielektrolit alami yang penggunaannya mirip dengan koagulan sintesis. Efisiensi dari koagulasi dapat ditingkatkan dengan mengekstraksi komponen aktif dari biji asam jawa sebagai koagulan alami dengan menggunakan larutan NaCl (Dewi dkk., 2021). Mengutip dari Ramadhani & Moesriati (2013) pemanfaatan biji asam jawa sebagai koagulan alternatif pada industri tempe dapat menurunkan kandungan COD sebesar 81,72 % . Selain itu penelitian pemanfaatan ekstrak protein dari biji asam jawa oleh Zainol & Nasuha Mohd Fadli (2020) menggunakan NaCl 1 M mereduksi 73,8% konsentrasi COD pada dosis 30 mg/L pada air sungai.

2. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu oven (Jisico J300M), beberapa *glassware* (Pyrex), ayakan 80 *mesh*, *Soxhlet*, dan alat *Jar Test* 4 Spindle. Bahan yang digunakan yaitu biji asam jawa, akuades, N-Hexane (Mercks), dan NaCl (Mercks).

2.2 Pembuatan Biokoagulan

a. Pembuatan Serbuk Biji Asam Jawa

Biji asam jawa dipisahkan antara kulit ari dan bijinya, kemudian biji yang telah dikuliti dikeringkan dibawah sinar matahari selama 12 jam atau dipanaskan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 60 menit (Poerwanto dkk., 2015). Setelah biji kering kemudian dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 80 *mesh*.

b. Penghilangan Lemak

Serbuk biji asam jawa dihilangkan lemaknya menggunakan pelarut *n-hexane* dengan metode *soxhletasi* perbandingan 1:5 (b/v). Serbuk dibungkus dengan kertas saring lalu dimasukkan kedalam ekstraktor *soxhlet* selama 4 jam pada suhu 70°C hingga filtrat yang dihasilkan tidak berwarna. Bagian yang diambil untuk proses selanjutnya adalah serbuk yang dibungkus kertas saring atau *cake* (Al-Jadabi dkk., 2021). Serbuk yang telah hilang lemaknya dikeringkan pada suhu 105°C selama 60 menit.

c. Ekstrak Protein

5 gram serbuk biji asam jawa yang telah dihilangkan lemaknya ditambahkan 100 mL NaCl 1 M diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 10 menit. Selanjutnya disaring menggunakan kertas saring *whatman* no 1. Larutan yang tersaring adalah yang digunakan sebagai koagulan (Zainol & Nasuha Mohd Fadli, 2020).

2.3 Pelaksanaan *Jar Test*

Disiapkan 1 L sampel air limbah yang ditambahkan biokoagulan biji asam jawa dengan variasi dosis yang berbeda-beda yaitu 250 mg/L, 500 mg/L, 750 mg/L, dan 1000 mg/L. Proses koagulasi-flokulasi menggunakan alat *Jar Test* dengan pengadukan cepat 180 rpm selama 2 menit dan pengadukan lambat 40 rpm selama 20 menit, kemudian dilanjutkan sedimentasi selama 30 menit (Al-Jadabi dkk., 2021).

2.4 Analisis Parameter COD

Analisis konsentrasi COD menggunakan standar SM APHA 23rd Ed., 5220 D, 2017. Sampel yang di analisis yaitu sampel air limbah *laundry* yang diambil dari *outlet* pada mesin cuci, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi COD pada air limbah yang digunakan dalam percobaan, hasil uji air limbah didapatkan konsentrasi COD sebesar 5183 mg/L. Setelah dilakukan proses koagulasi-flokulasi dalam skala laboratorium menggunakan *jar test*, sampel air limbah di uji konsentrasi COD nya untuk mengetahui pengaruh penambahan biokoagulan biji asam jawa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Proksimat Biji Asam Jawa

Analisis kadar protein dilakukan menggunakan metode *kjeldahl* sedangkan pada pengujian lemak menggunakan metode Sokletasi dengan membandingkan sampel serbuk sebelum proses pembuatan biokoagulan dan biokoagulan. Hasil analisis ditunjukkan pada Tabel 1.

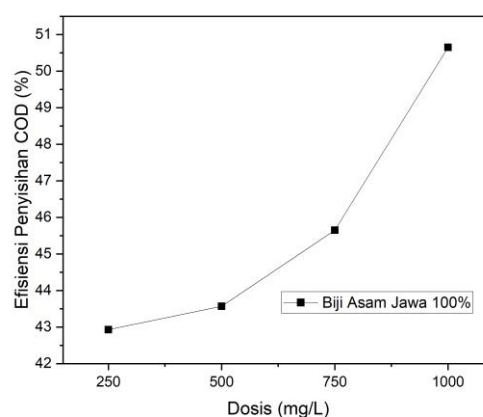
Tabel 1 Hasil Analisis Proksimat Biji Asam Jawa

No	Sampel	Protein (%)	Lemak (%)
1	Serbuk Biji Asam Jawa	22,64	8,57
2	Biokoagulan Biji Asam Jawa	13,04	2,11

Kandungan lemak pada serbuk biji asam jawa pada Tabel 1 cukup tinggi, oleh karena itu diperlukan penghilangan lemak pada pembuatan biokoagulan. Mengutip dari Ang dkk (2020) lemak yang tinggi akan mempengaruhi kinerja biokoagulan dan mengurangi efisiensi koagulasi yang mengakibatkan stabilisasi ulang partikel yang tidak stabil dan akhirnya mengurangi pengikatan koloid pada koagulasi. Selanjutnya pada pembuatan biokoagulan penambahan larutan NaCl bertujuan untuk meningkatkan kelarutan protein. Penambahan larutan NaCl ini dapat memisahkan protein yang berperan sebagai koagulan. NaCl ini akan terbentuk menjadi ion-ion Na^+ dan Cl^- saat dilarutkan dalam air lalu ion yang terlarut ini akan berinteraksi dengan protein sehingga kelarutan protein meningkat (Nasriyanti, 2020).

3.2 Analisis Efisiensi Penyisihan COD

Air limbah yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah *laundry* di daerah Gebang Surabaya. Hasil uji konsentrasi awal COD limbah *laundry* sebelum pengolahan sebesar 5183 mg/L, sampel air limbah *laundry* tersebut belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan pada Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013, berdasarkan hasil pengujian tersebut maka diperlukan pengolahan sebelum air limbah dibuang ke badan air. Salah satu metode pengolahan air limbah adalah koagulasi-flokulasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan biokoagulan biji asam jawa untuk mereduksi parameter COD dengan memanfaatkan kandungannya, dapat dilihat pada Tabel 1 protein pada serbuk biji asam jawa cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan aktif biokoagulan. Efisiensi penyisihan COD setelah pengolahan koagulasi-flokulasi menggunakan biokoagulan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Efisiensi Penyisihan COD

Dapat dilihat pada Gambar 1 efisiensi penyisihan COD terus meningkat seiring penambahan dosis. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak biokoagulan biji asam jawa yang ditambahkan pada air limbah *laundry* maka nilai COD mengalami penurunan dengan efisiensi penyisihan tertinggi pada dosis 1000 mg/L sebesar 50,65%. Dengan meningkatnya dosis koagulan ini efisiensi penyisihan semakin baik dikarenakan semakin banyak ion positif yang terbentuk untuk menetralkan koloid (Desta & Bote, 2021). Penurunan konsentrasi COD ini dapat terjadi karena

biokoagulan biji asam jawa yang bermuatan positif menetralkan partikel koloid dalam air limbah yang bermuatan negatif. Reaksi ini menyebabkan adanya Tarik-menarik antar partikel koloid, setelah partikel koloid mengikat satu sama lain menghasilkan flok dan mengendap. Kemudian dengan koagulasi-flokulasi ini juga mengurangi jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik sehingga menurunkan konsentrasi COD (Lisa dkk., 2022).

Biji asam jawa digunakan sebagai biokoagulan dengan memanfaatkan bahan utama protein yang berperan sebagai bahan aktif koagulan. El-taweel dkk (2023) asam amino yang terkandung dalam protein dan polimer polisakarida adalah bahan penyusun utama yang digunakan dalam proses koagulasi-flokulasi. Mekanisme koagulasi-flokulasi yang terjadi pada biokoagulan biji asam jawa dengan memanfaatkan kandungan proteinnya yaitu mekanisme netralisasi muatan karena protein pada biokoagulan dapat bermuatan positif maupun negatif (Kristianto dkk., 2019). Bahrodin dkk (2021) menyatakan mekanisme netralisasi muatan terjadi melalui adsorpsi antara biokoagulan yang bermuatan berlawanan dengan permukaan koloid. Pada penelitian ini penurunan konsentrasi COD disebabkan karena protein pada biji asam jawa yang berperan sebagai molekul kationik (bermuatan positif) berinteraksi dengan koloid pada air limbah yang bermuatan positif, sehingga biokoagulan berikatan dengan koloid dan membentuk flok-flok yang kemudian mengendap.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa variasi dosis terbaik dalam menurunkan konsentrasi COD terdapat pada penambahan dosis 1000 mg/L dengan efisiensi penyisihan 50,65%. Penurunan konsentrasi COD cukup signifikan, akan tetapi konsentrasi COD masih melebihi baku mutu yang diperbolehkan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Alala, P. S., & Ramadhani, S. (2021). Kajian Pengolahan Limbah Laundry (Studi Kasus Industri Laundry Hancabarasih Di Kota Malang). *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan IX 2021*, 437–442.
- Al-Jadabi, N., Laaouan, M., Mabrouki, J., Fattah, G., & El Hajjaji, S. (2021). Comparative study of the coagulation efficacy of Moringa Oleifera seeds extracts to alum for domestic wastewater treatment of Ain Aouda City, Morocco. *E3S Web of Conferences*, 314, 08003. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202131408003>
- Ang, T.-H., Kiatkittipong, K., Kiatkittipong, W., Chua, S.-C., Lim, J. W., Show, P.-L., Bashir, M. J. K., & Ho, Y.-C. (2020). Insight on Extraction and Characterisation of Biopolymers as the Green Coagulants for Microalgae Harvesting. *Water*, 12(5), 1388. <https://doi.org/10.3390/w12051388>
- 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(1), 18–22.
- Bahrodin, M. B., Zaidi, N. S., Hussein, N., Sillanpää, M., Prasetyo, D. D., & Syafiuddin, A. (2021). Recent Advances on Coagulation-Based Treatment of Wastewater: Transition from Chemical to Natural Coagulant. *Current Pollution Reports*, 7(3), 379–391. <https://doi.org/10.1007/s40726-021-00191-7>
- Basra, S. M. A., Iqbal, Z., Khalil-ur-Rehman, Hafeez-Ur-Rehman, & Ejaz, M. F. (2014). Time Course Changes in pH, Electrical Conductivity and Heavy Metals (Pb, Cr) of Wastewater Using Moringa oleifera Lam. Seed and Alum, a Comparative Evaluation. *Journal of Applied Research and Technology*, 12(3), 560–567. [https://doi.org/10.1016/S1665-6423\(14\)71635-9](https://doi.org/10.1016/S1665-6423(14)71635-9)
- Destia, W. M., & Bote, M. E. (2021). Wastewater treatment using a natural coagulant (Moringa oleifera seeds): Optimization through response surface methodology. *Heliyon*, 7(11), e08451. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08451>
- Dewi, A., Eri, I. R., Pratiwi, H., Diana A.T, N., & Narwati, N. (2021). Application of Tamarindus indica seed extract as bio-coagulant to removal suspended solids and colors. *International Journal of Public Health Science (IJPHS)*, 10(2), 324. <https://doi.org/10.11591/ijphs.v10i2.20686>
- El-taweel, R. M., Mohamed, N., Alrefaey, K. A., Husien, S., Abdel-Aziz, A. B., Salim, A. I., Mostafa, N. G., Said, L. A., Fahim, I. S., & Radwan, A. G. (2023). A review of coagulation explaining its definition, mechanism, coagulant types, and optimization models; RSM, and ANN. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 6, 100358. <https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2023.100358>

- Kristianto, H., Prasetyo, S., & Sugih, A. K. (2019). Pemanfaatan Ekstrak Protein dari Kacang-kacangan sebagai Koagulan Alami: Review. *Jurnal Rekayasa Proses*, 13(2), 65. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.46292>
- Lisa, D., Fikri, E., & Rojali, R. (2022). Penggunaan Koagulan Kombinasi Bubuk Biji Moringa Oleifera Dan Bubuk Biji Tamarindus Indica Dalam Menurunkan Kadar COD Dan TSS Limbah Cair Tahu. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 21(3), 266–273. <https://doi.org/10.14710/jkli.21.3.266-273>
- 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>
- Nasriyanti, D. (2020). *Aktivitas Koagulasi Ekstrak NaCl Biji Lamtoro (Leucaena leucocephala) dan Biji Turi (Sesbania grandiflora) dalam Pengolahan Air Sungai Selokan Mataram*. Universitas Islam Indonesia.
- Nugti, M. A., Cahyani, S. M. D., Latifah, L., & Sugiharto, A. (2020). Uji Efektifitas Koagulan Kapur (CaO), Ferri Klorida (FeCl₃), Tawas (Al₂(SO₄)₃) Terhadap Penurunan Kadar PO₄ dan COD Pada Limbah Cair Domestik (Laundry) Dengan Metode Koagulasi. *Proceeding of The 11th University Research Colloquium 2020: Bidang MIPA dan Kesehatan*, 345–348.
- Poerwanto, D. D., Hadisantoso, E. P., & Isnaini, S. (2015). Pemanfaatan Biji Asam Jawa (Tamarindus Indica) Sebagai Koagulan Alami Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Farmasi. *al-Kimiya*, 2(1), 24–29. <https://doi.org/10.15575/ak.v2i1.349>
- Ramadhani, G. I., & Moesriati, A. (2013). Pemanfaatan Biji Asam Jawa (Tamarindusindica) Sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Menurunkan Kadar COD dan BOD dengan Studi Kasus pada Limbah Cair Industri Tempe. *JURNAL TEKNIK POMITS*, 2(1), D-22-D-26.
- Zainol, N., & Nasuha Mohd Fadli, N. (2020). Surface Water Treatment Using Tamarind Seed as Coagulants via Coagulation Process. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 864(1), 012172. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/864/1/012172>