

Jurnal Penelitian Kesmasy	Vol. 8 No.1	Edition: Mei 2025– Oktober 2025
	http://ejournal.delihusada.ac.id/index.php/JPKSY	
Received: 12 Oktober 2025	Revised: 15 Oktober 2025	Accepted: 20 Oktober 2025

EFEKTIVITAS TANAMAN KAYU APU (*PISTIA STRATIOTES L.*) TERHADAP PENURUNAN KADAR COD DAN BOD MENGGUNAKAN METODE FITOREMEDIASI PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU TAHUN 2025

Bahtera Bindavid Purba¹, Ripando Jon Satria Sembiring², Pitto Pratiwi Malau³

Institut Kesehatan Deli Husada Deli Tua, Jl. Besar Delitua No. 77, Kecamatan
Deli Tua, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara
Email : bahterabd@gmail.com

ABSTRACT

*Liquid waste from tofu industries contains high levels of organic matter, as indicated by COD (Chemical Oxygen Demand) and BOD (Biochemical Oxygen Demand) values that exceed environmental quality standards. This can lead to water pollution and harm aquatic ecosystems. This study aims to determine the effectiveness of water lettuce (*Pistia stratiotes L.*) in reducing COD and BOD levels in tofu industry wastewater through the phytoremediation method. The research was conducted using a post-test only experimental design. The Treatments were applied by placing 500 grams of water lettuce into the wastewater for durations of 3, 6, and 9 days. The results showed that COD levels decreased from 784 mg/L to 132 mg/L on the 9th day (a reduction of 83.16%), and BOD levels decreased from 272 mg/L to 41 mg/L (a reduction of 84.92%). The findings indicate that water lettuce is effective in lowering COD and BOD levels, and the duration of exposure significantly affects the level of effectiveness. Phytoremediation using water lettuce can be a simple, environmentally friendly, and cost-effective alternative for treating liquid waste, especially in small-scale or household tofu industries.*

Keywords : Water lettuce, Phytoremediation, tofu wastewater, COD, BOD

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri, khususnya industri pangan seperti industri tahu, memberikan kontribusi signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi masyarakat. Namun, di sisi lain, aktivitas ini juga menghasilkan limbah yang berpotensi mencemari lingkungan, terutama dalam bentuk limbah cair. Industri tahu menghasilkan limbah cair yang mengandung bahan organik dalam konsentrasi tinggi, yang ditunjukkan oleh tingginya nilai Chemical Oxygen Demand (COD) dan Biochemical Oxygen Demand (BOD).

COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi secara kimia semua bahan organik dan anorganik yang terdapat dalam air, sedangkan BOD menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik secara biologis. Nilai COD dan BOD yang tinggi dalam air limbah dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut di perairan, mengganggu keseimbangan ekosistem akuatik, dan menimbulkan risiko kesehatan bagi manusia dan makhluk hidup lainnya. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014, batas ambang COD dalam limbah cair industri tahu adalah 300 mg/L dan BOD 150 mg/L. Namun, banyak industri tahu skala kecil atau rumah tangga yang membuang limbahnya tanpa pengolahan, sehingga melampaui baku mutu yang ditetapkan.

Metode pengolahan limbah konvensional umumnya memerlukan biaya yang tinggi dan teknologi yang kompleks, yang sulit dijangkau oleh industri berskala kecil. Oleh karena itu, diperlukan alternatif yang ramah lingkungan

dan ekonomis, salah satunya adalah metode fitoremediasi. Fitoremediasi adalah teknologi hijau yang memanfaatkan kemampuan alami tanaman tertentu untuk menyerap, mengurai, atau menetralkan zat pencemar dari tanah maupun air. Keunggulan fitoremediasi antara lain biaya operasional yang rendah, tidak memerlukan peralatan yang rumit, dan dapat meningkatkan kualitas estetika lingkungan.

Salah satu tanaman air yang potensial digunakan dalam metode ini adalah Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.). Tanaman ini dikenal memiliki sistem perakaran yang lebat dan mampu menyerap zat pencemar seperti senyawa organik, logam berat, serta nutrisi seperti nitrogen dan fosfor. Akar tanaman ini juga menjadi tempat berkembangnya mikroorganisme rhizosfer yang berperan dalam proses degradasi bahan organik. Beberapa penelitian sebelumnya (Difya, 2020; Ahmad, 2020; Rosa, 2022) telah membuktikan bahwa kayu apu efektif dalam menurunkan kadar COD dan BOD di berbagai jenis limbah cair.

Melihat permasalahan pencemaran akibat limbah cair tahu dan potensi tanaman kayu apu dalam mengatasinya, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas *Pistia stratiotes* L. dalam menurunkan kadar COD dan BOD menggunakan metode fitoremediasi. Penelitian dilakukan pada limbah cair dari industri tahu rumahan di Kecamatan Namorambe, Kabupaten Deli Serdang, dengan harapan dapat memberikan bukti ilmiah sekaligus solusi praktis dan ekonomis untuk pengolahan limbah di industri rumah tangga.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen dengan pendekatan post-test only. Sampel limbah cair diambil dari industri tahu rumahan Putri Deli yang berada di Kecamatan Namorambe, Kabupaten Deli Serdang. Perlakuan dilakukan dengan menanam 500 gram tanaman Kayu Apu dalam 5 liter air limbah tahu selama 3, 6, dan 9 hari. Parameter yang diamati adalah kadar COD dan BOD yang diukur menggunakan metode spektrofotometri sesuai dengan standar SNI.

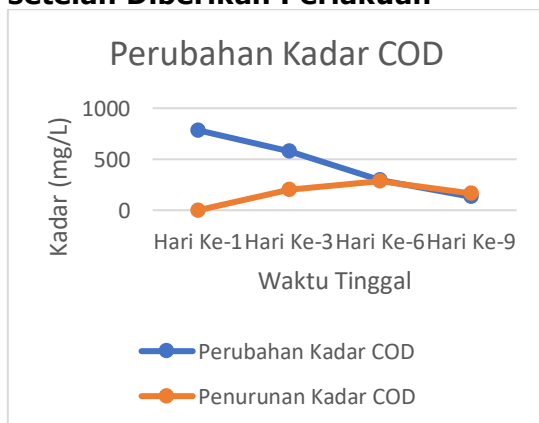
Pengujian dilakukan di laboratorium terakreditasi untuk memastikan keakuratan hasil. Data dianalisis secara deskriptif untuk melihat tren penurunan kadar COD dan BOD pada masing-masing waktu perlakuan.

3. HASIL

Tabel 1. Perubahan Kadar COD setelah Diberikan Perlakuan

N o	Basel ine (mg/ L)	Wak tu Ting gal	Sesudah Perlakuan(mg/L)	Penuru nan Kadar (mg/L)
1		Hari ke-3	580 mg/L	204 mg/L
2	784 mg/L	Hari ke-6	295 mg/L	285 mg/L
3		Hari ke-9	132 mg/L	163 mg/L

Grafik 1. Perubahan Kadar COD setelah Diberikan Perlakuan



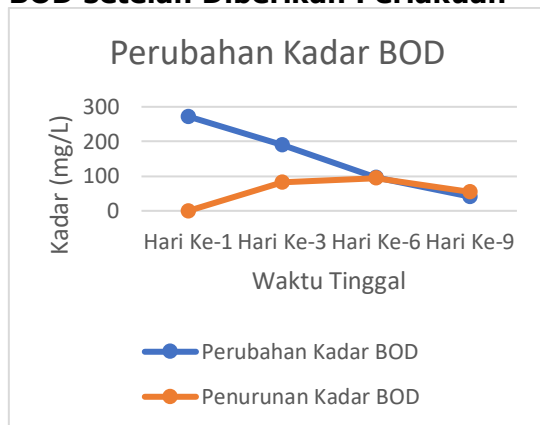
Berdasarkan data dalam tabel, diketahui bahwa kadar awal COD (baseline) limbah sebelum diberi perlakuan adalah sebesar 784 mg/L. Setelah dilakukan perlakuan selama 3 hari, kadar COD menurun menjadi 580 mg/L, mengalami penurunan sebesar 204 mg/L. Penurunan ini terus berlanjut secara signifikan pada hari ke-6, yaitu menjadi 295 mg/L (penurunan sebesar 285 mg/L dari nilai awal). Kemudian, pada hari ke-9, kadar COD tercatat hanya sebesar 132 mg/L, yang berarti terjadi penurunan total sebesar 652 mg/L dari kadar awalnya. Data ini mengindikasikan bahwa semakin lama waktu tinggal tanaman dalam limbah, semakin besar pula penurunan kadar COD yang terjadi.

Visualisasi pada Gambar 1. memperkuat data tersebut. Grafik menunjukkan tren penurunan kadar COD yang konsisten dan menurun tajam dari hari ke-1 hingga hari ke-9. Garis biru pada grafik mewakili nilai kadar COD yang semakin menurun dari waktu ke waktu, sedangkan garis merah menunjukkan jumlah penurunan kadar COD pada masing-masing titik waktu. Grafik ini membantu memperjelas bahwa laju penurunan paling signifikan terjadi pada interval hari ke-3 hingga hari ke-6.

Tabel 2. Perubahan Kadar BOD Setelah Diberikan Perlakuan

N o	Baseli ne (mg/ L)	Wakt u Ting gal	Sesud ah Perlak uan (mg/L)	Penuru nan Kadar (mg/L)
1		Hari ke-3	190 mg/L	82 mg/L
2	272 mg/L	Hari ke-6	96 mg/L	94 mg/L
3		Hari ke-9	41 mg/L	55 mg/L

Grafik 2. Grafik Perubahan Kadar BOD setelah Diberikan Perlakuan



Berdasarkan Tabel 2. kadar BOD awal atau baseline sebelum perlakuan adalah sebesar 272 mg/L. Setelah dilakukan perlakuan selama 3 hari, kadar BOD menurun menjadi 190 mg/L, menunjukkan penurunan sebesar 82 mg/L, atau sekitar 30,15% dari kadar awal. Pada hari ke-6, kadar BOD semakin menurun menjadi 96 mg/L, yang berarti penurunan mencapai 176 mg/L atau setara 64,70%. Kemudian, pada hari ke-9, kadar BOD menurun lebih lanjut menjadi 41 mg/L, sehingga total penurunan dari baseline adalah 231 mg/L, atau setara dengan 84,92%.

Visualisasi pada Gambar 2. mendukung data dalam tabel, dengan menampilkan grafik dua garis. Garis biru menunjukkan penurunan nilai kadar BOD dari waktu ke waktu, sedangkan garis oranye menampilkan jumlah penurunan kadar BOD dibandingkan dengan nilai awal. Grafik ini memperjelas bahwa tren penurunan terjadi secara konsisten dan signifikan selama masa perlakuan.

Tabel 3. Statistik Deskriptif Kadar COD dan BOD Setelah Perlakuan

Statistik	COD (mg/L)	BOD (mg/L)
N (Jumlah Sampel)	3	3
Mean (Rata-rata)	301.33	109.00
Median	192.00	96.00

Standar Deviasi	243.19	75.35
Minimum	132	41
Maximum	580	190

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa rata-rata kadar COD setelah perlakuan sebesar 301,33 mg/L, dengan nilai minimum 132 mg/L dan maksimum 580 mg/L. Nilai standar deviasi sebesar 243,19 mg/L menunjukkan adanya variasi yang cukup besar antar data, yang mengindikasikan bahwa penurunan COD terjadi secara bertahap seiring waktu tinggal tanaman kayu apu di dalam limbah.

Sementara itu, kadar BOD setelah perlakuan menunjukkan rata-rata sebesar 109,00 mg/L, dengan nilai minimum 41 mg/L dan maksimum 190 mg/L. Nilai standar deviasi 75,35 mg/L lebih rendah dibanding COD, yang menunjukkan bahwa penurunan BOD berlangsung lebih stabil dan konsisten.

4. PEMBAHASAN

Analisis Penurunan Kadar COD oleh Tanaman Kayu Apu

Berdasarkan hasil penelitian yang ditampilkan pada Tabel 1. dan Gambar 1. kadar COD awal sebesar 784 mg/L mengalami penurunan menjadi 580 mg/L pada hari ke-3 (penurunan sebesar 204 mg/L atau 26,02%), kemudian menjadi 295 mg/L pada hari ke-6 (62,37%), dan selanjutnya turun menjadi 132 mg/L pada hari ke-9 (83,16%). Data tersebut menunjukkan adanya penurunan yang signifikan dan konsisten seiring bertambahnya waktu tinggal tanaman dalam media limbah.

Tanaman kayu apu memiliki sistem akar serabut yang menggantung di air dan mampu menyerap senyawa organik serta logam berat. Selain itu, akar tanaman ini juga menyediakan substrat bagi pertumbuhan mikroorganisme yang berperan

dalam proses oksidasi biologis bahan pencemar (Setyawan et al., 2021). Proses ini menjadikan fitoremediasi sebagai metode yang tidak hanya bersifat pasif melalui penyerapan, tetapi juga aktif karena melibatkan interaksi biologis.

Penelitian ini sejalan dengan hasil studi dari Yuliani dan Apriani (2020), yang menyatakan bahwa tanaman kayu apu menunjukkan efektivitas tinggi dalam menurunkan COD dengan waktu tinggal minimal 6 hari. Penurunan COD secara signifikan juga dilaporkan oleh Priyono et al. (2021) yang menemukan bahwa COD dapat turun hingga 75% dalam perlakuan 7 hari dengan tanaman air.

Penurunan kadar COD juga dipengaruhi oleh waktu tinggal. Semakin lama tanaman berada dalam media limbah, semakin banyak zat pencemar yang diserap atau diuraikan. Hal ini diperkuat oleh Putri et al. (2019) yang menemukan bahwa waktu tinggal berbanding lurus dengan efektivitas penurunan COD.

Menurut Wulandari dan Rahmawati (2018), kayu apu memiliki kemampuan menyerap bahan pencemar seperti amonia, fosfat, dan senyawa organik lainnya secara simultan. Tanaman ini juga meningkatkan kadar oksigen terlarut, sehingga mempercepat aktivitas mikroba dalam mengurai bahan pencemar.

Analisis Penurunan Kadar BOD oleh Tanaman Kayu Apu

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar BOD limbah tahu mengalami penurunan signifikan setelah dilakukan perlakuan menggunakan metode fitoremediasi dengan tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*). Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.2, kadar BOD awal

sebesar 272 mg/L menurun menjadi 190 mg/L pada hari ke-3 (penurunan 30,15%), kemudian menjadi 96 mg/L pada hari ke-6 (penurunan 64,70%), dan mencapai 41 mg/L pada hari ke-9 (penurunan total 84,92%). Penurunan ini menunjukkan bahwa tanaman kayu apu efektif dalam mengurangi kandungan bahan organik yang terlarut dalam limbah.

Penurunan kadar BOD ini tidak hanya disebabkan oleh kemampuan tanaman menyerap zat pencemar secara langsung, tetapi juga karena dukungan sistem akar yang menggantung dan menyediakan habitat bagi mikroorganisme aerobik yang mempercepat proses dekomposisi bahan organik (Nurfadillah et al., 2021). Proses biologis yang terjadi secara simultan antara tanaman dan mikroorganisme membuat metode ini sangat efektif dan efisien.

Hasil ini sejalan dengan penelitian Lestari dan Hasanah (2020) yang menyatakan bahwa kayu apu mampu menurunkan BOD hingga 80% dalam 7 hari pada limbah rumah tangga. Begitu pula penelitian oleh Wijayanti et al. (2021) menunjukkan bahwa kolam limbah dengan tanaman kayu apu mengalami penurunan BOD signifikan dibanding kontrol tanpa tanaman.

Faktor waktu tinggal juga memengaruhi efektivitas penurunan BOD. Sari dan Puspitasari (2022) menjelaskan bahwa semakin lama waktu tinggal tanaman, maka semakin tinggi efektivitas penyerapan dan penguraian zat organik. Tanaman kayu apu juga terbukti bertahan pada kondisi limbah yang cukup ekstrem, sesuai dengan studi Yuliani dan Apriani (2020) yang menyebutkan bahwa kayu apu tetap efektif meskipun kadar pencemaran awal cukup tinggi.

Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman kayu apu efektif dalam pengolahan limbah cair industri tahu, khususnya dalam menurunkan kadar COD dan BOD secara signifikan dan konsisten.

5. KESIMPULAN

1. Tanaman kayu apu terbukti efektif dalam menurunkan kadar Chemical Oxygen Demand (COD) dan Biochemical Oxygen Demand (BOD) pada limbah cair industri tahu. Dalam waktu 9 hari perlakuan, kadar COD menurun dari 784 mg/L menjadi 132 mg/L (penurunan sebesar 83,16%), sedangkan kadar BOD menurun dari 272 mg/L menjadi 41 mg/L (penurunan sebesar 84,92%).
2. Proses penurunan BOD berlangsung lebih cepat dan stabil dibandingkan dengan penurunan COD. Hal ini disebabkan oleh karakteristik BOD yang hanya mengukur senyawa organik yang dapat terurai secara biologis, sedangkan COD juga mencakup senyawa kimia yang bersifat non-biodegradable.
3. Metode fitoremediasi menggunakan tanaman kayu apu merupakan pendekatan yang sederhana, ramah lingkungan, dan ekonomis dalam mengolah limbah cair yang mengandung bahan organik tinggi, seperti limbah industri tahu.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, R. (2020). *Efektivitas Tanaman Air Kayu Apu (Pistia stratiotes) dalam Menurunkan Kadar COD dan BOD pada Limbah Domestik*. Jurnal Ilmu Lingkungan, 18(2), 123–130.
- Lestari, N., & Hasanah, U. (2020). Efektivitas Kayu Apu (Pistia stratiotes L.) dalam Menurunkan BOD Limbah Rumah Tangga. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 21(1), 45–52.
- Nurfadillah, S., Aditya, M., & Arifin, H. (2021). Peran Akar Tanaman Air dalam Fitoremediasi Limbah Organik. *Jurnal Bioteknologi & Lingkungan*, 9(2), 87–95.
- Priyono, B., Sari, R. M., & Handayani, D. (2021). Penurunan COD dengan Metode Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Air. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 15(3), 211–219.
- Putri, A. R., Fitriani, E., & Dewi, K. (2019). Pengaruh Waktu Tinggal terhadap Efektivitas Tanaman Air dalam Menurunkan COD. *Jurnal Ilmu Lingkungan Tropis*, 7(2), 67–73.
- Sari, N. F., & Puspitasari, D. (2022). Pengaruh Waktu Tinggal Tanaman Kayu Apu terhadap Penurunan BOD dan COD pada Limbah Domestik. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 11(1), 33–40.
- Setyawan, A., Rahmawati, Y., & Hidayat, A. (2021). Peran Rhizosfer dalam Proses Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Kayu Apu. *Jurnal Biologi Tropis*, 19(1), 55–62.
- Wijayanti, S., Nugroho, R., & Lestari, H. (2021). Analisis Efektivitas Kolam Limbah Menggunakan Kayu Apu sebagai Agen Fitoremediasi. *Jurnal Teknologi Lingkungan dan Energi*, 5(1), 14–22.
- Wulandari, S., & Rahmawati, D. (2018). Kemampuan Kayu Apu (Pistia stratiotes) dalam Menyerap Amonia dan Fosfat. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 6(3), 97–103.

- Yuliani, D., & Apriani, R. (2020). Efektivitas Tanaman Kayu Apu dalam Menurunkan Kadar COD dan BOD pada Limbah Industri Rumah Tangga. *Jurnal Ilmu Lingkungan dan Kehutanan*, 10(2), 89–96.