

PEMANFAATAN BIJI PEPAYA SEBAGAI KOAGULAN ALAMI UNTUK MENURUNKAN KADAR PENCEMAR PADA LIMBAH CAIR BATIK

UTILIZATION OF PAPAYA SEEDS AS A NATURAL COAGULANT TO REDUCE POLLUTANT LEVELS IN BATIK LIQUID WASTE

Annisa Berliana Dewi¹, Candra Dwiratna Wulandari², Hery Setyobudiarso³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang

Jl. Bendungan Sigura-gura No.2, Sumbersari, Lowokwaru, Kota Malang

Email: ¹) berlianaannisadewi@gmail.com ²) candra_wulandari@lecturer.itn.ac.id

³) hery_sba@yahoo.com

ABSTRAK: Limbah cair batik adalah air yang keluar dari proses pewarnaan, pencucian, dan pembilasan selama proses produksi batik. Limbah cair batik mengandung parameter pencemar seperti BOD sebesar 796,3 mg/L, COD sebesar 1093,3 mg/L, dan TSS sebesar 553,2 mg/L yang melebihi baku mutu sesuai PP No. 22 Tahun 2021. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis optimum koagulan biji pepaya untuk menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS pada limbah cair batik. Metode yang digunakan adalah koagulasi-flokulasi dengan variasi dosis koagulan biji pepaya sebesar 1,5 gram, 3 gram, dan 6 gram. Pengadukan dilakukan dengan kecepatan tinggi 100 rpm selama 10 menit, dilanjutkan dengan pengadukan lambat 45 rpm selama 15 menit, serta sedimentasi selama 60 menit. Pada dosis 1,5 gram terjadi penurunan kadar BOD sebesar 87,7%, COD sebesar 89,5%, dan TSS sebesar 90,8%. Efisiensi penyisihan menurun pada dosis yang lebih tinggi, yaitu 3 gram dan 6 gram. Dosis 3 gram menunjukkan efisiensi penyisihan BOD sebesar 84,8%, COD sebesar 86%, dan TSS sebesar 86,6%, sedangkan pada dosis 6 gram, efisiensi penyisihan BOD sebesar 81,1%, COD sebesar 81,7%, dan TSS sebesar 84,3%. Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan koagulan biji pepaya paling optimum pada dosis 1,5 gram. Parameter TSS telah memenuhi baku mutu sesuai PP No. 22 Tahun 2021 Lampiran VI untuk air sungai kelas 3.

Kata Kunci: Biji Pepaya, Dosis Optimum, Koagulan, Limbah Cair Batik

ABSTRACT: Batik liquid waste is water that comes out of the dyeing, washing, and rinsing processes during the batik production. Batik liquid waste contains pollutant parameters such as BOD of 796.3 mg/L, COD of 1093.3 mg/L, and TSS of 553.2 mg/L, which exceeds quality standards according to Government Regulation No. 22 of 2021. This study aims to determine the optimal dose of papaya seed coagulant to reduce BOD, COD, and TSS levels in batik liquid waste. The method used was coagulation-flocculation with variations in the dose of papaya seed coagulant of 1.5 grams, 3 grams, and 6 grams. Stirring was carried out at a high speed of 100 rpm for 10 minutes, followed by slow stirring at 45 rpm for 15 minutes and sedimentation for 60 minutes. At a dose of 1.5 grams, there was a decrease in BOD levels by 87.7%, COD by 89.5%, and TSS by 90.8%. The efficiency of the dispensing decreases at higher doses, i.e., 3 grams and 6 grams. The 3-gram dose showed an efficiency of BOD elimination of 84.8%, COD of 86%, and TSS of 86.6%, while at a dose of 6 grams, the efficiency of BOD elimination was 81.1%, COD was 81.7%, and TSS was 84.3%. The results of the study can conclude that the use of papaya seed coagulant is most optimal at a dose of 1.5 grams. The TSS parameters have met the quality standards according to Government Regulation No. 22 of 2021 Appendix VI for class 3 river water.

Keyword: Papaya Seeds, Optimum Dosage, Coagulants, Batik Liquid Waste

PENDAHULUAN

Batik adalah salah satu jenis tekstil yang menghasilkan limbah cair kimia tertinggi (Mifbakhuddin *et al.*, 2021). Air yang keluar dari proses pewarnaan, pencucian, dan pembilasan selama proses produksi batik dikenal sebagai limbah cair batik. Jika tidak ditangani dengan baik, limbah cair yang dihasilkan dari proses pembuatan batik dapat mengandung senyawa toksik yang berbahaya bagi lingkungan (Fitriyah *et al.*, 2022). Limbah cair batik memiliki karakteristik *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD), dan *Total Suspended Solid* (TSS) yang tinggi (Triwiswara, 2019).

Koagulasi dan flokulasi adalah metode yang dapat digunakan untuk melakukan pengolahan. Koagulan kimia yang umum digunakan untuk mengolah limbah, antara lain yaitu fero sulfat, *Poly Aluminium Chloride* (PAC), dan aluminium sulfat (alum/tawas). Namun, residu dari koagulan kimia dapat menyebabkan masalah kesehatan. Akibatnya, dibutuhkan alternatif koagulan yang terbuat dari bahan alami yang mudah ditemukan, terjangkau, dan aman bagi lingkungan sehingga tidak membahayakan makhluk hidup (Nurismasari dan Hardjono, 2021).

Berdasarkan penelitian, limbah cair yang dihasilkan dari hasil produksi batik memiliki kandungan BOD sebesar 796,3 mg/l, kandungan COD sebesar 1.093,3 mg/l, dan kandungan TSS sebesar 553,2 mg/l. Hasil analisa menunjukkan parameter yang diuji tidak memenuhi standar baku mutu yang dimuat dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021.

Koagulan adalah senyawa yang memiliki kemampuan untuk mendestabilisasi koloid, menyebabkan partikel koloid bergabung dan membentuk flok yang lebih besar, sehingga mudah mengendap (Rachmania, 2020). Biji pepaya adalah salah satu koagulan alami yang bisa digunakan dalam mengolah limbah cair. Biji pepaya memiliki kandungan protein yang cukup tinggi sehingga bisa dimanfaatkan sebagai koagulan alami (Astuti dan Islam, 2024). Rantai protein yang terdiri dari asam amino kationik dalam biji pepaya menjadikannya koagulan yang efektif sebagai pengganti koagulan kimia dalam pengolahan

limbah domestik, limbah cair tahu, dan limbah cair industri batik (Musfira, 2022).

Hasil analisis penelitian menggunakan koagulan dari biji pepaya dapat menurunkan BOD pada limbah cair batik sebesar 87,7%, penurunan COD sebesar 89,5% dan penurunan TSS sebesar 90,8% dengan dosis optimum 1,5 gram.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui dosis optimum koagulan biji pepaya untuk menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS pada limbah cair batik.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen terhadap bahan penelitian yaitu limbah cair batik. Limbah cair batik akan diolah dengan metode koagulasi flokulasi menggunakan biji pepaya sebagai koagulan. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Desember 2024 sampai Januari 2025. Lokasi pengambilan sampel limbah cair batik di industri batik X Kota Malang. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang. Variasi dosis yang digunakan yaitu 1,5 gram, 3 gram, dan 6 gram.

Alat yang digunakan untuk penelitian ini yaitu jeriken, jar test, oven, blender, neraca analitik, ayakan 100 mesh, *beaker glass*, dan corong. Bahan yang digunakan yaitu biji pepaya, limbah cair batik, dan kertas saring. Proses pembuatan koagulan sebagai berikut: 1). Membersihkan biji pepaya dengan air hingga bersih. 2). Mengeringkan biji pepaya menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 60 menit. 3). Menghaluskan biji pepaya menggunakan blender hingga menjadi serbuk. 4). Mengayak serbuk biji pepaya menggunakan ayakan 100 mesh untuk menghomogenkan dan menyamakan luas permukaan koagulan. Proses koagulasi flokulasi sebagai berikut: 1). Masing-masing *beaker glass* diisi sampel limbah cair batik dan ditambahkan koagulan sebanyak 1,5 gram, 3 gram, dan 6 gram. 2). Sampel diaduk menggunakan jar test pada pengadukan cepat 100 rpm selama 1 menit dan pengadukan lambat 45 rpm selama 15 menit. 3). Sampel diendapkan selama 60 menit. 4). Menganalisis limbah cair batik terhadap parameter BOD, COD, dan TSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis awal karakteristik limbah cair batik dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Awal Limbah Cair Batik

Parameter	Hasil	Baku Mutu
BOD	796,3 mg/L	6 mg/L
COD	1093,3 mg/L	40 mg/L
TSS	553,2 mg/L	100 mg/L
Suhu	26°C	Dev-3
pH	8,22	6-9

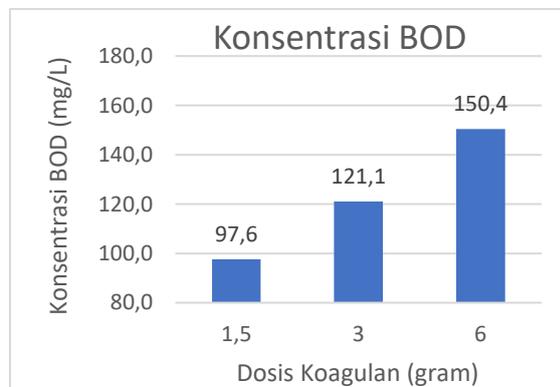
Sumber: Hasil Analisis Laboratorium, 2025

Berdasarkan Tabel 1, parameter BOD, COD, dan TSS limbah cair batik tidak memenuhi baku mutu yang diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 Lampiran VI baku mutu sungai kelas 3.

Biological Oxygen Demand

Tabel 2. Hasil Analisis dan Persentase Penyisihan BOD Pada Limbah Cair Batik

Dosis	Konsentrasi Akhir	Persentase Penyisihan
1,5 gram	97,6 mg/L	87,7%
3 gram	121,1 mg/L	84,8%
6 gram	150,4 mg/L	81,1%



Gambar 1. Grafik Penurunan BOD

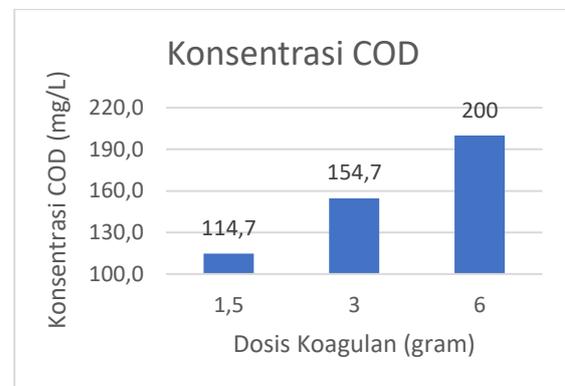
Berdasarkan tabel 2, diketahui bahwa penambahan koagulan sebanyak 1,5 gram, 3 gram, dan 6 gram menghasilkan persentase penurunan secara berturut-turut sebesar 87,7%, 84,8%, dan 81,1%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa koagulan biji pepaya memiliki kemampuan untuk mengurangi kadar BOD. Penurunan BOD terjadi karena adanya zat aktif, seperti tanin dalam koagulan biji pepaya yang memiliki kemampuan mengikat partikel tersuspensi dan partikel koloid, sehingga membentuk flok yang kemudian mengendap dan mengurangi tingkat pencemaran.

Pembentukan flok dari koagulan biji pepaya berperan penting dalam menurunkan BOD, karena flok tersebut mengikat partikel tersuspensi dan koloid. Partikel tersuspensi dan koloid merupakan penyebab utama pencemaran pada limbah cair batik (Rafi dan Mirwan, 2025). Penurunan BOD juga dipengaruhi oleh kecepatan pengadukan koagulan, yang meningkatkan peluang antar partikel untuk bereaksi dan mengikat bahan organik dalam limbah. Partikel – partikel tersebut kemudian saling bertabrakan, tetap menyatu, dan akhirnya mengendap sebagai endapan (Setyawati *et al.*, 2017). Parameter BOD belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah No. 22 tahun 2021, Lampiran VI untuk standar kualitas air sungai kelas 3.

Chemical Oxygen Demand

Tabel 3. Hasil Analisis dan Persentase Penyisihan COD Pada Limbah Cair Batik

Dosis	Konsentrasi Akhir	Persentase Penyisihan
1,5 gram	114,7 mg/L	89,5%
3 gram	154,7 mg/L	86%
6 gram	200 mg/L	81,7%



Gambar 2. Grafik Penurunan COD

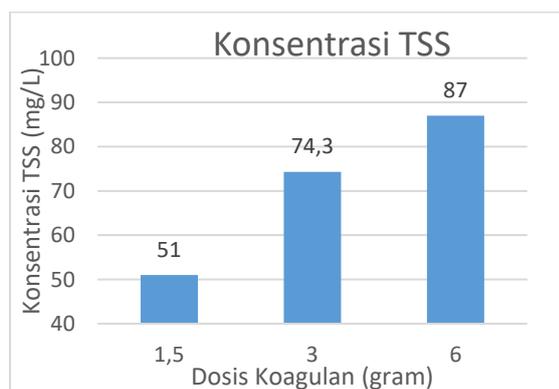
Tabel 3 menunjukkan bahwa penambahan koagulan dengan dosis 1,5 gram, 3 gram, dan 6 gram menghasilkan efisiensi penurunan secara berturut-turut sebesar 89,5%, 86%, dan 81,7%. Penurunan kadar COD terjadi akibat penambahan koagulan yang mengakibatkan destabilisasi partikel koloid, sehingga partikel – partikel tersebut dapat berikatan dan menggumpal membentuk flok. Flok yang terbentuk memiliki kemampuan untuk mengikat berbagai zat pencemar dalam limbah. Setelah flok–flok mengendap atau dipisahkan

melalui proses penyaringan, kandungan bahan organik dalam limbah turut berkurang, oleh karena itu, proses pembentukan flok berkontribusi terhadap penurunan COD (Nafisah, 2024). Senyawa tanin dapat berikatan dengan bahan organik dan partikel koloid dalam air limbah, sehingga dapat menurunkan kadar COD. Protein kationik (bermuatan positif) yang terdapat dalam biji pepaya saling mengikat dengan ion negatif dalam limbah cair batik. Ketika koagulan ditambahkan, disertai dengan proses pengadukan cepat dan lambat, protein kationik yang terbentuk akan menyebar secara merata dalam air limbah dan akan berikatan dengan partikel negatif serta senyawa organik, sehingga menghasilkan flok-flok (Adira, 2020). Parameter COD melebihi baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah No. 22 tahun 2021, Lampiran VI untuk standar kualitas air sungai kelas 3.

Total Suspended Solid

Tabel 4. Hasil Analisis dan Persentase Penyisihan TSS Pada Limbah Cair Batik

Dosis	Konsentrasi Akhir	Persentase Penyisihan
1,5 gram	51 mg/L	90,8%
3 gram	74,3 mg/L	86,6%
6 gram	87 mg/L	84,3%



Gambar 3. Grafik Penurunan TSS

Berdasarkan tabel 4, persentase penyisihan yang diperoleh dari penambahan koagulan dengan dosis 1,5 gram, 3 gram, dan 6 gram masing-masing sebesar 90,8%, 86,6%, dan 84,3%. Serbuk biji pepaya berfungsi sebagai koagulan alami berbasis polimer dengan muatan positif (Kusniawati *et al.*, 2023). Kandungan protein dalam biji pepaya berkontribusi dalam proses destabilisasi

partikel koloid dan partikel tersuspensi melalui mekanisme interaksi elektrostatis, yakni terjadinya tarik-menarik antara ion negatif (anionik) pada partikel polutan dengan ion positif (kationik) yang berasal dari koagulan. Interaksi ini memicu terbentuknya mikroflo. Protein juga dapat berfungsi sebagai polielektrolit yang mempercepat dan mempermudah proses pembentukan flok (Bhernama *et al.*, 2023). Parameter TSS memenuhi baku mutu yang diatur dalam Lampiran VI Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 untuk kualitas air sungai kelas 3.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pada dosis 1,5 gram, terjadi penurunan kadar BOD sebesar 87,7%, COD sebesar 89,5%, dan TSS sebesar 90,8%. Efisiensi penyisihan menurun pada dosis yang lebih tinggi, yaitu 3 gram dan 6 gram. Dosis 3 gram menunjukkan efisiensi penyisihan BOD sebesar 84,8%, COD sebesar 86%, dan TSS sebesar 86,6%, sedangkan pada dosis 6 gram, efisiensi penyisihan BOD sebesar 81,1%, COD sebesar 81,7%, dan TSS sebesar 84,3%. Dosis yang paling optimum yaitu 1,5 gram. Parameter TSS telah memenuhi baku mutu yang ditetapkan dalam PP No. 22 tahun 2021, Lampiran VI untuk kualitas air sungai kelas 3.

SARAN

1. Penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengujian dengan variasi dosis, waktu pengadukan, dan waktu pengendapan yang lebih beragam untuk mengetahui kondisi terbaik dalam proses pengolahan limbah cair batik sehingga dapat memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan.
2. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengujian pada limbah lain dengan parameter berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Adira, R. (2020). Pemanfaatan Biji Trembesi (*Samanea saman*) Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Cair Domestik. (*Doctoral dissertation*, UIN Ar-Raniry Banda Aceh).
- Astuti, N. Y. & Islam, I. (2024). Pengaruh Biji Pepaya sebagai Koagulan terhadap

- Limbah Cair Industri Tahu di Kota Mataram. *Biomaras*, 2(2), 1-8.
- Bhernama, B. G., Musfira, N., & Hamdan, A. M. (2023). Efektivitas Biokoagulan Biji Pepaya (*Carica papaya L.*) Terhadap Penurunan Kadar Pencemar Pada Limbah Laundry. *AMINA*, 5(1),16-25.
- Fitriyah, Akbari, T., & Alfandiana, I. (2022). Pengolahan Limbah Cair Batik Banten secara Koagulasi Menggunakan Tawas dan Adsorpsi dengan Memanfaatkan Zeolit Alam Bayah. *Serambi Engineering*, 7(1), 2499-2509.
- Kusniawati, E., Nuryanti, R., & Walici, A. S. (2023). *Utilization of Papaya Seeds (Carica papaya L.) as Biocoagulant to Improve the Quality of Well Water Using Parameters of pH, TSS, TDS, and Turbidity. Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(5), 2177-2184.
- Mifbakhuddin, Ardiani, F., & Astuti, R. (2021). Pengaruh Berat Karbon Aktif Kulit Jagung terhadap Penurunan COD (*Chemical Oxygen Demand*) Limbah Cair Industri Batik. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 16(4), 227-232.
- Musfira, N. (2022). Efektivitas Biokoagulan Biji Pepaya (*Carica papaya L.*) Terhadap Penurunan Kadar Pencemar pada Limbah Laundry. (*Doctoral dissertation*, UIN Ar-Raniry).
- Nafisah, H. (2024). Pemanfaatan Cangkang Kerang Tiram (*Magallana gigas*) Sebagai Biokoagulan Pada Air Limbah Pemotongan Ikan di UPTD Pasar Al-Mahirah Kota Banda Aceh. (*Doctoral dissertation*, UIN Ar-Raniry).
- Nurismasari, S. A. & Hardjono. (2021). Pemanfaatan Koagulan Alami dari Campuran Biji Trembesi dan Kitosan pada Pengolahan Limbah Penyamakan Kulit. *Distilat*, 7(2), 543-551.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Rachmania, K. A. (2020). Efektivitas Kombinasi Serbuk Biji Kelor (*Moringa oleifera L.*) dengan Serbuk Biji Flamboyan (*Delonix regia R.*) sebagai Koagulan Alami untuk Menurunkan BOD, COD, TSS, dan Kekeruhan pada Limbah Cair Industri Tahu. Surabaya (ID): Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- Rafi, M. I. & Mirwan, M. (2025). Perbandingan Efektivitas Biji Asam Jawa dan Biji Pepaya Sebagai Biokoagulan untuk Menurunkan BOD, COD, dan TSS pada Air Telaga. *Jurnal Serambi Engineering*, X(1), 11571-11576.
- Setyawati, H., Kriswantono, M., Nisa, D., & Hastuti, R. (2017). Serbuk Biji Kelor sebagai Koagulan pada Proses Koagulasi Flokulasi Limbah Cair Pabrik Tahu. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 7(2), 1-6.
- Triwiswara, M. (2019). Penurunan BOD dan COD pada Limbah Cair Industri Batik dengan Sistem *Constructed Wetland* Menggunakan Tanaman *Hippochaetes lymenalis*. *SNIKB*, C3-1 – C3-11.