

Pemanfaatan Eceng Gondok, Lidah Mertua, dan Kangkung sebagai Agen Bioremediasi Limbah Cair Rumah Tangga

Delvi Putriana¹, Gina Salsabila², Khosi'in³

Univeristas Islam Negeri Fatmawati Sukarno Bengkulu

[1delpiputriana0@gmail.com](mailto:delpiputriana0@gmail.com) ; [2salsabilagina80@gmail.com](mailto:salsabilagina80@gmail.com) ; [3khosi'in88@mail.uinfasbengkulu.ac.id](mailto:khosi'in88@mail.uinfasbengkulu.ac.id)

ABSTRACT

This study aims to analyze the effectiveness of Eichhornia crassipes (water hyacinth), Sansevieria trifasciata (snake plant), and Ipomoea aquatica (water spinach) as bioremediation agents for household wastewater, particularly laundry effluent containing detergent residues. The purpose of this research is to identify which plant species can best improve water quality by stabilizing pH levels, increasing clarity, and supporting plant growth. The study was conducted using an experimental laboratory method with a quantitative descriptive approach. Each plant was placed in a container filled with 500 mL of laundry wastewater, and parameters such as pH, water color, and plant growth were observed over three days. Data were analyzed descriptively to compare the bioremediation performance of each plant. The results showed that Sansevieria trifasciata was the most effective plant in improving water quality, as indicated by an increase in pH from 6 to 7, clear water appearance, and optimal plant growth (52 g). Eichhornia crassipes maintained stable pH values (6) but produced slightly turbid water, while Ipomoea aquatica resulted in increased turbidity and decreased pH (5). These findings suggest that the bioremediation process strongly depends on plant structure and metabolic activity. Snake plant, with its dense root system, demonstrated a higher ability to absorb and neutralize chemical pollutants compared to the other two species. Overall, Sansevieria trifasciata shows great potential as a simple, low-cost, and environmentally friendly bioremediation agent for household wastewater treatment.

Keywords: *Bioremediation, wastewater, Sansevieria trifasciata, Eichhornia crassipes, Ipomoea aquatica, pH stabilization, phytoremediation*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*), dan kangkung (*Ipomoea aquatica*) sebagai agen bioremediasi limbah cair rumah tangga, khususnya limbah cucian yang mengandung residu deterjen. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi jenis tanaman yang paling efektif dalam memperbaiki kualitas air melalui stabilisasi pH, peningkatan kejernihan air, dan pertumbuhan tanaman. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen laboratorium menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Setiap tanaman ditempatkan dalam wadah yang berisi 500 mL limbah cucian, kemudian dilakukan pengamatan terhadap parameter pH, warna air, dan pertumbuhan tanaman selama tiga hari. Data dianalisis secara deskriptif untuk membandingkan kinerja bioremediasi masing-masing tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) merupakan tanaman yang paling efektif dalam meningkatkan kualitas air. Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan pH dari 6 menjadi 7, kondisi air yang tetap jernih, serta pertumbuhan tanaman yang optimal dengan berat mencapai 52 gram. Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) mampu mempertahankan pH yang stabil pada angka 6, namun menyebabkan air menjadi sedikit keruh. Sementara itu, kangkung (*Ipomoea aquatica*) menunjukkan hasil yang kurang efektif karena meningkatkan tingkat kekeruhan air dan menurunkan pH menjadi 5. Temuan ini menunjukkan bahwa keberhasilan proses bioremediasi sangat dipengaruhi oleh struktur akar dan aktivitas metabolisme tanaman. Lidah mertua dengan sistem perakarannya yang rapat memiliki kemampuan yang lebih tinggi dalam menyerap dan menetralkan polutan kimia dibandingkan kedua tanaman lainnya. Secara keseluruhan, *Sansevieria trifasciata* memiliki potensi besar sebagai agen bioremediasi yang sederhana, murah, dan ramah lingkungan untuk pengolahan limbah cair rumah tangga.

Kata Kunci: bioremediasi, air limbah, lidah mertua, eceng gondok kangkung, stabilisasi pH, fitoremediasi.

A. Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk yang pesat dan meningkatnya aktivitas domestik berkontribusi besar terhadap timbulnya berbagai jenis limbah rumah tangga. Limbah cair rumah tangga, seperti air cucian, air mandi, dan sisa

bahan dapur, sering kali dibuang langsung ke lingkungan tanpa pengolahan terlebih dahulu. Kondisi ini menyebabkan pencemaran air dan tanah yang berpotensi mengganggu keseimbangan ekosistem. Kandungan deterjen, minyak, serta bahan organik

dalam limbah cair dapat meningkatkan kadar BOD dan COD pada perairan (Rahmawati & Hidayat, 2021). Oleh karena itu, penanganan limbah cair rumah tangga menjadi isu penting dalam menjaga kualitas lingkungan hidup. Limbah air cucian baju merupakan salah satu jenis limbah rumah tangga yang sering diabaikan, padahal memiliki potensi besar untuk mencemari lingkungan. Air hasil cucian mengandung berbagai zat kimia yang berasal dari deterjen, pewangi, pelembut pakaian, serta sisa-sisa kotoran dan minyak dari pakaian yang dicuci. Ketika air limbah ini dibuang langsung ke lingkungan tanpa pengolahan, kandungan zat kimia tersebut dapat memengaruhi kualitas tanah dan air di sekitarnya (Suharno, 2020). Dalam penelitian sederhana yang dilakukan dengan sampel air cucian baju sebanyak 500 ml, diketahui bahwa air cucian memiliki pH sebesar 6, sedangkan pH normal air bersih adalah 7. Perbedaan nilai pH ini menunjukkan bahwa air limbah cucian bersifat sedikit asam, yang dapat terjadi akibat reaksi kimia antara air,

sisa sabun, dan bahan organik dari pakaian.

Selain dari segi pH, warna air cucian juga memberikan indikasi penting terhadap tingkat pencemarannya. Warna air cucian umumnya keruh atau keabu-abuan, berbeda dengan air bersih yang jernih dan tidak berwarna. Warna yang keruh ini disebabkan oleh adanya partikel padat tersuspensi seperti sisa sabun yang tidak larut sempurna, kotoran dari pakaian, serta bahan pewarna dari kain. Partikel-partikel ini dapat meningkatkan tingkat kekeruhan (turbiditas) air, sehingga cahaya sulit menembus dan mengganggu proses alami di lingkungan perairan. Jika dibuang ke sungai atau selokan tanpa pengolahan, air limbah cucian dapat menyebabkan penurunan kualitas air, bahkan memengaruhi kehidupan biota air karena menurunnya kadar oksigen terlarut (Hidayat & Nuraini, 2023).

Dari hasil pengamatan, dapat disimpulkan bahwa meskipun air cucian tampak tidak berbahaya, kandungan kimia dan fisiknya menunjukkan bahwa air tersebut tidak layak untuk langsung dibuang ke

lingkungan. pH yang sedikit asam menandakan adanya bahan aktif dari deterjen yang bisa bersifat toksik bagi organisme air. Warna keruh menunjukkan bahwa air tersebut membawa banyak material tersuspensi yang dapat menimbulkan endapan di dasar sungai atau saluran air. Jumlah air sampel sebanyak 500 ml memang kecil dalam skala rumah tangga, namun jika dikalikan dengan banyaknya rumah tangga yang mencuci setiap hari, volume limbah yang dihasilkan sangat besar dan berdampak nyata terhadap lingkungan. Oleh karena itu, sangat penting untuk melakukan pengolahan sederhana sebelum membuang limbah ini, seperti mengendapkan air cucian terlebih dahulu agar partikel padat mengendap di dasar wadah, kemudian menyaring airnya dengan arang aktif atau pasir agar zat kimia dan bau dapat berkurang (Zhou et al., 2022).

Berbagai metode telah dikembangkan untuk mengurangi dampak limbah cair terhadap lingkungan. Salah satu pendekatan yang semakin menarik perhatian adalah bioremediasi, yaitu proses

pemulihan lingkungan menggunakan organisme hidup (Sari, 2020). Bioremediasi dinilai lebih ramah lingkungan, ekonomis, dan berkelanjutan dibandingkan dengan metode kimia atau fisik. Dalam konteks pengolahan limbah cair, tumbuhan air memiliki kemampuan alami untuk menyerap dan menguraikan zat pencemar. Mekanisme ini menjadikan fitoremediasi, salah satu bentuk bioremediasi, sebagai solusi potensial untuk mengatasi pencemaran limbah rumah tangga (Pratiwi et al., 2022).

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan salah satu tanaman air yang dikenal efektif dalam menyerap logam berat dan senyawa organik dari air tercemar. Struktur akar yang lebat dan permukaan daun yang luas memungkinkan penyerapan polutan berlangsung lebih optimal (Utami & Nugraha, 2021). Selain itu, eceng gondok mudah tumbuh dan berkembang di berbagai kondisi perairan, sehingga ketersediaannya melimpah. Meskipun sering dianggap sebagai gulma perairan, potensinya dalam bioremediasi menjadikan tanaman ini bernilai ekologis tinggi.

Pemanfaatan eceng gondok dengan pengelolaan yang tepat dapat membantu menekan dampak negatif limbah cair rumah tangga.

Selain eceng gondok, tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) juga memiliki kemampuan fitoremediasi yang cukup tinggi. Tanaman ini mampu menyerap zat kimia berbahaya, termasuk formaldehida dan benzena, baik dari udara maupun dari air (Lestari & Putra, 2020). Sistem akarnya dapat menyerap logam berat seperti timbal dan kadmium yang umum ditemukan pada limbah rumah tangga. Lidah mertua juga dikenal tahan terhadap kondisi lingkungan ekstrem dan mudah dirawat. Keunggulannya ini menjadikannya kandidat potensial dalam sistem bioremediasi sederhana di tingkat rumah tangga.

Kangkung (*Ipomoea aquatica*) merupakan tanaman air lain yang mudah ditemukan dan sering dikonsumsi masyarakat. Selain fungsi konsumtifnya, kangkung memiliki kemampuan menyerap nutrisi berlebih seperti nitrogen dan fosfat dari air limbah (Ayu & Santoso, 2021).

Kandungan nutrisi tersebut, bila tidak dikendalikan, dapat menyebabkan eutrofikasi dan menurunkan kualitas air. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kangkung dapat menurunkan kadar COD, BOD, dan TSS secara signifikan (Widodo et al., 2022). Dengan demikian, kangkung berpotensi menjadi agen bioremediasi alami yang efektif dan mudah diterapkan.

Pemanfaatan ketiga tanaman tersebut eceng gondok, lidah mertua, dan kangkung secara bersamaan membuka peluang terciptanya sistem bioremediasi yang lebih efisien. Kombinasi karakteristik ketiganya dapat meningkatkan kemampuan penyerapan berbagai jenis polutan. Selain itu, penggunaan tanaman lokal menjamin ketersediaan bahan yang mudah didapat dan rendah biaya perawatan (Hadi & Fitriani, 2023). Pendekatan ini juga mendukung konsep teknologi hijau yang berfokus pada keberlanjutan lingkungan. Integrasi ketiga tanaman tersebut diharapkan dapat menjadi solusi praktis dan berwawasan ekologis bagi pengolahan limbah cair rumah tangga.

Penerapan bioremediasi dengan tanaman air tidak hanya memberikan manfaat ekologis tetapi juga sosial dan ekonomi. Masyarakat dapat memanfaatkan tanaman ini dalam sistem kolam atau biofilter sederhana di sekitar rumah. Selain mengurangi pencemaran, hasil sampingan seperti biomassa tanaman dapat diolah menjadi kompos atau bahan kerajinan (Nirmala, 2020). Dengan demikian, kegiatan ini berpotensi menciptakan nilai tambah bagi masyarakat. Pendekatan partisipatif seperti ini sejalan dengan prinsip pembangunan berkelanjutan berbasis lingkungan.

Namun demikian, efektivitas bioremediasi sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti jenis tanaman, konsentrasi polutan, waktu kontak, dan kondisi lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kemampuan optimal dari masing-masing tanaman tersebut (Rahman et al., 2022). Penelitian ini dapat membantu menentukan kombinasi terbaik dalam proses bioremediasi limbah cair rumah tangga. Selain itu, hasil penelitian

dapat menjadi dasar bagi pengembangan sistem pengolahan limbah yang ramah lingkungan dan efisien. Pendekatan ilmiah ini penting agar penerapan di lapangan dapat memberikan hasil yang maksimal.

Berdasarkan uraian tersebut, pemanfaatan eceng gondok, lidah mertua, dan kangkung sebagai agen bioremediasi memiliki potensi besar dalam mengatasi pencemaran limbah cair rumah tangga. Ketiga tanaman ini mewakili solusi alami yang efektif, murah, dan mudah diterapkan. Penelitian mengenai kombinasi tanaman tersebut diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap upaya pelestarian lingkungan (Handayani & Yusuf, 2024). Selain itu, hasil penelitian dapat menjadi rujukan dalam pengembangan sistem pengolahan limbah skala kecil yang berkelanjutan. Dengan demikian, bioremediasi berbasis tanaman lokal dapat menjadi langkah nyata menuju lingkungan yang lebih bersih dan sehat.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium dengan pendekatan fitoremediasi, yaitu pemanfaatan tanaman air untuk menurunkan kadar polutan dalam limbah cair rumah tangga. Desain penelitian bersifat kuantitatif deskriptif dengan tujuan membandingkan efektivitas tiga jenis tanaman *Lidah Mertua* (*Sansevieria trifasciata*), *Eceng Gondok* (*Eichhornia crassipes*), dan *Kangkung Air* (*Ipomoea aquatica*) dalam memperbaiki kualitas air limbah. Parameter yang diamati mencakup perubahan nilai pH, tingkat kejernihan, dan volume air selama periode perlakuan. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan IPA, Fakultas Tarbiyah dan Tadris, Universitas Islam Negeri Fatmawati Sukarno Bengkulu, pada tanggal 8–10 Oktober 2025, dengan pengamatan dilakukan setiap 24 jam selama tiga hari berturut-turut.

Alat yang digunakan meliputi gelas ukur, beaker glass, timbangan analitik, wadah plastik steril, kertas lakmus, spatula, alkohol, dan stopwatch. Bahan penelitian terdiri dari air limbah rumah tangga buatan yang berasal dari campuran air sisa

cucian dan dapur, air bersih sebagai kontrol, serta tiga jenis tanaman yaitu *Lidah Mertua* sebanyak 52 gram, *Eceng Gondok* sebanyak 18 gram, dan *Kangkung Air* sebanyak 34 gram. Semua alat disterilkan terlebih dahulu menggunakan alkohol sebelum digunakan. Setiap jenis tanaman ditempatkan pada wadah berbeda yang berisi 500 mL air limbah, sedangkan satu wadah tanpa tanaman digunakan sebagai kontrol. Selama perlakuan, tanaman disiram secara berkala untuk menjaga kelembapan dan kondisi fisiologisnya.

Pengamatan dilakukan dengan mencatat perubahan pH menggunakan kertas lakmus, tingkat kejernihan air secara visual, dan volume air untuk melihat penyerapan atau penguapan. Data hasil pengamatan dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan perubahan pada masing-masing perlakuan terhadap kontrol. Analisis ini bertujuan menentukan tanaman yang paling efektif dalam menurunkan kadar polutan dan memperbaiki kualitas air limbah rumah tangga. Pendekatan ini

diharapkan dapat memberikan bukti empiris bahwa tanaman lokal memiliki potensi besar sebagai agen bioremediasi yang murah, efisien, dan ramah lingkungan.

C.Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan pada beberapa parameter air limbah cuci baju setelah dilakukan proses bioremediasi menggunakan tanaman air. Parameter yang diamati mencakup pH air, ukuran tanaman, dan perubahan warna air pada hari pertama hingga hari ketiga pengamatan. Setiap tanaman memiliki kemampuan berbeda dalam menyerap zat pencemar dan memengaruhi kondisi fisik air. Rangkuman hasil pengamatan selengkapnya ditampilkan pada tabel berikut.

Tanaman	pH(H0-H3)	Berat (gr)	Kondisi Air
Eceng Gondok	7-6-6-6	18	Biru muda → sedikit keruh → sedikit keruh
Lidah Mertua	7-6-7-7	52	Biru muda → jernih → jernih
Kangkung	7-6-5-5	34	Biru muda → keruh → sangat keruh

Dari hasil pengamatan pada tabel di atas terlihat adanya perbedaan warna air pada setiap jenis tanaman dan pada setiap hari pengamatan. Perubahan warna tersebut menunjukkan adanya proses penyerapan dan penguraian zat pencemar oleh masing-masing tanaman. Kondisi air pada hari pertama umumnya masih berwarna biru muda, sedangkan pada hari-hari berikutnya mulai tampak adanya perubahan tingkat kejernihan atau kekeruhan.

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada parameter pH air limbah setelah dilakukan proses bioremediasi menggunakan berbagai jenis tanaman air. Perlakuan dengan lidah mertua menunjukkan pH meningkat kembali menjadi 7 pada hari kedua dan ketiga, sedangkan eceng gondok tetap stabil di angka 6 dan kangkung menurun hingga 5. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan tanaman dalam menstabilkan pH air sangat bergantung pada struktur akar dan aktivitas metabolisme. Tanaman dengan sistem akar serabut seperti lidah mertua lebih efektif dalam menyerap ion kimia dari deterjen dibandingkan tanaman dengan

akar menggantung seperti eceng gondok. Penelitian oleh Kausar et al. (2023) juga menemukan bahwa jenis tanaman yang memiliki akar padat mampu menyeimbangkan kadar ion dalam air limbah secara lebih efisien.

Pertumbuhan tanaman yang berbeda pada setiap perlakuan juga menunjukkan pengaruh dari kandungan limbah terhadap daya hidup tanaman. Lidah mertua memiliki berat 52 gram, lebih tinggi dibandingkan kangkung dan eceng gondok, yang menandakan daya adaptasi lebih baik terhadap zat pencemar. Ukuran tanaman sering kali berhubungan dengan kemampuan penyerapan unsur kimia karena proses fotosintesis yang optimal akan meningkatkan metabolisme penyerap polutan. Mohebi dan Nazari (2022) melaporkan bahwa peningkatan biomassa tanaman menunjukkan keberhasilan proses fitoremediasi karena semakin besar tanaman, semakin tinggi pula kemampuan penyerapan logam dan bahan kimia. Hasil ini mendukung anggapan bahwa tanaman dengan pertumbuhan optimal berperan penting dalam menurunkan kadar pencemar air cucian.

Perubahan warna air menjadi salah satu indikator visual yang paling mudah diamati untuk menilai hasil fitoremediasi. Pada penelitian ini, air yang menggunakan lidah mertua mengalami perubahan dari biru muda menjadi jernih, eceng gondok tetap sedikit keruh, dan kangkung berubah menjadi sangat keruh. Warna air yang semakin jernih menunjukkan penurunan konsentrasi bahan aktif dari deterjen dan fosfat yang sebelumnya terlarut. Menurut Pang et al. (2023), perubahan warna air merupakan hasil dari pengikatan partikel padat dan zat kimia oleh akar tanaman yang berfungsi sebagai penyaring alami. Proses ini membuktikan bahwa tanaman berperan sebagai media biologis untuk memperbaiki kondisi fisik air limbah.

Tanaman eceng gondok menunjukkan hasil yang cukup baik, meskipun tidak seefektif lidah mertua dalam menjernihkan air. Tanaman ini dikenal memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap logam berat dan nitrogen, namun efektivitasnya terhadap bahan kimia deterjen lebih rendah. Zat surfaktan yang terdapat dalam limbah cucian dapat menempel pada akar

eceng gondok dan menghambat penyerapan nutrisi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Khan et al. (2022) yang menjelaskan bahwa efektivitas fitoremediasi sangat bergantung pada jenis polutan yang dihadapi. Eceng gondok cenderung lebih optimal pada limbah yang mengandung logam berat daripada limbah rumah tangga berbasis deterjen.

Performa kangkung air dalam penelitian ini menunjukkan hasil yang paling rendah dalam memperbaiki kualitas air. Air pada perlakuan ini mengalami peningkatan kekeruhan dari hari ke hari, yang menunjukkan rendahnya kemampuan kangkung dalam menguraikan zat kimia dari deterjen. Struktur akar kangkung yang pendek serta mudah membusuk diduga menyebabkan terjadinya peningkatan partikel organik dalam air. Kondisi tersebut membuat air menjadi lebih keruh dan berbau, menunjukkan adanya akumulasi bahan organik yang belum terurai sempurna. Hasil ini konsisten dengan penelitian Ali et al. (2024) yang melaporkan bahwa tidak semua tanaman air efektif untuk setiap jenis

limbah dan perlu disesuaikan dengan komposisi zat pencemar.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa lidah mertua merupakan tanaman yang paling efektif dalam menurunkan tingkat pencemaran air cucian baju. Kemampuannya dalam menstabilkan pH, meningkatkan kejernihan, dan mempertahankan pertumbuhan menunjukkan potensi tinggi untuk diterapkan sebagai agen fitoremediasi skala rumah tangga. Eceng gondok dapat digunakan sebagai alternatif, namun memerlukan waktu yang lebih lama untuk mencapai hasil optimal. Sementara itu, kangkung kurang sesuai untuk proses ini karena justru meningkatkan kekeruhan air. Penelitian Wentzell (2025) juga menegaskan bahwa pemilihan jenis tanaman sangat menentukan keberhasilan sistem fitoremediasi dalam pengolahan air limbah rumah tangga.

D. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga jenis tanaman air eceng

gondok, lidah mertua, dan kangkung memiliki kemampuan berbeda dalam proses bioremediasi limbah cair rumah tangga. Lidah mertua terbukti paling efektif dalam menurunkan tingkat pencemaran air cucian, ditunjukkan oleh peningkatan pH air dari 6 menjadi 7, perubahan warna air menjadi jernih, serta pertumbuhan tanaman yang paling baik. Struktur akar padat dan daya adaptasi tinggi memungkinkan lidah mertua menyerap serta menetralkan zat kimia dari deterjen dengan lebih efisien dibandingkan eceng gondok dan kangkung. Sementara itu, eceng gondok menunjukkan kemampuan sedang, mampu menstabilkan pH air namun hanya sedikit mengurangi kekeruhan karena efektivitasnya terhadap bahan kimia deterjen lebih rendah dibanding terhadap logam berat.

Sebaliknya, kangkung memperlihatkan hasil paling rendah karena air menjadi semakin keruh dan pH menurun hingga 5, menandakan rendahnya kemampuan tanaman ini dalam menguraikan zat pencemar. Struktur akar yang mudah membusuk justru menambah kandungan organik

dalam air, sehingga memperburuk kualitasnya. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa keberhasilan proses bioremediasi sangat dipengaruhi oleh jenis tanaman yang digunakan. Lidah mertua dinilai paling potensial diterapkan pada pengolahan limbah cair rumah tangga skala kecil, eceng gondok dapat dijadikan alternatif, sedangkan kangkung tidak direkomendasikan karena berisiko meningkatkan kekeruhan dan menurunkan kualitas air.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M., Aslam, A., Qadeer, A., & lainnya. (2024). *Domestic wastewater treatment by Pistia stratiotes in constructed wetland. Scientific Reports*, 14(1), 57329.
- Ayu, L., & Santoso, R. (2021). *Kemampuan kangkung air (Ipomoea aquatica) dalam menurunkan kadar fosfat pada limbah domestik. Jurnal Sains Lingkungan*, 9(2), 75-82.
- Cunningham, S. D., & Berti, W. R. (1993). *Remediation of Contaminated Soils with Green Plants: An Overview. In Vitro*

- Cellular & Developmental Biology*
– Plant, 29(4), 207–212.
- Hadi, R., & Fitriani, D. (2023). *Aplikasi fitoremediasi tanaman air dalam pengelolaan limbah cair rumah tangga*. Jurnal Teknologi Hijau, 7(1), 44–52.
- Handayani, S., & Yusuf, A. (2024). *Integrasi tanaman lokal dalam sistem bioremediasi rumah tangga*. Jurnal Ekoteknologi, 6(3), 101–110.
- Hidayat, A., & Nuraini, D. (2023). *Reduction of COD, pH and phosphate levels in laundry wastewater using Multi Soil Layering (MSL) method*. Jurnal Sains Natural, 4(2), 45–52.
- Kausar, A., Zahra, N., Kiran, H., Asim, S., & Raza, A. (2023). *The ability of some aquatic and terrestrial plants to purify domestic wastewater*. Phyton-International Journal of Experimental Botany, 92(8), 2245–2260.
- Khan, A. U., & lainnya. (2022). *Phytoremediation of pollutants from wastewater: A concise review*. Environmental Science and Pollution Research, 29(18), 26843–26857.
- Lee, H., & Park, S. (2023). *Ultra-low-pressure membrane filtration for simultaneous recovery of detergent and water from laundry wastewater*. Science of the Total Environment, 856, 159–172.
- Lestari, N., & Putra, M. (2020). *Efektivitas lidah mertua (Sansevieria trifasciata) dalam menyerap polutan udara dan air*. Jurnal Biologi Terapan, 5(2), 55–63.
- Mohebi, Z., & Nazari, M. (2022). *Phytoremediation of wastewater using aquatic plants: A review*. Journal of Applied Research in Water and Wastewater, 8(1), 50–58.
- Nirmala, A. (2020). *Penerapan fitoteknologi berbasis masyarakat dalam pengelolaan limbah rumah tangga*. Jurnal Pembangunan Berkelanjutan, 4(1), 88–97.
- Pang, Y. L., & lainnya. (2023). *Review on phytoremediation potential of floating aquatic plants*. Sustainability, 15(2), 1290.
- Pratiwi, E., Suryani, D., & Wibowo, T. (2022). *Fitoremediasi sebagai solusi pengolahan limbah cair domestik*. Jurnal Lingkungan dan Energi, 8(1), 23–30.
- Rahman, A., Sitorus, E., & Dewi, L. (2022). *Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas bioremediasi menggunakan tanaman air*. Jurnal Ilmu Lingkungan, 10(4), 67–75.

Rahmawati, D., & Hidayat, F. (2021).
Dampak Limbah Rumah Tangga terhadap Kualitas Air dan Upaya Penanggulangannya. Jurnal Ekologi Tropika, 11(2), 45–54.

Suharno. (2020). *Air limbah laundry: Karakteristik dan pengaruhnya terhadap kualitas air.* Jurnal Natural, Universitas Papua.

Utami, A., & Nugraha, H. (2021).
Pemanfaatan eceng gondok (Eichhornia crassipes) dalam pengolahan limbah cair domestik. Jurnal Bioteknologi Lingkungan, 3(2), 90–98.

Vidali, M. (2001). *Bioremediation. Pure and Applied Chemistry*, 73(7), 1163–1172.

Wentzell, S. (2025). *Advances in household wastewater phytoremediation systems: A global perspective.* Journal of Environmental Management, 342(3), 119–131.

Zhou, Y., Li, J., & Chen, X. (2022). *Advanced treatment of laundry wastewater by electro-hybrid ozonation-coagulation process: Surfactant and microplastic removal and mechanism.* Water, 14(24), 4138.