

**DESIGN OF A PHYTOREMEDIATION SYSTEM USING WATER
HYACINTH (*Eichhornia crassipes*) FOR TOFU WASTEWATER
TREATMENT IN PALANGKA RAYA**

**Perancangan Sistem Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok
untuk Pengolahan Limbah Cair Tahu di Palangka Raya**

Septi Tri Wahyuni^{1*}

¹ Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palangkaraya,
Palangka Raya, Indonesia

**Penulis korespondensi: septitriwahyuni39@gmail.com*

ABSTRACT

This study discusses the design of a tofu wastewater treatment system using phytoremediation with water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). The system was designed for a wastewater flow of 1.0575 m³/day and a hydraulic retention time of 5 days, requiring an effective volume of 5.2875 m³ (5.29 m³). Primary laboratory data showed reductions in BOD from 122.7 mg/L to 18.4 mg/L (85%), COD from 117.45 mg/L to 23.5 mg/L (80%), and TSS from 38 mg/L to 3.8 mg/L (90%). The laboratory identity, analytical methods, sampling dates, and number of samples or replicates were not available in the source document; therefore, interpretation and reproducibility of these results are limited. The measured concentrations comply with the tofu-industry limits in Appendix XVIII of Indonesian Minister of Environment Regulation No. 5 of 2014.

ABSTRAK

Penelitian ini membahas perancangan sistem pengolahan limbah cair tahu menggunakan fitoremediasi dengan tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Sistem dirancang untuk debit air limbah 1,0575 m³/hari dan waktu tinggal hidraulik 5 hari sehingga memerlukan volume efektif 5,2875 m³ (5,29 m³). Data laboratorium primer menunjukkan penurunan BOD dari 122,7 mg/L menjadi 18,4 mg/L (85%), COD dari 117,45 mg/L menjadi 23,5 mg/L (80%), dan TSS dari 38 mg/L menjadi 3,8 mg/L (90%). Identitas laboratorium, metode analisis, tanggal pengambilan sampel, serta jumlah sampel atau ulangan tidak tersedia dalam naskah sumber; karena itu, interpretasi dan reproduksibilitas hasil masih terbatas. Konsentrasi terukur memenuhi baku mutu industri tahu pada Lampiran XVIII Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014.

© 2025 Septi Tri Wahyuni. Published by Researches and Community Services JANTOS CV. Open Access under CC BY-SA 4.0: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Keywords:

Phytoremediation; water hyacinth; tofu wastewater; BOD, COD, and TSS; hydraulic retention time

Received: August 2026

Reviewed: August 2026

Published: August 2026

Kata kunci:

Fitoremediasi; eceng gondok; limbah cair tahu; BOD, COD, dan TSS; waktu tinggal hidraulik

Diterima: Agustus 2026

Direview: Agustus 2026

Dipublikasi: Agustus 2026



Gambar 1. Dokumentasi lokasi penelitian pada naskah sumber

PENDAHULUAN

Industri tahu merupakan salah satu sektor usaha kecil dan menengah yang banyak berkembang di Indonesia. Meskipun memberikan kontribusi ekonomi yang signifikan, industri ini juga menghasilkan limbah cair yang berpotensi mencemari lingkungan. Limbah cair tahu umumnya berasal dari proses pencucian, perendaman, perebusan, dan pemerasan kedelai. Ciri khas limbah ini adalah berwarna keruh, berbau menyengat, serta mengandung bahan organik seperti protein, lemak, dan karbohidrat dalam kadar tinggi. Apabila dibuang langsung ke lingkungan tanpa pengolahan, limbah cair tahu dapat meningkatkan kadar Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), dan Total Suspended Solids (TSS), yang berujung pada penurunan kualitas air, kematian biota akuatik, dan gangguan keseimbangan ekosistem. Di wilayah seperti Palangka Raya, banyak industri tahu skala rumah tangga belum memiliki sistem pengolahan limbah yang memadai. Hal ini disebabkan keterbatasan finansial, kurangnya akses teknologi, serta minimnya pengetahuan pelaku industri terhadap pentingnya pengelolaan limbah. Padahal, upaya pengelolaan limbah yang baik dapat mencegah pencemaran dan memberikan manfaat berkelanjutan bagi masyarakat sekitar.

Salah satu metode pengolahan limbah yang ramah lingkungan adalah fitoremediasi, yaitu pemanfaatan tanaman untuk membantu menurunkan pencemar dalam air. Penggunaan eceng gondok pada pengolahan limbah cair tahu telah dilaporkan dalam penelitian terdahulu [1]. Tanaman air dan zona perakarannya juga digunakan dalam sistem lahan basah buatan untuk pengolahan air limbah [2], [3]. Dalam penelitian ini, eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) digunakan sebagai dasar perancangan sistem fitoremediasi skala kecil.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pengolahan limbah cair tahu berbasis fitoremediasi dengan menggunakan eceng gondok sebagai agen utama. Rancangan sistem mempertimbangkan parameter teknis seperti debit limbah harian, waktu tinggal, dan kepadatan tanaman. Selain itu, penelitian ini juga mengevaluasi efektivitas sistem dalam menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS berdasarkan data laboratorium primer dan literatur. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi acuan bagi pengembangan teknologi pengolahan limbah sederhana, murah, dan aplikatif di lingkungan masyarakat.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di Jalan Soekarno, Palangka Raya. Metode yang digunakan meliputi observasi lapangan, studi literatur, dan pengujian laboratorium. Sampel limbah diambil dari

pabrik tahu skala rumah tangga dan diuji untuk mengetahui kadar BOD, COD, dan TSS. Sistem fitoremediasi dirancang berdasarkan debit harian 1,0575 m³/hari dan waktu tinggal hidraulik 5 hari. Volume efektif dihitung dengan $V = Q \times \text{HRT}$, yaitu 1,0575 m³/hari $\times$ 5 hari = 5,2875 m³ atau 5,29 m³. Perhitungan efisiensi penurunan dilakukan dengan rumus: Efisiensi = ((C awal – C akhir)/C awal) $\times$ 100%.

Data BOD, COD, dan TSS yang disajikan merupakan data laboratorium primer yang dikonfirmasi. Namun, naskah sumber tidak mencantumkan identitas laboratorium, metode analisis, tanggal pengambilan sampel, maupun jumlah sampel atau ulangan. Ketiadaan rincian tersebut merupakan keterbatasan metodologis dan membatasi ketertelusuran serta reproduksibilitas hasil. Tidak ada metode, nama laboratorium, jumlah sampel, atau tanggal yang diasumsikan dalam artikel ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan sistem fitoremediasi menunjukkan bahwa sistem ditujukan untuk menangani debit limbah harian sebesar 1,0575 m³/hari dengan waktu tinggal hidraulik 5 hari. Berdasarkan hubungan $V = Q \times \text{HRT}$, volume efektif yang diperlukan adalah 5,2875 m³ atau dibulatkan menjadi 5,29 m³. Dimensi geometris kolam belum dapat ditetapkan karena data mengenai bentuk kolam, kedalaman efektif, freeboard, dan rasio geometris tidak tersedia.

Eceng gondok memiliki sistem akar serabut yang panjang dan lebat, yang memperluas permukaan serapan dan menyediakan mikrohabitat bagi mikroorganisme pengurai. Interaksi air limbah dengan sistem akar mendukung proses fitodegradasi dan filtrasi alami.

Berdasarkan data laboratorium primer, BOD menurun dari 122,7 mg/L menjadi 18,4 mg/L dengan efisiensi 85%. COD menurun dari 117,45 mg/L menjadi 23,5 mg/L dengan efisiensi 80%, sedangkan TSS menurun dari 38 mg/L menjadi 3,8 mg/L dengan efisiensi 90%. Nilai COD influen 117,45 mg/L yang lebih rendah daripada BOD influen 122,7 mg/L dipertahankan sesuai data primer yang telah dikonfirmasi; interpretasinya tetap perlu memperhatikan keterbatasan informasi metode laboratorium.

Parameter	Influen (mg/L)	Efluen (mg/L)	Efisiensi	Metode/ulangan
BOD	122,7	18,4	85%	Tidak tersedia dalam naskah sumber
COD	117,45	23,5	80%	Tidak tersedia dalam naskah sumber
TSS	38	3,8	90%	Tidak tersedia dalam naskah sumber

Tabel 1. Ringkasan data laboratorium primer dan efisiensi penurunan

Penurunan parameter kualitas air dapat melibatkan kombinasi interaksi tanaman, zona perakaran, mikroorganisme, pengendapan, dan penyaringan alami dalam sistem fitoremediasi atau lahan basah buatan [1]–[3]. Namun, naskah sumber tidak menyediakan data mekanistik untuk memisahkan kontribusi masing-masing proses. Karena itu, mekanisme tersebut digunakan sebagai dasar pembahasan literatur dan bukan dinyatakan sebagai hasil pengukuran langsung penelitian.

Namun demikian, terdapat tantangan yang perlu diperhatikan dalam implementasi lapangan, seperti kebutuhan lahan dan pengendalian pertumbuhan tanaman agar tidak terlalu padat. Jika tidak dikendalikan, eceng gondok yang mati dapat menghasilkan limbah organik baru dan mengganggu kualitas air. Oleh karena itu, pemeliharaan rutin seperti pembersihan tanaman tua dan kontrol kepadatan sangat diperlukan untuk menjaga performa sistem.

Berdasarkan Lampiran XVIII Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, batas untuk usaha dan/atau kegiatan pengolahan kedelai jenis tahu adalah BOD 150 mg/L, COD 300 mg/L, TSS 200 mg/L, dan pH 6–9. Nilai BOD, COD, dan TSS influen maupun efluen yang dilaporkan berada di bawah batas tersebut. Data pH tidak tersedia sehingga kepatuhan parameter pH tidak dapat dinilai.

Hasil ini mengindikasikan bahwa pendekatan berbasis alam (nature-based solution) seperti fitoremediasi berpotensi menjadi alternatif pengolahan limbah skala kecil hingga menengah.

Penerapan lapangan memerlukan verifikasi desain rinci dan pelaporan metode laboratorium yang memadai.

KESIMPULAN

Sistem pengolahan limbah cair tahu berbasis fitoremediasi dengan eceng gondok dirancang untuk debit 1,0575 m³/hari dan waktu tinggal hidraulik 5 hari sehingga memerlukan volume efektif 5,2875 m³ atau 5,29 m³. Dimensi kolam belum ditetapkan karena kriteria geometris tidak tersedia. Data laboratorium primer menunjukkan penurunan BOD dari 122,7 mg/L menjadi 18,4 mg/L (85%), COD dari 117,45 mg/L menjadi 23,5 mg/L (80%), dan TSS dari 38 mg/L menjadi 3,8 mg/L (90%). Nilai tersebut berada di bawah batas BOD, COD, dan TSS untuk industri tahu dalam Lampiran XVIII Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014. Kesimpulan ini harus dibaca dengan keterbatasan bahwa identitas laboratorium, metode analisis, tanggal pengambilan sampel, dan jumlah sampel atau ulangan belum tersedia.

Dengan pendekatan yang ramah lingkungan, murah, dan mudah dikelola, penggunaan tanaman eceng gondok dalam sistem fitoremediasi dapat menjadi alternatif pengolahan limbah cair tahu, khususnya pada skala rumah tangga dan UMKM, setelah desain rinci dan prosedur pengujian diverifikasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini, terutama dalam penyediaan data dan akses ke lokasi penelitian. Apresiasi juga disampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Palangkaraya atas dukungan akademis dan fasilitas penelitian yang memungkinkan terselesaikannya penelitian ini.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh tim peneliti lapangan yang terlibat dalam pengumpulan data serta pihak-pihak lain yang telah berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam penyusunan laporan ini.

REFERENSI

- [1] H. Ahmad and R. Adiningsih, "Efektivitas Metode Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok dan Kangkung Air dalam Menurunkan Kadar BOD dan TSS pada Limbah Cair Industri Tahu," *Jurnal Farmasetis*, vol. 8, no. 2, 2019. <https://doi.org/10.32583/farmasetis.v8i2.599>
- [2] D. Ardiatma, N. I. Ilyas, and N. U. Sara, "Efektivitas Metode Fitoremediasi dengan Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.) terhadap Penurunan Kadar BOD dalam Limbah Domestik di Jakarta," *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, vol. 15, no. 2, 2023. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol15.iss2.art2>
- [3] E. N. Hidayah, A. Djalalembah, G. A. Asmar, and O. H. Cahyonugroho, "Pengaruh Aerasi dalam Constructed Wetland pada Pengolahan Air Limbah Domestik," *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 16, no. 2, pp. 155–161, 2018. <https://doi.org/10.14710/jil.16.2.155-161>
- [4] Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, Lampiran XVIII. Database Peraturan BPK. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/322442/permen-lh-no-5-tahun-2014>