

# Ekorestorasi Perairan menggunakan Tanaman Selada air (*Nasturtium officinale*) untuk mengendalikan Polusi berbasis *Rhizofiltration Technology*

Fatimatuz Zahro<sup>1</sup>, Laily Rosdiana<sup>2</sup>, Fikky Dian Roqobih<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

Email: [fatimatuz.20078@mhs.unesa.ac.id](mailto:fatimatuz.20078@mhs.unesa.ac.id)<sup>1</sup>, [lailyrosdiana@unesa.ac.id](mailto:lailyrosdiana@unesa.ac.id)<sup>2</sup>,  
[fikkyroqobih@unesa.ac.id](mailto:fikkyroqobih@unesa.ac.id)<sup>3</sup>,

Received 10 Agustus 2023 | Revised 20 Agustus 2023 | Accepted 25 Agustus 2023

## ABSTRAK

*Rekayasa Hijau: Indeks kualitas air di dunia telah mengalami penurunan.. Sumber air yang terkontaminasi harus dikelola untuk mencegah banyaknya kerusakan di bumi. Salah satu tujuan global dalam SDGs (Sustainable Development Goals) adalah air bersih dan sanitasi (Clean water and sanitation). Nasturtium officinale atau yang juga dikenal dengan nama selada air adalah salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan untuk bioremediasi, khususnya dalam membersihkan air yang terkontaminasi oleh logam berat. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan temuan terdahulu tentang efektivitas tanaman selada air, kelebihan dan kekurangan tanaman selada air dan mekanisme selada air dalam bekerja secara optimal. Jenis penelitian ini dengan menggunakan metode systematic review human . Literatur dipilih berdasarkan tiga kriteria: relevan dengan konteks, jurnal dalam 5 tahun terakhir, dan dapat diakses oleh umum. Setelah proses seleksi, 4 artikel dipilih untuk direview. Dalam artikel-artikel ini, selada air terbukti krusial dalam memproses air terdegradasi lewat Rhizofiltration. Kinerjanya dalam mengakumulasi logam berat sangat potensial untuk meningkatkan ekorestorasi perairan.*

**Kata kunci:** Selada Air, Rhizofiltration technology, Ekorestorasi Perairan

## ABSTRACT

*Rekayasa Hijau: The water quality index in the world has decreased. Contaminated water sources must be managed to prevent much damage to the earth. One of the global goals in the SDGs (Sustainable Development Goals) is clean water and sanitation. Nasturtium officinale or also known as watercress is one of the plants that can be used for bioremediation, especially in cleaning water contaminated by heavy metals. This study aims to explain previous findings about the effectiveness of watercress plants, advantages and disadvantages of watercress plants and the mechanism of watercress in working optimally. This type of research uses the method of systematic human review. Literature is selected based on three criteria: context-relevant, journals within the last 5 years, and publicly accessible. After the selection process, 4 articles were selected for review. In these articles, watercress proved crucial in processing degraded water through rhizofiltration. Its performance in accumulating heavy metals has the potential to improve aquatic ecorestoration.*

**Keywords:** *Nasturtium officinale*, Rhizofiltration technology, Aquatic Ecorestoration

## 1. PENDAHULUAN

Penurunan indeks kualitas air dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor kimia, biologi serta aktivitas manusia dan fenomena alam. Permasalahan ini memerlukan analisis yang mendalam dan respons yang holistik untuk menjaga keseimbangan ekosistem perairan dan melindungi sumber daya air yang sangat penting bagi kehidupan. Pencemaran oleh limbah industri, limbah domestik, sampah, perubahan iklim, kegiatan pertanian, aktivitas pertambangan merupakan faktor-faktor yang saling berkaitan dalam mempengaruhi kualitas air. Metode pengolahan limbah air secara konvensional tidak selalu dapat bekerja dengan baik karena belum sepenuhnya mampu menghilangkan zat-zat berbahaya seperti pestisida, logam berat dan bahan kimia lainnya. Kegiatan pertambangan dan industrialisasi menghasilkan logam berat yang beracun seperti Zinc (Zn), Copper (Cu), Lead (Pb), Chromium (Cr), Arsenic (As), Cadmium (Cd) dan Nikel (Ni). Logam berat tersebut sangat berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia karena terakumulasi dengan jaringan lunak dan tidak di metabolisme oleh tubuh manusia [1].

Tumbuhan memberikan banyak manfaat bagi seluruh makhluk hidup di bumi. Peran tumbuhan dalam menjaga keseimbangan alam berpengaruh besar terhadap kelestarian makhluk hidup di bumi. Tumbuhan menyediakan oksigen bagi makhluk hidup melalui proses fotosintesis. Secara aktif tumbuhan juga menciptakan iklim lokal untuk mengurangi risiko bencana alam. Komponen lainnya yang memiliki peran penting untuk keberlangsungan makhluk hidup adalah air. Kehidupan yang berkelanjutan di bumi dapat berlangsung tidak terlepas dari keberadaan air di bumi. Fakta menunjukkan bahwa air yang berada di bumi tidak selalu memiliki kualitas yang baik. Sejumlah faktor kompleks yang dapat dianalisis dalam konteks ini termasuk komposisi kimia air, interaksi antara organisme hidup dengan komponen air, serta fenomena fisika yang mempengaruhi sirkulasi dan perubahan fisik air. Kualitas air secara kimia dapat dipengaruhi oleh komposisi mineral, zat organik terlarut, dan logam berat. Seiring perubahan lingkungan global, peningkatan kadar polutan seperti nitrogen dan fosfor dapat memicu masalah eutrofikasi, yang mengganggu ekosistem perairan. Air yang terkontaminasi oleh patogen, pengotor organik dan anorganik serta logam berat dapat membahayakan lingkungan dan kesehatan manusia. Degradasi kualitas air menjadi masalah lingkungan, sosial dan ekonomi. Tantangan utama yang dihadapi pada abad 21 saat ini adalah kualitas air. Penurunan kualitas air disebabkan karena aktivitas pertanian, perindustrian hingga kegiatan domestik. Fenomena ini memerlukan analisis mendalam dan tindakan tegas untuk mengatasi dampaknya terhadap lingkungan. Kegiatan perindustrian setiap tahunnya menghasilkan limbah sebanyak 300-400 megaton limbah ke badan air. Hasil dari proses produksi industri menghasilkan berbagai macam limbah yang mengandung zat-zat berbahaya yang dapat merusak ekosistem air. Ketersediaan air bergantung pada jumlah air yang tersedia, bagaimana air dikelola, disimpan hingga di alokasikan kepada masyarakat yang membutuhkan [2]. Berdasarkan hasil survey oleh *Statista Research* Departement, indeks kualitas air di Indonesia pada tahun 2021 mencapai 52.82 dengan tafsiran kualitas air mengalami gangguan (degradasi) [3].

Sumber air yang terkontaminasi harus dikelola untuk mencegah banyaknya kerusakan di bumi. Salah satu tujuan global dalam SDGs (*Sustainable Development Goals*) adalah air bersih dan sanitasi (*Clean water and sanitation*). Fokus tujuan tersebut bertujuan untuk memastikan ketersediaan dan pengelolaan air yang berkelanjutan untuk semua. Di Indonesia, akses air bersih dan sanitasi hingga saat ini menjadi tantangan terutama di pedesaan. Indonesia tercatat sebagai negara yang mewakili sebanyak 6% air dari sumber daya air di dunia. Hal tersebut menunjukkan bahwa Indonesia memiliki sumber daya air yang melimpah. Namun, tantangan yang sedang di hadapi adalah kekurangan air bersih di daerah-daerah tertentu [4]. Dengan tercapainya tujuan tersebut, diharapkan dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi Kesehatan, lingkungan dan pembangunan ekonomi berkelanjutan. Langkah nyata untuk mengatasi pencemaran logam berat terbagi menjadi 3 yaitu pendekatan fisik, pendekatan kimia dan pendekatan biologi. Dari ketiga pendekatan tersebut, pendekatan biologis menjadi pendekatan paling ramah lingkungan dan hemat biaya karena menggunakan organisme hidup untuk meremidiasi atau memulihkan Kembali logam berbahaya atau zat kontaminan dari lingkungan yang tercemar [5]

Fitoremediasi merupakan salah satu metode atau Teknik bioremediasi yang digunakan untuk

membersihkan dan memulihkan air yang tercemar. Dalam prinsipnya menggunakan tanaman yang berfungsi sebagai akumulator untuk menyerap kontaminan atau logam berat dengan metode *Rhizofiltration Technology* [6]. Keuntungan menggunakan teknologi fitoremediasi adalah teknologi ini merupakan teknologi yang ramah lingkungan, murah, dan efektif dalam mengatasi pencemaran. Penggunaan teknologi fitoremediasi ini tidak memerlukan penggunaan bahan kimia atau metode yang merusak ekosistem. Selain itu, fitoremediasi juga dapat meningkatkan kualitas lingkungan dan memperbaiki kesehatan manusia dan hewan. Namun, kekurangan dari teknologi ini adalah waktu yang dibutuhkan untuk membersihkan polutan dapat memakan waktu yang cukup lama dan hasilnya mungkin tidak sepenuhnya memuaskan tergantung pada jenis dan tingkat pencemaran [7].

Tumbuhan yang memiliki kemampuan sebagai akumulator untuk mendegradasi kontaminan hingga saat ini sebanyak 700 lebih spesies. Tumbuhan tersebut seperti sawi india (*Brassica juncea*) hingga sweet alison (*Alysum lesbiacum*). Tumbuhan tersebut dikenal sebagai tumbuhan hiperakumulator [8]. *Nasturtium officinale* atau yang juga dikenal dengan nama selada air adalah salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan untuk bioremediasi, khususnya dalam membersihkan air yang terkontaminasi oleh logam berat. Tanaman ini memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat seperti kadmium, merkuri, dan timbal dari air melalui akar dan daunnya. Penelitian sebelumnya yang menerapkan selada air (*Nastrutium officinale*) untuk mengendalikan polusi berbasis *Rhizofiltration Technology* adalah Klimek-Szczykutowicz, dkk. tentang Studi ini mengevaluasi kapasitas bioakumulasi dari elemen makro dan mikro, dampaknya pada produksi glukosinolat dan asam fenolik dan sifat antioksidan dalam model kultur microshoot *Nasturtium officinale* [9]. Penelitian oleh Arshad, M., Khalid, R., Hina, K., Ullah, S., & Ali, M. A pada tahun 2015 dilakukan untuk menyelidiki penyerapan jangka pendek dari kadmium (CD) oleh *Nasturtium officinale* [10]. Pada penelitian ini akan membahas temuan terdahulu tentang efektivitas tanaman selada air, kelebihan dan kekurangan tanaman selada air dan mekanisme selada air dalam bekerja secara optimal.

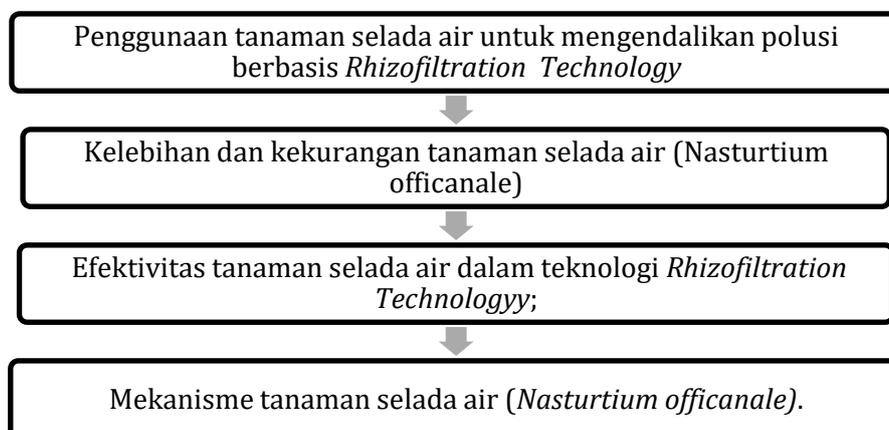
## 2. METODOLOGI

### 2.1 Jenis dan Sumber Data

Jenis penelitian ini adalah penelitian dengan menggunakan metode *systematic review*. Penelitian *systematic review* dilakukan dengan penelaahan dengan kriteria tertentu secara terstruktur untuk mengetahui *evidence base* [11]. Data Penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu data sekunder. Data sekunder yaitu data yang diperoleh dari hasil studi literatur terkait dengan penelitian, diantaranya yaitu untuk mendapatkan informasi tentang efektivitas tanaman selada air hingga mekanisme yang digunakan pada *Rhizofiltration Technology*.

### 2.2 Prosedur Pencarian Artikel

Pencarian artikel hasil penelitian dilakukan berdasarkan aspek-aspek berikut:

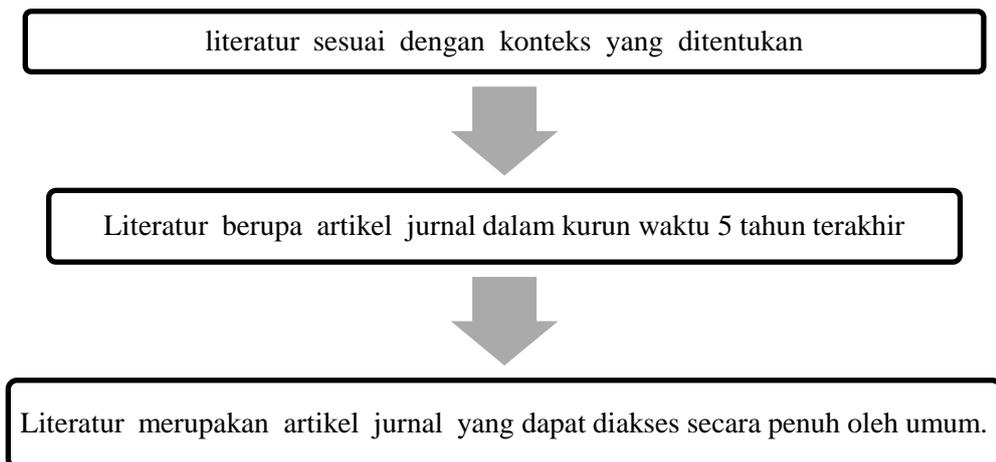


**Gambar 1. Prosedur pencarian artikel**

Sedangkan kata kunci yang digunakan untuk mencari literatur adalah Tanaman Selada Air, *Rhizofiltration Technology* dan bahaya polutan air,

### 2.3 Kriteria Artikel

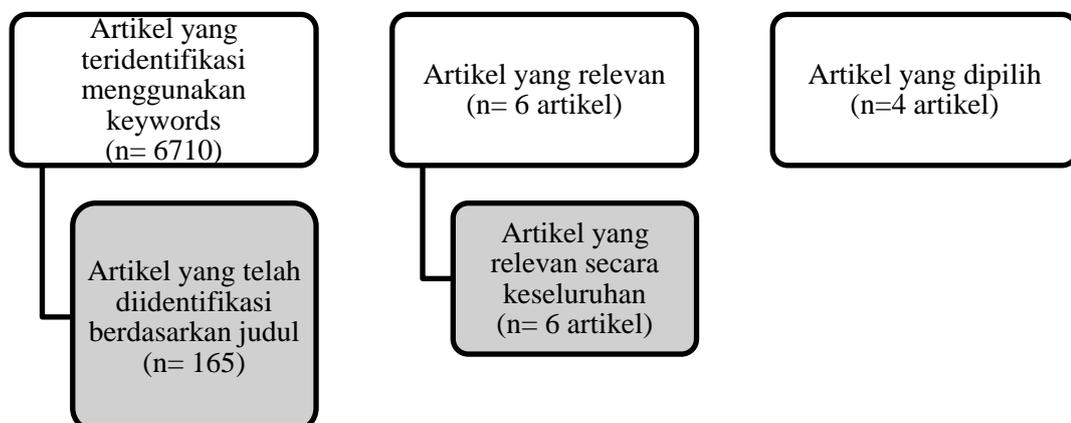
Tahapan setelah pencarian artikel adalah peneliti melakukan evaluasi terhadap hasil pencarian literatur. Literatur-literatur tersebut disaring menggunakan kriteria-kriteria tertentu sehingga ditemukan artikel yang akan menjadi sumber dan acuan pada penelitian ini. Kriteria-kriteria tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Kriteria artikel

### 2.4 Hasil Pencarian Artikel

Hasil pencarian artikel pada platform atau mesin pencarian artikel yang telah ditentukan, didapatkan 6710 artikel yang telah dipublish. Selanjutnya, dilakukan pengecekan judul dan abstrak dari masing-masing artikel yang teridentifikasi sehingga didapatkan 165 artikel. Setelah dilakukan review didapatkan 6 artikel yang relevan dengan kriteria artikel yang memenuhi syarat dan sesuai dengan judul penelitian ini. Kemudian, 6 artikel yang relevan dibaca secara keseluruhan isi teks, sehingga didapatkan 4 artikel yang memenuhi kelayakan isi artikel. 2 artikel tidak terpilih dikarenakan focus dan tujuan penelitian artikel tersebut berbeda. Adapun tahapan dan proses penyeleksian artikel dari identifikasi sampai penentuan artikel yang dipilih dapat disajikan pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 3. Proses penyeleksian artikel

## 2.5 Artikel Jurnal yang diriview

Jumlah keseluruhan artikel yang didapatkan selanjutnya dilakukan penyaringan sesuai dengan kriteria inklusi sehingga hasil akhir ditemukan 4 artikel yang dipilih. Artikel jurnal yang di review disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut:

**Tabel 1. Deskripsi hasil penelitian yang relevan**

No	Author	Judul	Hasil	Journal
1	(Banerjee & Roychoudhury, 2022) [12]	<i>Assessing the Rhizofiltration Potential of Three Aquatic Plants Exposed to Fluoride and Multiple Heavy Metal Pollutes Water</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa selada air ditemukan paling efisien untuk meremediasi atau membersihkan air yang terkontaminasi dengan penurunan tertinggi yaitu 394,3 dan 349,2. Penurunan tersebut terjadi 3,2 kali lipat pada unsur AS, Cu, Pb, Ni dan Fluoride. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, selada air mampu berperan sebagai hiperakumulator	<i>Vegetos</i>
2	(Kumar, dkk., 2019) [13]	<i>Heavy metal uptake by water lettuce from paper mill effluent (pme): experimental and prediction modeling studies</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa Rhizofiltration tanaman selada air selama 40 hari dengan kondisi percobaan tanaman selada air ditempatkan pada konsentrasi limbah pabrik atau logam berat berupa Cd, Cu, Fe, Pb dan Zn diberikan perlakuan pengadukan alami untuk menghindari sedimentasi . Kondisi air mengalami penurunan konsentrasi limbah dan mengalami peningkatan kualitas air.	<i>Environmental Technology &amp; Innovation</i>
3	(Karmakar, Mukerjee., J & Mukerjee., S., 2019) [14]	<i>Fluoride Attenuation from Contaminated Water by Hydrophytes</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman selada air mampu menghilangkan zat kontaminan dalam air sebesar 16.23%; 17,05% dan 27,86%	<i>Environmental Biotechnology For Soil and Wastewater Implications on Ecosystems</i>

No	Author	Judul	Hasil	Journal
			Fluorida dari konsentrasi awal fluoride 5, 15 dan 25 mg/L. Tanaman selada air memiliki kemampuan penyisihan fluoride dengan kapasitas yang cukup besar.	
4	(Leblebici, Z., Dalmiş, E., & Andeden, E. E. 2019) [15]	Determination of the Potential of Nasturtium Officinale. in Removing Nickel from the Environment by Utilizing its Rhizofiltration Capacity	Hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi tanaman selada air mengalami peningkatan hingga hari ke 8 dengan kandungan Ni masing-masing sebanyak 1 mg L <sup>-1</sup> , 5 mg L <sup>-1</sup> , 10 mg L <sup>-1</sup> dan 20 mg L <sup>-1</sup> . Hasil peningkatan pada masing-masing kadar Ni secara berturut-turut adalah 18±2,4, 2415±42.1, 8241±62,4 dan 6257±54,7. Tanaman selada air mengakumulasi Ni dalam jumlah yang tinggi.	<i>Environmental Sciences</i>

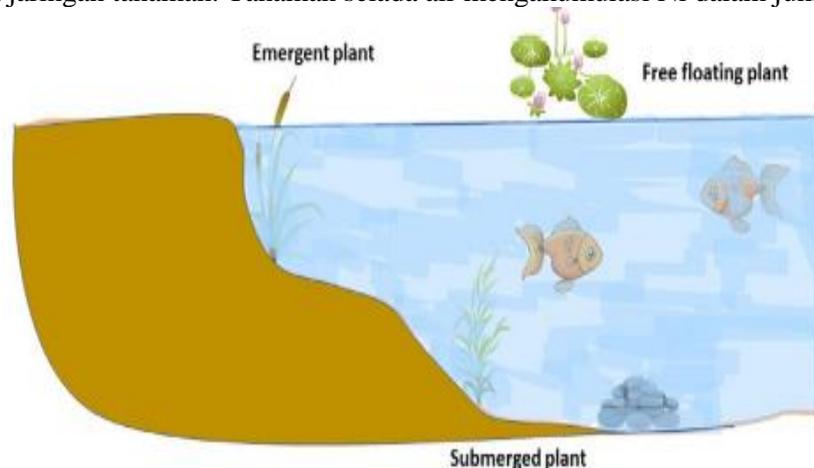
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Efektivitas tanaman selada air

Pengelolaan ekosistem perairan yang bersifat *sustainable* berprinsip pada metode bioremediasi yang ramah lingkungan. Proses ini melibatkan akar tanaman untuk berperan sebagai agen utama dalam menyerap nutrisi lebih, logam berat hingga zat pencemar lainnya dari dalam air limbah. Penyerapan nutrisi pada akar tanaman melalui dua proses yang berbeda. Pertama, unsur hara berpindah dari tanah ke permukaan akar tanaman. Kedua, unsur hara bergerak dari luar kedalam akar tanaman. Proses tersebut dipengaruhi oleh transpirasi tanaman. Proses penyerapan nutrisi pada akar melibatkan peristiwa difusi yaitu adanya pergerakan atau perpindahan antara molekul-molekul dari wilayah atau daerah yang memiliki konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah. *Rhizofiltration* technology didefinisikan sebagai bioremediasi yang memanfaatkan tanaman untuk remediasi air limbah dan memanfaatkan akar tanaman untuk menyerap nutrisi dari air limbah. Tanaman selada air atau disebut juga dengan watercress (*Nasturtium officinale*) telah digunakan dalam beberapa penelitian untuk bioremediasi air yang terkontaminasi oleh logam berat seperti tembaga, kromium, merkuri, timbal dan lain sebagainya.

Penelitian oleh [12], [13], [14] dan [15] telah menunjukkan bahwa selada air memiliki kemampuan untuk menyerap dan mengakumulasi logam berat dari air dengan kapasitas tinggi.

Hal ini disebabkan oleh kemampuan tanaman dalam menyerap nutrisi dari air yang menjadi sumber makanannya. Selada air memiliki sistem akar yang banyak dan luas sehingga memungkinkan tanaman untuk menyerap nutrisi dan logam berat yang terlarut di dalam air dengan lebih efektif. Semakin luar system akar pada tumbuhan, maka semakin besar kemampuan suatu tumbuhan dalam menyerap nutrisi. Hal tersebut memiliki korelasi dengan kemampuan akar tanaman dalam meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Pada selada air iystem akar yang banyak dan luas membentang di berbagai arah dan tingkat kedalam dalam air tempat tanaman tumbuh. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa struktur fisik tanaman secara langsung mempengaruhi fungsinya dalam berinteraksi dengan lingkungannya. Hasil literature review pada penelitian yang dilakukan oleh [12] yang berjudul *Assessing the rhizofiltration potential of three aquatic plants exposed to fluoride and multiple heavy metal polluted water*. Hasilnya menunjukkan bahwa selada air berperan sebagai ekstraksi rhizostabilisasi tertinggi yang menyebabkan air mengalami peningkatan efisiensi. Selada air diidentifikasi sebagai *hyperaccumulator fluoride* yang efisien. Hasil *literature review* yang lain, penelitian yang serupa dengan hasil review penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [12] dengan judul *Heavy metal uptake by water lettuce from paper mill effluent (pme): experimental and prediction modeling studies* Hasilnya menunjukkan bahwa tanaman selada air mampu menyerap kandungan maksimum semua logam berat di akar saat ditanam dalam konsentrasi PME 75%. Hasil studi juga mneunjukkan bahwa pH dan konsentrasi logam berat PME ditemukan sebagai prediktor yang baik untuk mengembangkan model regresi berganda sehingga n tanaman yang cocok untuk phytoextraction logam. kapasitas penyisihan fluoride dari makrofita akuatik yang tersedia secara luas seperti *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes*, *Spirodela polyrhiza*. Hasilnya menunjukkan efisiensi penyisihan fluoride yang cukup besar dan kapasitas penyisihan fluoride mereka bervariasi dalam kisaran 16,23-32,53% setelah periode kontak 10 hari pada konsentrasi fluoride 5-25 mg/L. Hal tersebut juga di dukung oleh hasil penelitian [12] yang berjudul *Fluoride Attenuation from Contaminated Water by Hydrophytes* menunjukkan bahwa tanaman selada air dapat mengakumulasi sejumlah besar fluoride didalam jaringan tanaman. Tanaman selada air mengakumulasi Ni dalam jumlah yang tinggi.



Gambar 2. Jenis tumbuhan makrofit pada ekosistem perairan [1]

Tumbuhan air (Tanaman selada air) hidup di bagian permukaan badan air. Tanaman selada air membantu meremidiasi dengan kemampuan detoksifikasinya, yakni proses di mana tanaman ini mampu mereduksi atau menghilangkan kontaminan yang ada dalam air. Bagian akar tanaman selada air akan membantu menyerap kontaminan. Akar ini memiliki kemampuan untuk menyerap kontaminan dari air melalui proses yang dikenal sebagai fitoekstraksi. Karena akarnya yang panjang dan meluas, tanaman selada air mampu menjalankan fungsi ini dengan efisien, sehingga memungkinkan untuk meningkatkan proses pemurnian air secara signifikan. Kemampuan akar ini dalam menyerap kontaminan, termasuk logam berat, membantu mengurangi konsentrasi zat-zat berbahaya dalam air yang dapat membahayakan organisme hidup di dalamnya. Tanaman selada air memiliki akar yang panjang dan luas sehingga dapat

meningkatkan pemurnian airnya. Efektivitas tanaman selada air dalam bioremediasi tergantung pada beberapa faktor, seperti jenis logam berat yang terdapat dalam air, konsentrasi logam berat, dan keadaan lingkungan seperti pH dan suhu air [16].

B. Kelebihan dan kekurangan tanaman selada air

Kelebihan tanaman selada air dalam penerapannya untuk *Rhizofiltration technology* diantaranya adalah tanaman selada air memiliki kemampuan untuk menyerap dan mengakumulasi logam berat dari air yang terkontaminasi dengan efektif. Dalam proses penanamannya tanaman selada air mudah ditanam dan memiliki siklus hidup yang pendek sehingga dapat digunakan dalam bioremediasi dengan cepat. Kemampuan tanaman selada air dalam proses pertumbuhannya berlangsung secara fleksibel atau dapat diartikan sebagai tanaman yang memiliki adaptasi dan toleransi yang baik terhadap berbagai kondisi lingkungan. Fase pertumbuhan tanaman selada air dapat tumbuh dalam kondisi lingkungan yang berbeda dan toleran terhadap berbagai kondisi lingkungan [17]. Sedangkan kekurangan tanaman selada air secara khusus adalah tanaman selada air tidak dapat menghilangkan logam berat dari air secara permanen, tetapi hanya dapat mengurangi konsentrasinya. Namun demikian, meskipun ada kekurangan, tanaman selada air masih menjadi pilihan yang menarik dalam *Rhizofiltration technology* air yang terkontaminasi oleh logam berat, terutama karena kemampuannya yang efektif dalam menyerap dan mengakumulasi logam berat.

C. Mekanisme selada air dalam bekerja secara optimal

Akar tanaman selada air memiliki peran penting dalam menghilangkan polutan dari limbah dan logam berat dalam air. Struktur sel pada akar tanaman selada air berperan aktif dalam menyerap nutrisi dan logam berat disekitarnya. Kemampuannya dalam mengakumulasi logam berat membantu mengurangi konsentrasi logam dalam air. Istilah tersebut dikenal dengan bioakumulasi. Akar tanaman dan mikroba berinteraksi untuk menghilangkan kontaminan dari wilayah ekosistem yang telah terdegradasi [18]. Kinerja efisien rhizobakteri berkorelasi dengan tingkat degradasi polutan yang berhasil dicapai. Semakin baik pertumbuhan rhizobakteri, maka semakin banyak degradasi polutan yang diperoleh. Pada air yang mengandung logam berat dengan persentase yang tinggi, tanaman selada air dapat menjadi agen stabilisasi yang mengubah kondisi air menjadi lebih stabil. Interaksi kompleks antara akar tanaman, mikroba tanah serta proses fisiologis merupakan mekanisme dalam merevitalisasi ekosistem yang tercemar. Dalam proses transpirasi air yang diserap tanaman, senyawa organik dan anorganik yang terlarut masuk ke dalam tanaman sehingga terjadi proses pendegradasian oleh enzim tanaman pada senyawa organik. Interaksi pertama pada proses *Rhizofiltration technology* terjadi pada bagian akar kemudian berlangsung proses fiksasi. Dampak yang muncul dari penerapan teknologi *Rhizofiltration* adalah terciptanya kestabilan ekorestorasi perairan. Hasil dari *Rhizofiltration technology* mengakibatkan ekorestorasi perairan menjadi lebih stabil. Dengan adanya ekorestorasi perairan dengan menggunakan tanaman selada air dapat mengurangi laju degradasi untuk menjaga kualitas air.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan kajian *literature review* pada artikel-artikel penelitian yang telah dilakukan tanaman selada (*Nasturtium officinale*) air memiliki peran penting dalam pengolahan air terdegradasi. Tanaman selada air (*Nasturtium officinale*) memiliki potensi yang tinggi dalam mengakumulasi tanaman. Efektivitas tanaman selada air terlihat dalam proses pengurangan suspensi dari logam berat. Hasil dari *Rhizofiltration technology* mengakibatkan ekorestorasi perairan menjadi lebih stabil. Bagi peneliti selanjutnya disarankan untuk menambahkan perbandingan efisiensi tanaman selada air dengan tanaman lainnya.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara moral maupun material sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tan, H. W., Pang, Y. L., Lim, S., & Chong, W. C. (2023). A state-of-the-art of phytoremediation approach for sustainable management of heavy metals recovery. *Environmental Technology & Innovation*, 30, 103043.
- [2] UNESCO & UN-Water. (2020). "The United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change. United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization World Water Assessment Programme, Paris, France". <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48233/pf0000372985.locale=en>.
- [3] Statista Research Departement. (2023). "Water Quality Index in Indonesia 2014-2021". <https://www.statista.com/statistics/1083607/indonesia-water-quality-index/>
- [4] Suryani Anih Sri. (2020). Pembangunan Air Bersih dan Sanitasi saat Pandemi Covid-19 Clean Water and Sanitation Development during the Covid-19 Pandemic. 11(2), 199–214. <https://doi.org/10.22212/aspirasi.v11i2.1757>
- [5] Muhammad, S., & Usman, Q. A. (2022). Heavy metal contamination in water of Indus River and its tributaries, Northern Pakistan: evaluation for potential risk and source apportionment. *Toxin Reviews*, 41(2), 380-388.
- [6] Jiang, S. J., Sun, J., Tong, G., Ding, H., Ouyang, J., Zhou, Q., ... & Zhong, M. E. (2022). Emerging disposal technologies of harmful phytoextraction biomass (HPB) containing heavy metals: A review. *Chemosphere*, 290, 133266.
- [7] Mbanye, W., & Wang, F. (2022). Environmental regulation and technological innovation: Evidence from China. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(9), 12890-12910.
- [8] Kumar, M., Seth, A., Singh, A. K., Rajput, M. S., & Sikandar, M. (2021). Remediation strategies for heavy metals contaminated ecosystem: A review. *Environmental and Sustainability Indicators*, 12, 100155.
- [9] Klimek-Szczykutowicz, M., Szopa, A., Blicharska, E., Dziurka, M., Komsta, L., & Ekiert, H. (2019). Bioaccumulation of selected macro-and microelements and their impact on antioxidant properties and accumulation of glucosinolates and phenolic acids in in vitro cultures of *Nasturtium officinale* (watercress) microshoots. *Food chemistry*, 300, 125184.
- [10] Arshad, M., Khalid, R., Hina, K., Ullah, S., & Ali, M. A. (2015). Cadmium removal by aquatic macrophyte (*Nasturtium officinale*) and potential for oil production from the biomass. *Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Sciences*, 31(1), 1-13.
- [11] Quevedo, J. M. D., Lukman, K. M., Ulumuddin, Y. I., Uchiyama, Y., & Kohsaka, R. (2023). Applying the DPSIR framework to qualitatively assess the globally important mangrove ecosystems of Indonesia: A review towards evidence-based policymaking approaches. *Marine Policy*, 147, 105354.
- [12] Banerjee, A., & Roychoudhury, A. (2022). Assessing the rhizofiltration potential of three aquatic plants exposed to fluoride and multiple heavy metal polluted water. *Vegetos*, 1-7.
- [13] Kumar, V., Singh, J., & Kumar, P. (2019). Heavy metal uptake by water lettuce (*Pistia stratiotes* L.) from paper mill effluent (PME): experimental and prediction modeling studies. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 14400-14413.
- [14] Karmakar, S., Mukherjee, J., & Mukherjee, S. (2019). Fluoride attenuation from contaminated water by hydrophytes. *Environmental Biotechnology For Soil and Wastewater Implications on Ecosystems*, 49-54.
- [15] Leblebici, Z., Dalmiş, E., & Andeden, E. E. (2019). Determination of the potential of *Pistia stratiotes* L. in removing nickel from the environment by utilizing its rhizofiltration capacity. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 62.

Penulis Pertama dan Penulis Kedua (jika penulis 2 orang) / Penulis Pertama dkk. (jika penulis lebih dari 2 orang)

- [16] Lailiya, N. R. (2021). *Isolasi dan identifikasi bakteri toleran terhadap logam berat Pb pada air dan sedimen di sungai Porong Sidoarjo Jawa Timur* (Doctoral dissertation, UIN Sunan Ampel Surabaya).
- [17] Theunis, M., Naessens, T., Peeters, L., Brits, M., Foubert, K., & Pieters, L. (2022). Optimization and validation of analytical RP-HPLC methods for the quantification of glucosinolates and isothiocyanates in *Nasturtium officinale* R. Br and *Brassica oleracea*. *LWT*, *165*, 113668
- [18] Sharma, J., Sharma, S., & Soni, V. (2023). Toxicity of malachite green on plants and its phytoremediation: A review. *Regional Studies in Marine Science*, 102911.