



Potensi Bioremediasi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) pada Ekosistem Perairan: A Review

Okta Rizal Karsih¹, Ronal Kurniawan^{1*}, Mega Novia Putri¹, M. Riswan², Dimas Gusriansyah¹

¹Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau,
Pekanbaru 28293 Indonesia

²Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Syiah Kuala,
Banda Aceh 23111 Indonesia

[*ronal.kurniawan@lecturer.unri.ac.id](mailto:ronal.kurniawan@lecturer.unri.ac.id)

Info Artikel	Abstrak
Kata Kunci: Fitoremediator, Perairan, Polutan organik, Logam berat.	Pencemaran perairan global membutuhkan solusi remediasi efektif dan berkelanjutan. Eceng gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>), meski dikenal sebagai gulma invasif, memiliki potensi signifikan sebagai agen fitoremediasi berkat karakteristik pertumbuhan cepat, biomassa tinggi, sistem perakaran ekstensif, dan toleransi besar terhadap berbagai polutan. Kemampuan fitoremediasi eceng gondok mencakup akumulasi logam berat hingga 6.000 mg/kg berat kering, pengurangan hidrokarbon minyak bumi hingga 79%, dan penyerapan nutrisi berlebih dari perairan eutrofik. Mekanisme utama meliputi fitoekstraksi, fitostabilisasi, rizofiltrasi, dan fitodegradasi, dengan efisiensi yang dipengaruhi oleh pH, suhu, dan konsentrasi polutan. Tantangan penerapan skala besar meliputi sifat invasif yang dapat mengganggu ekosistem akuatik dan kebutuhan manajemen intensif. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengoptimalkan efisiensi dan keberlanjutan eceng gondok sebagai teknologi hijau dalam pemulihan perairan tercemar.
Diterima: 01 Mei 2025	
Disetujui: 25 Mei 2025	

1. PENDAHULUAN

Pencemaran perairan telah menjadi permasalahan lingkungan global yang semakin mengkhawatirkan. Berbagai aktivitas antropogenik seperti industrialisasi, pertanian intensif, dan urbanisasi menyumbang beragam polutan ke badan air, termasuk logam berat, nutrisi berlebih, pestisida, dan limbah organik (Rezania *et al.*, 2016). Metode konvensional untuk remediasi lingkungan perairan seringkali mahal dan dapat menimbulkan dampak sekunder yang tidak diinginkan. Dalam konteks ini, fitoremediasi muncul sebagai pendekatan alternatif yang ramah lingkungan dan ekonomis. Fitoremediasi adalah metode ramah lingkungan dan hemat biaya yang memanfaatkan tanaman untuk memulihkan polutan dari tanah, air, dan udara. Teknologi hijau ini memanfaatkan kemampuan alami spesies tanaman tertentu untuk menyerap, mengakumulasi, dan mengubah kontaminan, sehingga memfasilitasi penghapusan atau konversi mereka menjadi bentuk yang tidak berbahaya. Proses ini sangat efektif untuk menangani logam berat, polutan organik, dan radionuklida, menjadikannya alat serbaguna untuk pembersihan lingkungan (Ahmad, 2024).

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) adalah tanaman air mengapung yang berasal dari Amerika Selatan namun kini telah tersebar luas di daerah tropis dan subtropis di seluruh dunia. Meskipun sering dianggap sebagai gulma invasif yang mengganggu ekosistem akuatik, penelitian menunjukkan bahwa

eceng gondok memiliki karakteristik yang menjadikannya kandidat potensial untuk fitoremediasi (Mishra & Tripathi, 2008). Tanaman ini memiliki toleransi tinggi terhadap berbagai polutan, laju pertumbuhan yang cepat, biomassa yang besar, dan kemampuan untuk mengakumulasi beragam kontaminan (Rezania *et al.*, 2015).

Eceng gondok telah terbukti secara efektif menghilangkan logam berat seperti seng dan kromium dari larutan berair. Efisiensi tanaman dalam penyerapan logam dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti pH, salinitas, dan konsentrasi logam. Kondisi optimal untuk menghilangkan logam termasuk pH netral, salinitas rendah, dan konsentrasi ion logam yang lebih rendah, yang meminimalkan tekanan pada tanaman dan meningkatkan kapasitas fitoremediasi (Swarnalatha & Radhakrishnan, 2015). Kemampuan tanaman untuk menyerap logam berat dikaitkan dengan sistem akarnya yang luas, yang menyediakan luas permukaan yang luas untuk adsorpsi dan akumulasi ion logam (Kareem *et al.*, 2023).

Eceng gondok juga efektif dalam mengurangi hidrokarbon minyak bumi dalam air. Penelitian telah menunjukkan pengurangan 79% dalam total hidrokarbon minyak bumi (TPH) saat menggunakan eceng gondok, dibandingkan dengan pengurangan hanya 17-27% tanpa tanaman. Pengurangan ini disertai dengan peningkatan kualitas air, seperti yang ditunjukkan oleh peningkatan kadar oksigen terlarut (Nedi *et al.*, 2023). Keuntungan menggunakan eceng gondok untuk fitoremediasi termasuk pertumbuhannya yang cepat, kemampuan beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang beragam, dan kapasitas penyerapan nutrisi yang tinggi. Karakteristik ini menjadikannya kandidat yang menjanjikan untuk aplikasi pengolahan air limbah skala besar (Ting *et al.*, 2018).

Literatur review ini bertujuan untuk menganalisis dan mengintegrasikan temuan penelitian terkini mengenai potensi eceng gondok sebagai agen fitoremediasi di lingkungan perairan tercemar, mekanisme yang terlibat, faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensinya, implikasi praktis dan tantangan dalam aplikasinya.

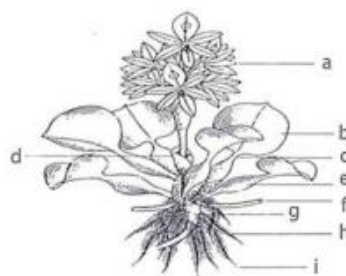
2. METODE PENELITIAN

Review ini dilakukan dengan menganalisis publikasi ilmiah, laporan penelitian, dan berbagai sumber terpercaya mengenai potensi eceng gondok sebagai fitoremediator. Penelusuran literatur dilakukan melalui database jurnal nasional dan internasional, repositori perguruan tinggi, serta publikasi lembaga penelitian yang relevan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi dan distribusi Eceng Gondok (*E. crassipes*)

Eceng gondok (*E. crassipes*) merupakan tanaman air dari famili *Pontederiaceae* dengan morfologi khas: daun hijau mengilap berbentuk bulat hingga oval, tangkai menggembung dengan jaringan aerenkim, serta akar serabut ungu-kehitaman yang menggantung di air (Jafari, 2010). Sistem akarnya yang luas mendukung penyerapan nutrisi dan interaksi mikroba. Tanaman ini memiliki adaptasi fisiologis penting sebagai fitoremediator, seperti: jaringan aerenkim untuk transfer oksigen ke akar, laju pertumbuhan cepat (populasi dapat mengganda dalam 6–18 hari), produksi biomassa tinggi (hingga 140 ton/ha/tahun), serta toleransi terhadap pH dan polutan tinggi. Adapun morfologi eceng gondok dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi eceng gondok

Sumber: Ansori (2022)

Eceng gondok dapat bertahan di berbagai kondisi iklim, meskipun pertumbuhannya optimal pada suhu 25-30°C dengan pH 6-8. Kemampuan adaptasinya yang tinggi memungkinkan tanaman ini untuk berkembang di berbagai jenis badan air yang tercemar, mulai dari kolam limbah industri hingga dan eutrofik (Lu *et al.*, 2010). Selain itu, kemampuannya untuk bertahan hidup dalam kondisi ekstrem menjadikannya pilihan yang menarik untuk remediasi lingkungan perairan yang sangat tercemar.

Mekanisme Fitoremediasi

Eceng gondok melakukan fitoremediasi melalui beberapa mekanisme utama (Mahamadi, 2011; Rezanian *et al.*, 2016): Fitoekstraksi adalah proses penyerapan polutan oleh akar tanaman dan translokasi serta akumulasinya ke bagian atas tanaman. Eceng gondok memiliki kemampuan luar biasa dalam mengakumulasi logam berat seperti Pb, Cd, Cu, Ni, dan Zn dalam konsentrasi yang jauh lebih tinggi dibandingkan konsentrasi di lingkungan. Penelitian Mishra & Tripathi (2008) menunjukkan bahwa eceng gondok dapat mengakumulasi Zn hingga 6.000 mg/kg berat kering, Fe hingga 16.000 mg/kg, dan Cu hingga 4.000 mg/kg.

Eceng gondok dapat mengurangi mobilitas dan bioavailabilitas polutan di perairan melalui proses adsorpsi, pengendapan, atau kompleksasi. Akar tanaman yang lebat menstabilkan sedimen dan mengurangi resuspensi kontaminan, sementara eksudasi akar dapat mengubah kondisi kimia disekitarnya untuk mengendapkan polutan. Menurut Li *et al.* (2015) eceng gondok efektif dalam menghilangkan nutrisi berlebih, terutama nitrogen dan fosfor, dari perairan eutrofi. Hal ini sangat penting untuk mencegah mekar alga dan menjaga stabilitas ekosistem. Untuk nitrogen amonia, eceng gondok menunjukkan kapasitas penyerapan nutrisi yang tinggi, menjadikannya pilihan yang layak untuk mengolah air limbah dengan kandungan nitrogen tinggi (Ting *et al.*, 2018).

Eceng gondok dapat mendegradasi polutan organik seperti metil parathion dan hidrokarbon minyak bumi. Penyerapan tanaman dan degradasi mikroba adalah proses utama yang terlibat dalam pemecahan senyawa ini (Nedi *et al.*, 2023). Selain itu, kehadiran eceng gondok dalam badan air yang terkontaminasi menyebabkan peningkatan parameter kualitas air seperti total padatan tersuspensi (TSS), kebutuhan oksigen kimia (COD), dan kebutuhan oksigen biologis (BOD). Perbaikan ini menunjukkan kemampuan tanaman untuk memurnikan air secara efektif (Mol & Murugesan, 2022).

Efektivitas Eceng Gondok dalam Remediasi Polutan

Eceng gondok telah terbukti sangat efektif dalam mengakumulasi berbagai logam berat dari perairan tercemar. Penelitian oleh Agunbiade *et al.* (2009) menunjukkan bahwa tanaman ini dapat menyerap hingga 71.4% Pb, 77.6% Cu, dan 66.8% Zn dari air limbah dalam periode 21 hari. Studi lain oleh Smolyakov (2012) menemukan bahwa faktor biokonsentrasi (BCF) eceng gondok untuk Ni dan Cd masing-masing mencapai 3.200 dan 2.800, menunjukkan kemampuan hiperakumulasi yang signifikan.

Tabel 1. Kemampuan eceng gondok dalam menyerap logam berat

Logam	Efisiensi Penyerapan (%)	Kapasitas Akumulasi (mg/kg berat kering)	Referensi
Pb	65-94	4,500-6,000	Mishra & Tripathi (2008)
Cd	42-88	1,500-2,800	Smolyakov (2012)
Cu	55-80	2,000-4,000	Agunbiade et al. (2009)
Ni	45-83	1,800-3,200	Lu et al. (2010)
Zn	48-90	3,000-6,000	Mishra & Tripathi (2008)
Cr	40-76	1,800-3,500	Mahamadi (2011)

Eceng gondok efektif menyerap logam berat seperti seng (Zn) dan merkuri (Hg) dari air yang terkontaminasi. Dalam satu penelitian, ia mengurangi konsentrasi Zn secara signifikan selama 30 hari, dengan faktor konsentrasi bio (BCF) yang tinggi menunjukkan kapasitas akumulasinya yang kuat (Nasir

et al., 2022). efektif mengurangi konsentrasi merkuri dalam air dari daerah penambangan emas, mencapai tingkat efisiensi eliminasi antara 49,9% dan 54,2% (Rusnam & Suarni, 2016). Hariyadi (2020) menyatakan bahwa eceng gondok terbukti menyerap klorin secara efektif, dengan tingkat penghilangan 79,58%, mengkategorikannya sebagai hiperakumulator klorin karena tingkat akumulasinya yang tinggi.

Kombinasi eceng gondok dan konsorsium mikroba telah terbukti secara signifikan meningkatkan penghilangan polutan seperti timbal dan hidrokarbon minyak bumi. Dalam satu penelitian, kehadiran konsorsium mikroba pendegradasi hidrokarbon minyak bumi meningkatkan pertumbuhan dan atribut fisiologis eceng gondok masing-masing sebesar 38% dan 22%, dibandingkan dengan kontrol yang tidak diinokulasi. Kombinasi ini menghasilkan akumulasi 93% timbal dan degradasi/akumulasi 72% hidrokarbon minyak bumi dari konsentrasi awalnya (Ali *et al.*, 2024). Kumar *et al.* (2019); Ratna *et al.* (2021) menyatakan bahwa eceng gondok menggunakan sistem akarnya yang padat untuk menjebak polutan melalui mekanisme seperti pertukaran ion, khelasi, dan koordinasi. Akar juga menciptakan lingkungan yang kondusif bagi pertumbuhan mikroba, yang membantu pemecahan kontaminan. Enzim mikroba, seperti oksidase dan transferase, memainkan peran penting dalam degradasi dan transformasi senyawa beracun, meningkatkan proses fitoremediasi secara keseluruhan.

Tantangan dan Keterbatasan

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dikenal luas karena potensinya dalam fitoremediasi, terutama untuk menghilangkan polutan seperti nitrogen amoniak dan logam berat dari air limbah. Namun, penerapannya sebagai phytomediator bukannya tanpa tantangan dan keterbatasan. Tantangan ini berasal dari sifat invasif, dampak lingkungan, dan kendala operasional dalam aplikasi skala besar. Memahami keterbatasan ini sangat penting untuk mengoptimalkan penggunaannya dalam manajemen lingkungan. Eceng gondok dianggap sebagai salah satu gulma air paling invasif di dunia, mampu berkembang biak dengan cepat dan menyebabkan gangguan ekologis yang signifikan. Tikarnya yang padat dapat menghalangi saluran air, menghalangi kehidupan akuatik, dan mengganggu ekosistem lokal (Xu *et al.*, 2022). Kemampuan tanaman untuk menutupi permukaan air dapat menghalangi sinar matahari, mempengaruhi fotosintesis pada tanaman yang terendam dan menyebabkan penurunan kadar oksigen dalam air, yang dapat membahayakan organisme akuat (Saleh, 2016).

Menurut Xu *et al.* (2022) pengelola eceng gondok dalam sistem fitoremediasi membutuhkan kontrol yang cermat untuk mencegah penyebarannya di luar area yang dituju. Ini melibatkan pemanenan dan pembuangan secara teratur, yang bisa padat karya dan biaya. Terlepas dari tantangan ini, eceng gondok tetap menjadi alat yang menjanjikan untuk fitoremediasi karena kapasitas penyerapan polutan yang tinggi dan kemampuan beradaptasi terhadap berbagai kondisi lingkungan. Namun, sifatnya yang invasif dan tantangan manajemen terkait memerlukan perencanaan dan implementasi yang cermat. Penelitian di masa depan dan kemajuan teknologi dapat meningkatkan efisiensi dan keberlanjutannya, menjadikannya pilihan yang lebih layak untuk proyek remediasi lingkungan skala besar.

4. KESIMPULAN

Keunggulan eceng gondok sebagai fitoremediator didukung oleh sistem perakaran ekstensif, jaringan aerenkim yang berkembang, pertumbuhan cepat, dan biomassa tinggi—memungkinkan proses fitoekstraksi, fitostabilisasi, rizofiltrasi, dan fitodegradasi berlangsung efektif. Kombinasi dengan konsorsium mikroba dapat meningkatkan kinerja fitoremediasi melalui stimulasi pertumbuhan dan degradasi polutan. Meskipun efektif, sifat invasif eceng gondok memerlukan pengelolaan cermat melalui pemanenan dan pembuangan teratur untuk mencegah gangguan ekologis, penurunan biodiversitas, dan hambatan aliran air. Penelitian lanjutan diperlukan untuk optimalisasi efisiensi dalam kondisi lapangan serta pengembangan strategi pengelolaan berkelanjutan dan pemanfaatan biomassa pasca-remediasi. Dengan manajemen tepat, eceng gondok menawarkan solusi teknologi hijau yang efektif dan ekonomis untuk rehabilitasi lingkungan perairan tercemar.

DAFTAR PUSTAKA

- Agunbiade, F.O., Olu-Owolabi, B.I., Adebawale, K.O. (2009). Phytoremediation Potential of *Eichhornia crassipes* in Metal-contaminated Coastal Water. *Bioresource Technology*, 100(19): 4521-4526
- Ahmad, H. (2024). *Phytoremediation: The green solution*. IntechOpen. Chapter metrics overview
- Ali, M. H., Muzaffar, A., Khan, M. I., Farooq, Q., Tanvir, M. A., Dawood, M., Hussain, M. I. (2024). Microbes-Assisted Phytoremediation of Lead and Petroleum Hydrocarbons Contaminated Water by Water Hyacinth. *International Journal of Phytoremediation*, 26(3): 405-415.
- Ansori, A.S. (2022). *Uji Potensi Tumbuhan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes Solm.) sebagai Fitoremediator Logam Berat Kromium (Cr) pada Limbah Cair dari Pabrik Kulit di Magetan Jawa Timur*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim
- Hariyadi, H. (2020). The Ability of Water Hyacinth, Heart Shape False Pickerelweed and Water Lettuce as Chlorine Phytoremediation in Water. *International Journal of Life Sciences & Earth Sciences*, 3(1): 30–37.
- Jafari, N. (2010). Ecological and Socio-Economic Utilization of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 14(2): 43-49
- Kareem, A.E.A., Alaallah, N.J., Ahmed, M.A. (2023). Eco-Friendly Technology to Remove Heavy Metals from Waste Water Using Phytoremediation (water hyacinth): A review. *Journal of Kufa for Chemical Sciences*, 3(1): 23-44
- Kumar, N., Jeena, N., Gangola, S., Singh, H. (2019). *Phytoremediation Facilitating Enzymes: An Enzymatic Approach for Enhancing Remediation Process* (289–306). Academic Press.
- Li, X., Xi, H., Sun, X., Yang, Y., Yang, S., Zhou, Y., Zhou, X., & Yang, Y. (2015). Comparative Proteomics Exploring the Molecular Mechanism of Eutrophic Water Purification Using Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Environmental Science and Pollution Research*, 22(11): 8643–8658.
- Lu, Q., He, Z.L., Graetz, D.A., Stoffella, P.J., Yang, X. (2010). Phytoremediation to Remove Nutrients Andimprove Eutrophic Stormwaters using Water Lettuce (*Pistia stratiotes* L.) and Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Environmental Science and Pollution Research*, 17(1): 84-96
- Mahamadi, C. (2011). Water Hyacinth as a Biosorbent: a Review. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 5(13): 1137-1145.
- Mishra, V.K., Tripathi, B.D. (2008). Concurrent Removal and Accumulation of Heavy Metals by the Threelaquatic Macrophytes. *Bioresource Technology*, 99(15): 7091-7097
- Mol, R., Murugesan, A.G. (2022). Phytoremediation of Nutrients from the Coir Retting Wastewater by Water Hyacinth, *Eichhornia Crassipes*. *Pollution Research*, 41(04): 1282–1287.
- Nasir, M.I., Nur, M., Pandiangan, D., Mambu, S. M., Fauziah, S. K., Raya, I., Fudholi, A., Irfandi, R. (2022). Phytoremediation Study of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) on Zinc Metal Ion (Zn^{2+}). *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 17(3): 417–422.
- Nedi, S., Effendi, I., Tanjung, A., Elizal, E. (2023). Reduction of Hydrocarbon Pollutants by Hyacinth Plants (*Eichhornia crassipes*). *F1000Research*, 12,728: 1-18.
- Ratna, S., Rastogi, S., Kumar, R. (2021). *Phytoremediation: a Synergistic Interaction Between Plants and Microbes for Removal of Unwanted Chemicals/Contaminants* (199–222). Springer, Singapore.

- Rezania, S., Ponraj, M., Din, M.F.M., Songip, A.R., Sairan, F.M., Chelliapan, S. (2015). The Diverse Applications of Water Hyacinth with Main Focus on Sustainable Energy and Production for New Era: an Overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41: 943-954.
- Rezania, S., Ponraj, M., Talaiekhosani, A., Mohamad, S.E., Din, M.F.M., Taib, S.M., Sabbagh, F., Sairan, F.M. (2016). Perspectives of Phytoremediation using Water Hyacinth for Removal of Heavy Metals, Organic and Inorganic Pollutants in Wastewater. *Journal of Environmental Management*, 163: 125-133
- Rusnam, E., Suarni, T. (2016). The Phytoremediation Technology in the Recovery of Mercury Pollution by Using Water Hyacinth Plant (*Eichhornia crassipes*) for Water Quality of irrigation. *Journal of Industrial Pollution Control*, 32(1): 356-360.
- Saleh, H.M. (2016). Biological Remediation of Hazardous Pollutants Using Water Hyacinth- A Review. *Ideas*, 2(11): 80-91.
- Smolyakov, B.S. (2012). Uptake of Zn, Cu, Pb, and Cd by Water Hyacinth in the Initial Stage of Water System Remediation. *Applied Geochemistry*, 27(6): 1214-1219
- Swarnalatha, K., Radhakrishnan, B. (2015). Studies on Removal of Zinc and Chromium from Aqueous Solutions using Water Hyacinth. *Polymer Journal*, 1(2): 193-202.
- Ting, W.H.T., Tan, I.A.W., Salleh, S.F., Wahab, N.A. (2018). Application of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) for Phytoremediation of Ammoniacal Nitrogen: a review. *Journal of Water Process Engineering*, 22: 239-249.
- Xu, J., Li, X., Gao, T. (2022). The Multifaceted Function of Water Hyacinth in Maintaining Environmental Sustainability and the Underlying Mechanisms: A Mini Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(24): 1-16.