

Pengaruh Pengolahan Filtrasi Dan Koagulasi Menggunakan Serbuk Biji Kelor Terhadap Penurunan Kadar COD Air Limbah Laundry

The Effect Of Filtration And Coagulation Treatment Using Moringa Seed Powder On Reducing COD Levels In Laundry Wastewater

Philomena Grace De Yarist^{1)*}, Herman Santjoko²⁾, Ibnu Rois³⁾

^{1, 2, 3)} Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, Jalan Tata Bumi No.3 Banyuraden, Gamping, Sleman, Yogyakarta 55293, Indonesia

Abstrak

Pengujian sampel limbah dari salah satu usaha laundry pada Januari 2024 menunjukkan kadar COD sebesar 661,12 mg/L, yang tidak memenuhi standar baku mutu Peraturan Daerah Istimewa Yogyakarta No. 7 tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah, dengan batas maksimal untuk limbah cair laundry adalah 150 mg/L. Limbah cair ini tidak melalui pengolahan dan langsung disalurkan ke saluran pembuangan yang terhubung ke sungai. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas metode pengolahan filtrasi dengan pasir dan koagulasi menggunakan biokoagulan serbuk biji kelor terhadap penurunan kadar COD pada air limbah laundry. Jenis penelitian yang digunakan adalah quasi eksperimen dengan desain pretest and posttest group design, yang dilaksanakan pada Juni-Juli 2024. Sampel yang digunakan adalah 5 liter air limbah laundry dengan 9 kali pengulangan, yang dianalisis menggunakan uji Wilcoxon. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar COD sebelum perlakuan adalah 227,26 mg/L, dan setelah perlakuan filtrasi dan koagulasi dengan serbuk biji kelor, kadar COD menurun rata-rata sebesar 152,88 mg/L (32,73%). Berdasarkan hasil uji statistik, diperoleh nilai $p=0,008$, yang menunjukkan bahwa perlakuan filtrasi dan koagulasi dengan serbuk biji kelor berpengaruh yang signifikan terhadap penurunan kadar COD pada air limbah laundry.

Kata kunci: Biji Kelor; COD; Filtrasi; Koagulasi; Limbah Cair Laundry

Abstract

Testing of wastewater samples from a laundry business in January 2024 revealed a COD concentration of 661.12 mg/L, which exceeds the standards set by the Special Region of Yogyakarta Regulation No. 7 of 2016 on Wastewater Quality Standards, where the maximum allowable COD for laundry wastewater is 150 mg/L. This wastewater had not undergone treatment and was directly discharged into drainage systems connected to a river. Therefore, this study aims to evaluate the effectiveness of a filtration method using sand and coagulation with moringa seed powder biocoagulant in reducing COD levels in laundry wastewater. The research design employed was a quasi-experiment using a "Pretest and Posttest Group Design," conducted from June to July 2024. The sample consisted of 5 liters of laundry wastewater with 9 repetitions, and data were analyzed using the Wilcoxon test. The results showed that the COD level before treatment was 227.26 mg/L, and after treatment with filtration and coagulation using moringa seed powder, the COD concentration decreased by an average of 152.88 mg/L (32.73%). Statistical testing revealed a p-value of 0.008, indicating that the filtration and coagulation treatment with moringa seed powder significantly influenced the reduction of COD in the laundry wastewater.

Keywords: Coagulation; COD; Filtration; Laundry wastewater; Moringa seed

1. Pendahuluan

Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), sampah adalah segala sesuatu yang tidak berguna, tidak terpakai, tidak populer, dibuang, dihasilkan oleh aktivitas manusia, atau tidak diciptakan oleh diri sendiri. Terdapat banyak industri tekstil di Indonesia, salah satu bagian dari industri kecil tekstil adalah industri pencucian pakaian atau laundry yang melakukan kegiatan pencucian pakaian. Limbah cair industri laundry mengandung zat tersuspensi, bahan organik dan warna yang cukup tinggi¹. Selain itu air limbah laundry juga mengandung deterjen yang merupakan suatu derivat zat organik. Zat ini jika terakumulasi dapat menyebabkan meningkatnya kandungan organik sehingga dalam pengolahannya sangat cocok menggunakan proses biologi².

Yogyakarta, sebagai kota pendidikan yang memiliki jumlah mahasiswa yang cukup besar, menjadi lokasi berkembangnya usaha laundry untuk memenuhi kebutuhan mereka. Usaha laundry di Yogyakarta mampu menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang signifikan, berkisar antara 1.000 hingga 3.000 liter per hari, tergantung pada kapasitas dan frekuensi operasionalnya. Namun, sebagian besar usaha laundry tersebut belum memiliki sistem pengolahan limbah yang memadai, sehingga limbah cair tersebut dibuang langsung ke saluran air tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu.

Limbah cair tersebut mengandung konsentrasi COD antara 488-2847 mg/L dan suspended solid (SS) antara 38-857 mg/L³. Pencemaran limbah laundry harus dikelola secara baik agar tidak menyebabkan kerusakan lingkungan yang dapat merusak keseimbangan alam. Air sisa cucian mengandung zat seperti surfaktan anionik dan fosfat. Zat ini dapat menimbulkan eutrofikasi jika melebihi standar⁴. Zat yang paling umum digunakan adalah surfaktan anionik. Sebab, proses pembuatannya sederhana dan murah. Deterjen umumnya terbuat dari alkilbenzena sulfonat (ABS) dan alkilbenzena sulfonat linier (LAS)⁵. Karakteristik dari air limbah laundry berupa *TOC (Total Organic Carbon)* yang dapat menimbulkan pengurangan konsentrasi oksigen pada badan air penerima, *COD (Chemical Oxygen Demand)* yang menimbulkan penurunan kualitas badan air, pengurangan oksigen terlarut dan kematian biota perairan^{6,7}.

Filtrasi merupakan bagian dari tahapan pengolahan limbah cair di mana tahapan ini adalah suatu proses mengalirkan air melewati pasir sebagai media filtrasi⁸. Media filter dapat dibuat dari kombinasi beberapa bahan antara lain kerikil, pasir, karbon aktif, dan sabut kelapa. Filtrasi merupakan bagian utama dalam pengolahan air limbah serta dapat digunakan dalam penurunan logam berat, beberapa parameter fisik yang ada pada air limbah secara efektif. Tujuan dari kegiatan filtrasi yaitu agar dapat menurunkan limbah yang mengandung partikel padat yang melayang dan partikel suspensi halus menggunakan media filter⁹.

Moringa oleifera merupakan tanaman yang umum tumbuh di daerah tropis, termasuk Indonesia¹⁰.

Biji kelor (*Moringa oleifera*) memiliki kemampuan untuk mereduksi partikel koloid dan tersuspensi dalam air limbah. Biji kelor dapat dimanfaatkan sebagai bahan koagulan alami pengganti koagulan sintetik, terutama karena ketersediaannya yang melimpah secara lokal. Efektivitas koagulasi biji kelor ditentukan oleh kandungan protein kationiknya, yang berfungsi dalam proses penggumpalan partikel¹¹. Selain itu, biji kelor juga mengandung senyawa aktif seperti *4-(α -L-Rhamnosyloxy) benzyl isothiocyanate* dan *4-(4'-O-acetyl- α -L-rhamnosyloxy) benzyl isothiocyanate*, yang diketahui berperan sebagai bahan koagulan alami^{12,13}.

Zat aktif yang terkandung dalam bijinya, yaitu *rhamnosyloxy benzyl isothiocyanate*, memiliki kemampuan mengadsorpsi partikel-partikel halus dalam air limbah. Pengolahan biji kelor menjadi bentuk partikel yang lebih kecil akan meningkatkan luas permukaannya, sehingga jumlah bahan aktif yang tersedia untuk proses koagulasi juga meningkat¹⁴.

Dari hasil pemeriksaan terhadap sampel air limbah dari salah satu usaha laundry pada bulan Januari 2024, diketahui kadar COD sebesar 661,12 mg/L. kadar tersebut tidak memenuhi standar baku mutu Peraturan Daerah Istimewa Yogyakarta No. 7 tahun 2016 sebesar 150 mg/L¹⁵. Limbah laundry dapat menyebabkan pencemaran lingkungan karena terdapat fosfat di dalamnya (*Sodium Tripoly Phosphate/STPP*) yang ada pada deterjen¹⁶. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penurunan kadar COD air limbah laundry setelah dilakukan pengolahan filtrasi dan koagulasi dengan serbuk biji kelor.

2. Metode

Penelitian ini merupakan penelitian kuasi-eksperimen dengan desain *pretest and posttest group design*. Objek penelitian adalah limbah cair dari salah satu usaha laundry di Kota Yogyakarta yang belum memiliki instalasi pengolahan air limbah. Usaha laundry ini melayani pencucian pakaian hingga 200 kg per hari, dengan peningkatan volume pada akhir pekan dan hari libur. Penggunaan deterjen rata-rata per hari mencapai sekitar 5 kg untuk deterjen bubuk dan 3 liter untuk deterjen cair. Volume air yang digunakan

berkisar antara 2.500 hingga 3.000 liter per hari. Limbah cair dari proses pencucian tidak mengalami pengolahan, melainkan langsung dibuang ke saluran pembuangan air hujan (drainase), sehingga menimbulkan bau tidak sedap di lingkungan sekitar.

Sistem pengolahan air limbah yang digunakan dalam penelitian ini dirancang menggunakan rangkaian bak equalisasi, unit filtrasi pasir, bak penampung, dan unit koagulasi. Bak equalisasi dibuat dari galon bekas berkapasitas 15 liter. Unit filtrasi pasir juga menggunakan galon bekas yang diisi dengan pasir sungai (pasir kali) yang telah diayak, dengan sistem aliran downflow.

Prosedur pengolahan dilakukan sebagai berikut: limbah cair sebanyak 10 liter dimasukkan ke dalam bak equalisasi, kemudian dialirkan ke unit filtrasi pasir. Hasil filtrasi ditampung dalam bak penampung untuk selanjutnya dilakukan proses koagulasi. Proses koagulasi dilakukan dengan menempatkan 250 ml limbah ke dalam gelas ukur, kemudian ditambahkan serbuk biji kelor sebanyak 0,5 gram. Campuran tersebut diaduk menggunakan alat magnetic stirrer dengan kecepatan 120 rpm selama 1 menit (rapid mixing), kemudian dilanjutkan dengan kecepatan 30 rpm selama 20 menit (slow mixing). Setelah itu, larutan dibiarkan selama 40 menit untuk proses sedimentasi.

Setelah proses pengolahan, sampel limbah dikirim ke laboratorium untuk dilakukan analisis kadar Chemical Oxygen Demand (COD). Pengujian kadar COD dilakukan menggunakan metode titrasi dikromat tertutup, sesuai dengan prosedur standar dari APHA (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater). Data hasil pengukuran kadar COD sebelum dan sesudah perlakuan dianalisis secara statistik menggunakan uji Wilcoxon, karena hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data pretest tidak berdistribusi normal.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan kadar Chemical Oxygen Demand (COD) dari air limbah laundry melalui proses filtrasi menggunakan media pasir dan koagulasi dengan serbuk biji kelor. Hasil penelitian disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1 Rata-rata Kadar COD Air Limbah Laundry Sebelum Dan Sesudah Perlakuan Filtrasi Dan Koagulasi.

Pengulangan	Pretest (mg/L)	Posttest (mg/L)	Selisih (mg/L)	Persentase Penurunan (%)	<i>P-value</i>
1	227,26	165,28	61,98	27,27	0,008
2	227,26	140,49	86,77	38,18	
3	227,26	152,88	74,38	32,73	
4	227,26	152,88	74,38	32,73	
5	227,26	144,62	82,64	36,36	
6	227,26	144,62	82,64	36,36	
7	227,26	161,15	66,11	29,09	
8	227,26	157,02	70,24	30,91	
9	227,26	157,02	70,24	30,91	
Jumlah	2045,34	1375,96	669,38	294,54	
Rata-rata	227,26	152,88	74,38	32,73	

Sumber: Data Primer, 2025

Berdasarkan data pada tabel 1, terlihat bahwa kombinasi filtrasi dengan media pasir dan koagulasi menggunakan serbuk biji kelor sebanyak 0,5 gram mampu menurunkan kadar COD air limbah laundry secara signifikan. Rata-rata kadar COD sebelum perlakuan adalah 227,26 mg/L dan menurun menjadi 152,88 mg/L setelah perlakuan, dengan penurunan rata-rata sebesar 74,38 mg/L atau 32,73%. Hasil uji statistik menggunakan Wilcoxon signed-rank test menunjukkan nilai $p\text{-value} = 0,008$ ($p < 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar COD sebelum dan sesudah perlakuan.

Penurunan kadar COD menunjukkan bahwa kombinasi metode filtrasi dan koagulasi memiliki efektivitas dalam mengurangi beban pencemar organik dalam air limbah laundry. Namun demikian, jika dibandingkan dengan baku mutu air limbah berdasarkan Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016, yang menetapkan kadar maksimum COD untuk air limbah laundry sebesar 150

mg/L, maka hanya tiga dari sembilan pengulangan yang memenuhi baku mutu tersebut (pengulangan ke-2, ke-5, dan ke-6). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun ada penurunan signifikan, metode yang digunakan belum sepenuhnya optimal.

Salah satu penyebab belum optimalnya penurunan COD kemungkinan berasal dari keterbatasan efektivitas media filtrasi pasir dalam menyaring bahan pencemar terlarut seperti surfaktan, lemak, dan senyawa organik kompleks yang dominan dalam air limbah laundry³. Filtrasi pasir lebih efektif untuk menghilangkan padatan tersuspensi (*suspended solids*), bukan senyawa terlarut. Selain itu, senyawa lemak dan minyak cenderung membentuk lapisan yang sulit difiltrasi secara konvensional, sehingga diperlukan metode tambahan seperti penggunaan bakteri dalam biofilter untuk mengatasinya^{17,18}.

Dalam proses koagulasi, serbuk biji kelor mengandung senyawa aktif seperti *4-(α-L-rhamnosyloxy)benzyl isothiocyanate*, yang bersifat kationik dan dapat berinteraksi dengan partikel koloid bermuatan negatif. Namun efektivitas koagulan sangat dipengaruhi oleh tingkat kekeruhan air. Jika air hasil filtrasi sudah cukup jernih, maka jumlah partikel koloid yang tersedia untuk diikat oleh koagulan menjadi sedikit, sehingga efektivitas penurunan COD menurun. Artinya, proses koagulasi lebih efektif jika dilakukan terhadap air limbah yang masih memiliki kekeruhan tinggi^{12,19}.

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan studi sebelumnya oleh Harahap et al., yang menunjukkan bahwa zat kimia dalam deterjen sulit terurai secara alami dan berkontribusi pada tingginya kadar COD. Beberapa bahan aktif dalam deterjen, seperti surfaktan anionik, softener, dan senyawa natrium, tidak hanya meningkatkan beban pencemar organik, tetapi juga menurunkan kadar oksigen terlarut di dalam air²⁰. Hal ini diperkuat oleh temuan Wicheisa et al., yang menyebutkan bahwa komponen dalam deterjen rumah tangga, terutama softener dan builder, bersifat toksik terhadap biota air dan meningkatkan nilai COD secara signifikan²¹.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kombinasi metode filtrasi menggunakan media pasir dan koagulasi dengan serbuk biji kelor mampu menurunkan kadar COD air limbah laundry secara signifikan, namun belum seluruhnya memenuhi standar baku mutu. Diperlukan pengembangan lebih lanjut, seperti optimasi dosis koagulan, penggunaan media filtrasi yang lebih efektif (misalnya karbon aktif), atau penambahan tahap pengolahan biologis untuk meningkatkan kualitas hasil pengolahan air limbah laundry²².

4. Simpulan dan Saran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi filtrasi dengan media pasir dan koagulasi menggunakan serbuk biji kelor dosis 0,5 gram mampu menurunkan kadar COD air limbah laundry secara signifikan. Rata-rata penurunan kadar COD sebesar 32,73% dengan p-value = 0,008. Namun, hanya tiga dari sembilan pengulangan yang memenuhi baku mutu COD sebesar 150 mg/L sesuai Perda DIY No. 7 Tahun 2016. Hal ini menunjukkan bahwa metode yang digunakan belum sepenuhnya efektif.

Pemilik usaha laundry disarankan untuk membangun instalasi pengolahan air limbah sederhana yang menggabungkan filtrasi dan koagulasi. Perlu ditingkatkan efektivitas media filtrasi, misalnya dengan penambahan karbon aktif. Penggunaan deterjen ramah lingkungan juga dianjurkan untuk mengurangi beban pencemar. Selain itu, pemantauan kualitas limbah secara berkala perlu dilakukan agar tidak mencemari lingkungan sekitar.

5. Daftar Pustaka

1. Rahmawati. Teknik Pengelolaan Limbah Rumah Tangga Berbasis Komunitas. *TeknoL Lingkungan*. 2018;2(1):40–7.
2. Trestianingrum R, Sarini Rahayu. Efektifitas, Perbandingan Tawas, Koagulan Biji, D A N Terhadap, Kelor Pada, B O D Limbah, A I R Cuci, Jasa Laundry. :1–7.
3. Nurhidayanti N, Ilyas NI, Lazuardini DP. Studi Pengolahan Limbah Cair Laundry menggunakan Serbuk Biji Asam Jawa sebagai Biokoagulan. *J Tekno Insentif*. 2022 Apr;16(1):16–27.
4. Triastuti, Herawati J, Rois I, Badaria, Carong SR, Iswahyudi, et al. Ekologi dan Pencemaran Lingkungan [Internet]. 1st ed. Medan: Yayasan Kita Menulis; 2023. Available from: <https://kitamenulis.id/2023/02/01/ekologi-dan-pencemaran-lingkungan/>
5. Lalijo MI. Pengolahan Limbah Laundry dengan Metode Filtrasi. 2023;11(101):57.
6. Nascimento COC, Veit MT, Palácio SM, Gonçalves GC, Fagundes-Klen MR. Combined Application of Coagulation/Flocculation/Sedimentation and Membrane Separation for the

- Treatment of Laundry Wastewater. *Int J Chem Eng*. 2019;2019.
7. Hermida L, Agustian J, Azizah Z. Pengolahan Limbah Cair Laundry menggunakan Ekstrak Biji Kelor sebagai Biokoagulan. *J Teknol dan Inov Ind* [Internet]. 2023 May 3;4(1). Available from: <https://jtii.eng.unila.ac.id/index.php/ojs/article/view/62>
 8. Zahro SF. Rancang bangun filter limbah cair laundry skala rumah tangga dengan menggunakan multimedia filter. 2020;
 9. Selfia M, Aida N, Rahman A. Pengolahan Limbah Cair Pencucian Kendaraan Dengan Sistem Filtrasi Menggunakan Filter Multimedia. *Lingk J Environ Eng*. 2022;3(1):17–31.
 10. Isnan, Wahyudi dan M N. Ragam Manfaat Tanaman Kelor (*Moringa oleifera* Lamk) Bagi Masyarakat. *Info Tek EBONI*. 2017;14(1):63–75.
 11. Setyawati H, Kriswantono M, Nisa DA, Hastuti R. Serbuk Biji Kelor Sebagai Koagulan Pada Proses Koagulasi Flokulasi Limbah Cair Pabrik Tahu. 2017;1–6.
 12. Rois I, Pranoto P. Efektivitas Adsorben Alofan-Kelor dalam Pengurangan Bakteri Coliform dan *Escherichia Coli* Limbah Cair Domestik. In: *Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Sainstek III* [Internet]. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta; 2018 [cited 2025 Jul 1]. Available from: <https://proceedings.ums.ac.id/snpbs/article/view/587/580>
 13. Sulaiman M, Andrawus Zhigila D, Mohammed K, Mohammed Umar D, Aliyu B, Manan FA. *Moringa oleifera* seed as alternative natural coagulant for potential application in water treatment: A review. *J Adv Rev Sci Res J homepage* [Internet]. 2017;30(1):1–11. Available from: www.akademiabaru.com/arsr.html
 14. Rustiah W, Andriani Y. Analisis Serbuk Biji Kelor (*Moringa Oleifera*, Lamk) dalam Menurunkan Kadar COD dan BOD pada Air Limbah Jasa Laundry. *Indo J Chem Res*. 2018;5(2):96–100.
 15. Peraturan Daerah DIY. Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah. Peratur Drh Drh Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah. 2016;1–53.
 16. Mu'in, Roosdiana., Septi Wulandari. NPP. Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Massa Adsorben terhadap Penurunan Kadar Fospat pada Pengolahan Limbah Laundry. *J Tek Kim*. 2017;23(1):67–76.
 17. Monsalves N, Leiva AM, Gómez G, Vidal G. Organic Compounds and Antibiotic-Resistant Bacteria Behavior in Greywater Treated by a Constructed Wetland. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2023 Jan 28;20(3):2305. Available from: <https://www.mdpi.com/1660-4601/20/3/2305>
 18. Kawuri R, Darmayasa IBG. Potensi Bakteri Sebagai Biodegradasi Lemak Dan Minyak Pada Lingkungan Yang Tercemar Limbah Domestik. *Metamorf J Biol Sci* [Internet]. 2022 Jun 1;9(1):184. Available from: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/metamorfosa/article/view/69571>
 19. Khusnani ES, Marsum M, Ma'ruf F. Efektivitas Serbuk Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) sebagai Biokoagulan dalam Penurunan Kadar Fosfat pada Air Limbah Laundry. *Bul Keslingmas* [Internet]. 2024 Dec 31;43(4):202–10. Available from: <https://ejournal.poltekkes-smg.ac.id/ojs/index.php/keslingmas/article/view/12431>
 20. Harahap J, Ashari TM, Munar CH. PEMANFAATAN SERBUK BIJI KELOR (*Moringa oleifera*) SEBAGAI BIOKOAGULAN PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH PENATU. *AMINA* [Internet]. 2022 Apr 30;4(1):7–16. Available from: <https://journal.ar-raniry.ac.id/amina/article/view/2468>
 21. Wicheisa FV, Hanani Y, Astorina N. Penurunan Kadar Chemical Oxygen Demand (Cod) Pada Limbah Cair Laundry Orens Tembalang Dengan Berbagai Variasi Dosis Karbon Aktif Tempurung Kelapa. *J Kesehat Masy* [Internet]. 2018;6(6):135–42. Available from: <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm>
 22. Cüce H, Aydın Temel F. Efficient Removal Performance of COD in Real Laundry Wastewater via Conventional and Photo-Fenton Degradation Systems: A Comparative Study on Oxidants and Operating Time by H₂O₂/Fe²⁺. *Arab J Sci Eng* [Internet]. 2023 Dec 13;48(12):15823–35. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s13369-023-07652-9>