



Artikel Penelitian

Uji Coba Fitoremediasi Tanaman Kangkung Air pada Limbah Cair Tahu

Dessy Indrawati *, Wa Ndibale, Dwiprayogo Wibowo

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Kendari, Jl. KH. Ahmad Dahlan No. 10 Kendari – Sulawesi Tenggara, Indonesia.

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 7 Agustus 2024

Revisi Akhir: 31 Mei 2025

Diterbitkan Online: 30 Juni 2025

KATA KUNCI

Limbah; Tahu; Fitoremediasi;
Kangkung Air; Efektivitas

KORESPONDENSI

Telepon: 0853 9775 2118

E-mail: desivictory44@gmail.com

A B S T R A C T

*Tofu industry wastewater contains high levels of organic pollutants, and its direct discharge into water bodies can cause significant environmental damage. Phytoremediation using water spinach (*Ipomoea aquatica*) offers a simple, low-cost, and eco-friendly method for treating such wastewater. This study aims to analyze changes in BOD, COD, TDS, and TSS levels in tofu wastewater before and after phytoremediation using water spinach. The research involved the preparation of growth media and the collection of tofu wastewater samples, followed by an 11-day phytoremediation process. The treatments varied based on plant biomass (200 grams and 400 grams) and plant age (25 days and 40 days). The most effective treatment was achieved using 400 grams of 40-day-old water spinach, which reduced TSS levels by 23.07% and TDS levels by 12.1%. However, the phytoremediation process in this study was not effective in reducing BOD and COD concentrations.*

1. PENDAHULUAN

Industri tahu merupakan salah satu industri pangan skala kecil hingga menengah yang berkembang pesat di Indonesia. Tahu dibuat dari biji kedelai melalui serangkaian proses yang meliputi perendaman, penggilingan, perebusan, penyaringan, penggumpalan, dan pencetakan menggunakan bahan penggumpal seperti cuka atau asam asetat (Sayow *et al.*, 2020). Namun, proses ini menghasilkan limbah cair dalam jumlah besar yang umumnya dibuang langsung ke lingkungan tanpa pengolahan memadai. Limbah cair tersebut mengandung bahan organik tinggi, serta parameter pencemar seperti Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS), Total Dissolved Solids (TDS), dan pH yang dapat merusak kualitas lingkungan perairan (Novita *et al.*, 2016).

Limbah industri tahu terdiri dari limbah padat dan cair, dengan limbah padat umumnya dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Sebaliknya, limbah cair sering dibuang begitu saja ke badan air tanpa pengolahan (Indrayani & Rahmah, 2018). Padahal, kandungan organik yang tinggi pada limbah tersebut dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut di perairan, mengganggu kehidupan biota akuatik, serta menciptakan masalah bau dan eutrofikasi (Ahmad &

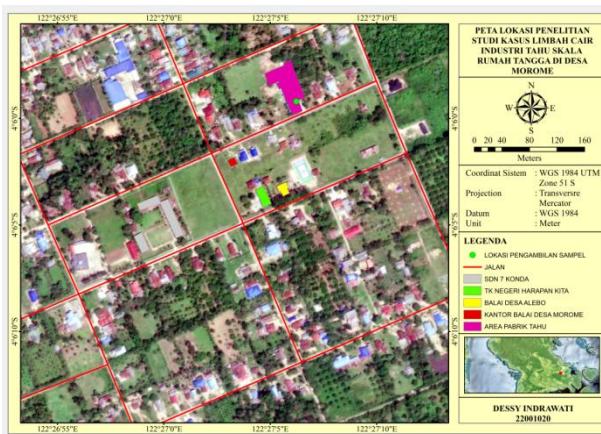
Adiningsih, 2019; Rahman *et al.*, 2024). Proses pengolahan limbah cair industri tahu menjadi tantangan karena kompleksitas kandungannya, yang meliputi senyawa organik, pelarut, serta partikel tersuspensi dan terlarut.

Banyak industri tahu skala kecil di Indonesia belum memiliki sistem pengolahan limbah cair yang efektif. Teknologi yang digunakan masih bersifat sederhana, dan keterbatasan sumber daya menyebabkan pembuangan langsung ke saluran air atau sungai masih menjadi praktik umum (Ayuni & Putri, 2022). Hal ini tidak hanya menurunkan kualitas lingkungan, tetapi juga menyebabkan inefisiensi dalam penggunaan air dan bahan baku (Munir *et al.*, 2017). Fitoremediasi merupakan salah satu pendekatan ramah lingkungan dan berbiaya rendah yang potensial untuk mengolah limbah cair organik. Tanaman seperti *Ipomoea aquatica* (kangkung air) dikenal memiliki kemampuan menyerap dan mendegradasi berbagai senyawa organik serta logam berat dari air limbah (P. A. Nugroho, 2021). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas fitoremediasi limbah cair tahu menggunakan tanaman kangkung air dengan variasi berat dan umur tanaman.

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di salah satu industri tahu rumahan (Gambar 1) yang berlokasi di Desa Morome, Kecamatan Konda, Kabupaten Konawe Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara. Lokasi ini dipilih karena belum memiliki sistem pengolahan limbah cair yang memadai.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian (Sumber: Google Earth)

2.2. Penyiapan Media

Penanaman kangkung air bertujuan mempersiapkan tanaman sebelum digunakan dalam penelitian fitoremediasi. Penyiapan media dilakukan dengan menanam kangkung air secara hidroponik hingga mencapai fase pertumbuhan optimal. Limbah cair diambil langsung dari kolam penampungan di lokasi industri menggunakan wadah plastik, kemudian disimpan dalam jerigen bersih yang sebelumnya telah dibilas dengan sampel limbah untuk menjaga homogenitas dan kualitas sampel.

Pengujian awal yang dilakukan adalah proses *pre-treatment* dimana sampel limbah cair tahu yang sudah di ambil dari industri tahu di bawa ke laboratorium untuk dianalisis dalam menentukan kadar BOD, COD, TSS, dan TDS sebelum dilakukan perlakuan. Hasil analisis ini kemudian akan dijadikan banding setelah proses perlakuan.

Kemudian tahapan aklimasi tanaman kangkung air diaklimatisasi selama 7 hari dalam wadah persegi untuk memastikan tanaman dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang baru. Selanjutnya, wadah persegi tersebut diisi dengan 5 liter limbah cair tahu. Kemudian, kangkung air yang telah diaklimatisasi dipindahkan dan ditanam langsung dalam limbah tersebut selama 11 hari.

Pengujian terakhir adalah *post-treatment* sampel limbah cair tahu dibawa ke laboratorium untuk diperiksa kadar BOD, COD, TSS dan TDS. Hasil analisis ini kemudian akan dibandingkan dengan data awal sebelum perlakuan untuk melihat penurunan kadar poluta dengan menggunakan rumus 1 efektivitas.

$$\text{Efektivitas} = \left(\frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

Dimana:

C_{in} : Konsentrasi awal

C_{out} : Konsentrasi setelah perlakuan

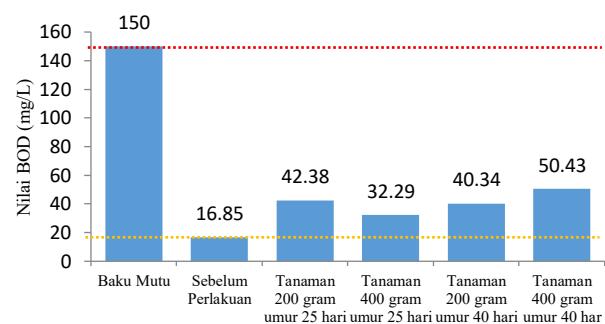
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Fitoremediasi pada Limbah Cair Tahu

Hasil percobaan fitoremediasi menggunakan tanaman kangkung air terhadap limbah cair tahu dan dilakukan pengujian sebelum dan sesudah perlakuan memperlihatkan bahwa mengalami peningkatan nilai BOD pada beberapa variasi tanaman terhadap pengujian sebelum perlakuan. Perbandingan nilai limbah cair tahu juga dilakukan dengan nilai baku mutu air limbah berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia (Permen LHK-RI) Nomor 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah dengan spesifikasi Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Kedelai (Tahu).

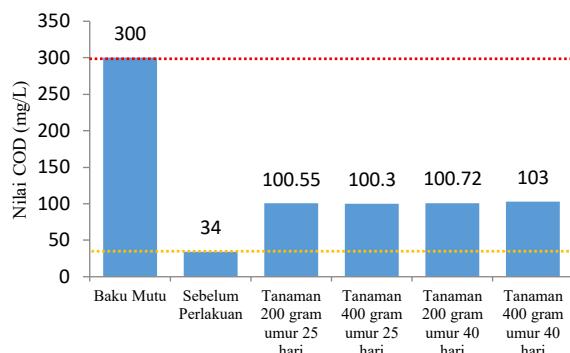
Seluruh pengujian menggunakan tanaman 200 gram dan 400 gram dengan umur kangkung 25 hari dan 40 hari mengalami peningkatan. Peningkatan nilai BOD kemungkinan disebabkan oleh akumulasi biomassa tanaman atau sisa organik dari tanaman yang terdekomposisi di dalam air, yang menambah beban organik dan memicu aktivitas mikrobiologis lebih tinggi (Effendi, 2003). Peningkatan BOD juga dapat diakibatkan oleh proses penguraian awal bahan organik kompleks yang belum selesai dalam waktu perlakuan yang singkat.

Jika dibandingkan dengan 4 data pengujian tersebut memiliki data yang fluktuatif, namun jika kita membandingkan antara berat penggunaan kangkung dengan umur kangkung dapat disimpulkan adanya faktor kemampuan adsorpsi bahan kangkung terhadap limbah cair tahu. Dimana, tanaman 400 gram dengan umur kangkung 25 hari lebih baik jika dibandingkan dengan umur 40 hari. Sedangkan untuk berat tanaman kangkung 200 gram umur 40 hari lebih baik dari 25 hari. Faktor optimalisasi adsorpsi dan kejemuhan dari tanaman memberikan pengaruh terhadap proses fitoremediasi. Namun, dari seluruh data yang diuji masih memenuhi baku mutu sehingga dapat dikategorikan limbah cair tahu masih aman bagi lingkungan.



Gambar 2. Hasil pengukuran nilai BOD air limbah tahun pada kondisi sebelum dan sesudah perlakuan

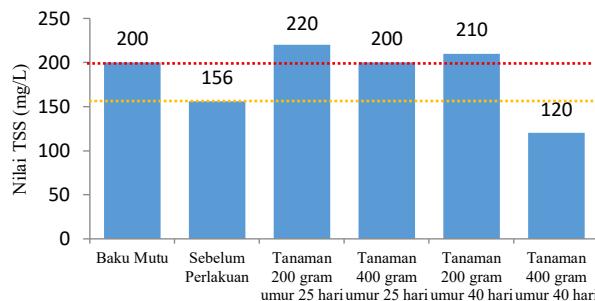
Kemudian, data analisis pengukuran nilai COD (Gambar 3) juga menghasilkan peningkatan nilai dari sebelum perlakuan walaupun nilai pengujian tidak terlalu signifikan. Hal ini disebabkan oleh kandungan bahan organik *non-biodegradable* atau *semi-biodegradable* mempengaruhi limbah cair tahu. Selain itu, tanaman kangkung air juga memiliki kemampuan untuk melepaskan senyawa metabolit sekunder atau eksudat yang menambah beban COD (Utami & Wahyuni, 2020). Nilai COD limbah cair tahu juga tidak melebihi batas baku mutu yang ditentukan pemerintah Indonesia.



Gambar 3. Hasil pengukuran nilai COD air limbah tahun pada kondisi sebelum dan sesudah perlakuan

Hasil yang disajikan pada Gambar 4 adalah hasil pengukuran TSS memperlihatkan bahwa terjadi peningkatan kadar TSS yang mungkin diakibatkan oleh guguran daun dan bagian tanaman lainnya ke dalam media limbah (Rahadian et al., 2017). Penambahan partikel tersuspensi ini berasal dari pertumbuhan tanaman yang lebih tua dan lebih berat, seperti pada tanaman dengan berat 400 gram dan umur 25 atau 40 hari. Selain itu, peningkatan nilai TSS juga dapat disebabkan oleh limbah tahu lama kelamaan mengalami flokulasi membentuk partikel kecil.

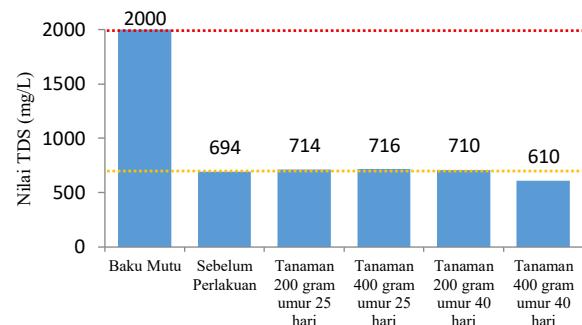
Peningkatan pertumbuhan alga atau mikroorganisme juga memungkinkan menambah jumlah partikel tersuspensi dalam air. Proses pengolahan tanah atau perubahan dalam kondisi lingkungan air selama perlakuan mungkin menyebabkan partikel tanah atau material lainnya terlepas. Hal ini juga dilaporkan dalam penelitian oleh Kustiyaningsih & Irawanto, (2020), yang menyebutkan bahwa fitomassa yang berlebih dapat meningkatkan kandungan padatan tersuspensi. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa kandungan TSS perlu diperhatikan karena nilai TSS ini mendekati dan melebih nilai baku mutu.



Gambar 4. Hasil pengukuran nilai TSS air limbah tahun pada kondisi sebelum dan sesudah perlakuan

Pertumbuhan tanaman yang lebih besar atau umur yang lebih panjang juga bisa mempengaruhi TDS, terutama jika tanaman melepaskan lebih banyak senyawa terlarut melalui proses metabolisme atau jika sisa-sisa tanaman yang dicerna

menghasilkan ion-ion baru yang larut dalam air. Gambar 5 adalah hasil pengukuran TDS dari sampel air tahu dengan nilai yang fluktuatif, adanya peningkatan kadar TDS setelah perlakuan mencerminkan adanya peningkatan jumlah zat terlarut dalam air akibat perlakuan proses perlakuan yang dapat mempengaruhi kualitas dan komposisi dalam air limbah di sekitar tanaman. Selain itu, peningkatan TDS dapat dikaitkan dengan pelepasan ion terlarut oleh akar tanaman selama metabolisme. Ion-ion ini mencakup nitrat, fosfat, dan senyawa organik sederhana lain yang meningkatkan kandungan zat terlarut dalam air (Salafiyah, 2014). Hasil yang diperoleh masih jauh dari nilai standar baku mutu TDS 2000 mg/L.



Gambar 5 Hasil pengukuran nilai TDS air limbah tahun pada kondisi sebelum dan sesudah perlakuan

3.2. Analisis Efektivitas Fitoremediasi pada Limbah Cair Tahu

Variasi tanaman dengan berat 400 gram dan umur 40 hari menunjukkan efektivitas terbaik dalam menurunkan TSS (23,07%) dan TDS (12,1%). Hal ini sejalan dengan temuan Wahyuni et al. (2021) yang menyatakan bahwa efektivitas fitoremediasi meningkat dengan biomassa tanaman yang optimal. Namun, fitoremediasi pada penelitian ini belum menunjukkan hasil signifikan pada parameter BOD dan COD. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman kangkung air memiliki keterbatasan dalam menurunkan beban pencemar organik kompleks, dan diperlukan optimalisasi seperti peningkatan waktu kontak, penggunaan kombinasi tanaman, atau integrasi dengan metode lain seperti biofilter atau mikroorganisme pengurai (Wahditiya et al., 2024).

Perbedaan yang terletak pada penggunaan variasi berat dan umur tanaman yang berbeda. Dengan pendekatan ini, penelitian menguji bagaimana perbedaan dalam berat tanaman (misalnya, 200 gram dan 400 gram) serta umur tanaman (misalnya, 25 hari dan 40 hari) mempengaruhi efektivitas proses fitoremediasi dalam mengolah limbah cair tahu. Pendekatan ini memberikan wawasan tambahan tentang bagaimana faktor-faktor ini dapat memengaruhi hasil fitoremediasi.

Tabel 2. Hasil perhitungan nilai efektivitas proses fitoremediasi

Variasi Tanaman	TSS Awal (mg/L)	TSS Akhir (mg/L)	Efektivitas (%)	TDS Awal (mg/L)	TDS Akhir (mg/L)	Efektivitas (%)
200g – 25 hari	156	220	-41,02%	694	714	-2,88%
400g – 25 hari	156	200	-28,2%	694	716	-3,17%
200g – 40 hari	156	210	-34,61%	694	710	-1,3%
400g – 40 hari	156	120	23,07%	694	610	12,1%

Secara khusus, meskipun terjadi peningkatan nilai COD dan BOD setelah proses fitoremediasi, variabilitas hasil yang signifikan menunjukkan bahwa tanaman kangkung air mungkin tidak mampu secara konsisten mengurangi kandungan dalam limbah cair tahu. Selain itu, penurunan TDS juga tidak konsisten antara variasi kondisi tanaman yang diuji. Meskipun tanaman mampu mengubah pH limbah cair menjadi lebih netral setelah fitoremediasi, efektivitas dalam mengolah parameter-parameter lain seperti TSS, COD, BOD, dan TDS masih memperlihatkan tantangan. Variasi hasil ini menunjukkan kompleksitas dalam interaksi antara tanaman, nutrisi dalam limbah cair, dan faktor lingkungan lainnya yang dapat mempengaruhi hasil akhir dari proses fitoremediasi.

Faktor-faktor seperti kondisi lingkungan, interaksi antara tanaman dan mikroorganisme dalam limbah, serta perbedaan nutrisi dalam limbah cair dapat mempengaruhi efektivitas fitoremediasi (A. A. Nugroho et al., 2019). Oleh karena itu, evaluasi tambahan diperlukan dalam penelitian ini untuk menentukan kondisi tanaman ideal dan komponen pendukung lainnya. Dengan demikian, metode fitoremediasi dapat meningkatkan efisiensi pengolahan limbah cair secara konsisten dan efisien.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) memiliki kemampuan dalam menurunkan kadar pencemar dalam limbah cair industri tahu. Parameter kualitas air seperti *Total Suspended Solids* (TSS), dan *Total Dissolved Solids* (TDS) mengalami penurunan setelah melalui proses fitoremediasi dengan media kangkung air selama periode tertentu. Hasil ini membuktikan bahwa kangkung air memiliki potensi dalam menyerap dan menstabilkan zat pencemar organik dari limbah tahu, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai teknologi pengolahan limbah berbasis lingkungan yang murah, mudah diaplikasikan, dan ramah lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Program Studi Teknik Lingkungan, UM-Kendari dan perusahaan tahu yang berkenan untuk mengizinkan dalam memperoleh sampel limbah cair tahu.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, H., & Adiningsih, R. (2019). Efektivitas Metode Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok Dan Kangkung Air Dalam Menurunkan Kadar Bod the Effectiveness of Phytoremediation Method Using Hyacinth Plant and *Ipomoea Aquatica* in Reduce Levels of Tss and Bod in Tofu Industry Liquid Wa. *Jurnal Farmasetis*, 8(2), 31–38.

Ayuni, S., & Putri, E. S. (2022). Pengelolaan Limbah Industri Tempe Rumah Tangga di Kecamatan Meurebo Kabupaten Aceh Barat. *Jurnal Mahasiswa Kesehatan Masyarakat (Jurmakemas)*, 2(2), 288–307.

Effendi, H. (2003). Telaah kualitas air, bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan. Kanisius. Yogyakarta. ISBN, 972–978.

Indrayani, L., & Rahmah, N. (2018). Nilai parameter kadar

pencemar sebagai penentu tingkat efektivitas tahapan pengolahan limbah cair industri batik. *Jurnal Rekayasa Proses*, 12(1), 41–50.

Kustiyaningsih, E., & Irawanto, R. (2020). Pengukuran total dissolved solid (tds) dalam fitoremediasi deterjen dengan tumbuhan *Sagittaria lancifolia*. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 7(1), 143–148.

Munir, F., Hariyati, R., & Wiryani, E. (2017). Pengaruh Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan Populasi Chlorella Pyrenoidosa H. Chick Dalam Skala Laboratorium. *Jurnal Biologi*, 6(2), 84–92.

Novita, E., Taruna, I., & Wicaksono, T. F. (2016). Kelayakan Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Pada Industri Kecil di Dusun Rejo Desa Cangkring Kecamatan Jenggawah Kabupaten Jember. *Seminar Nasional APTA*, 376–381.

Nugroho, A. A., Wahyuningsih, N. E., & Ginandjar, P. (2019). Pengaruh lama kontak dan kerapatan tanaman eceng gondok dalam mereduksi kadmium pada air larutan pupuk buatan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(1), 374–380.

Nugroho, P. A. (2021). Efektivitas eceng gondok *eichhornia crassipe* sebagai fitoremediator logam krom heksavalen *cr6+* pada limbah cair industri batik di Yogyakarta. Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.

Rahadian, R., Sutrisno, E., & Sumiyati, S. (2017). Efisiensi penurunan COD dan TSS dengan fitoremediasi menggunakan tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes* L) Studi Kasus: Limbah Laundry. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(3), 1–8.

Rahman, A., Lisha, S. Y., & Fitradia, W. (2024). Efektivitas *Azolla Microphylla* dan *Eichhornia Crassipes* dalam Pengolahan Limbah Cair Tahu. *Jurnal Engineering*, 6(1), 23–31.

Salafiyah, N. (2014). Pengaruh lama tanam dan luas penutupan *Azolla microphylla* terhadap kualitas kimia dan fisika limbah cair laundry. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

Sayow, F., Polii, B. V. J., Tilaar, W., & Augustine, K. D. (2020). Analisis kandungan limbah industri tahu dan tempe rahayu di Kelurahan Uner Kecamatan Kawangkoan Kabupaten Minahasa. *Agri-Sosioekonomi*, 16(2), 245–252.

Utami, Y. Y., & Wahyuni, S. (2020). Akumulasi Logam Berat pada Akar *Eichhornia crassipes* Solms pada Variasi Media Penyaringan selama Remediasi Air Lindi. *Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, 7(1), 53–67.

Wahditiya, A. A., Kurniawan, A., Nendissa, J. I., Meyuliana, A., Yora, M., Jamilah, J., Ilham, D. J., Mufaidah, I., Alaydrus, A. Z. A., & Hidayati, F. (2024). *Teknologi produksi tanaman pangan*. Yayasan Tri Edukasi Ilmiah.