

Pemanfaatan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*) Dalam Menurunkan Kadar Logam Berat Merkuri/ Hydrargyrum (Hg) Pada Air Limbah Di Kelurahan Poboya

*Utilization Of Water Sweet Spinach (*Ipomoea Aquatica*) To Reduce Mercury/Hydrargyrum (Hg) Levels In Wastewater In Poboya Village*

Budiman¹, Nur Rismawati², Annisa³

Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Palu

budiman@gmial.com
(0895-6677-8899)

ABSTRAK

Pendahuluan : Pencemaran logam berat, terutama merkuri (Hg), akibat aktivitas penambangan emas di Poboya, Sulawesi Tengah, menjadi permasalahan lingkungan yang serius. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dalam menurunkan kadar merkuri pada air sungai melalui metode fitoremediasi. Metode : Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan menanam tanaman kangkung air dalam wadah berisi air limbah merkuri selama 9 hari. Pengamatan dilakukan terhadap perubahan fisik tanaman serta penurunan kadar merkuri yang diukur menggunakan *Spektrofotometer Serapan Atom* (SSA). Hasil : Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebelum perlakuan, kadar merkuri dalam air mencapai 291,167 mg/L. Setelah proses fitoremediasi selama 9 hari, kadar merkuri turun menjadi rata-rata 43,9995 mg/L, menunjukkan efektif penyerapan sekitar 15,11%. Pengamatan fisik pada tanaman menunjukkan adanya perubahan warna dan struktur daun akibat paparan merkuri. Kesimpulan : Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa tanaman kangkung air memiliki potensi sebagai agen fitoremediasi untuk mengurangi kadar merkuri dalam air limbah, meskipun efektivitasnya masih perlu ditingkatkan melalui penelitian lebih lanjut.

Kata Kunci : Fitoremediasi; Kangkung Air; Hydrargyrum

PUBLISHED BY :

Alpro Publication

Address :

Jl. Karana, Kelurahan Mamboro, Kecamatan Palu Utara,
Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah

Email :

admin@jurnal.alpropulation.com

Phone :

+6282290091372



ABSTRACT

*Introduction: Heavy metal pollution, especially mercury (Hg), due to gold mining activities in Poboya, Central Sulawesi, has become a serious environmental problem. This study aims to evaluate the ability of water spinach (*Ipomoea aquatica*) to reduce mercury levels in river water through phytoremediation. Methods: This study used an experimental method by growing water spinach in a container containing mercury wastewater for 9 days. Observations were made on the physical changes in the plants and the reduction in mercury levels as measured using an Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). Results: The results showed that before treatment, mercury levels in the water reached 291.167 mg/L. After the 9-day phytoremediation process, mercury levels decreased to an average of 43.9995 mg/L, indicating an effective absorption of approximately 15.11%. Physical observations of the plants showed changes in leaf color and structure due to mercury exposure. Conclusion: The conclusion of this study is that water spinach has potential as a phytoremediation agent to reduce mercury levels in wastewater, although its effectiveness still needs to be improved through further research.*

Keywords : Phytoremediation; Water Spinach; Hydrargyrum

PENDAHULUAN

Pencemaran logam berat merupakan masalah yang sangat serius yang perlu diatasi karena merugikan lingkungan dan ekosistem secara umum. Sejak kasus merkuri di Minamata, Jepang pada tahun 1953, kontaminasi logam berat menjadi lebih umum dan lebih dari kasus telah dilaporkan. Logam berat merupakan unsur penting yang sebenarnya dibutuhkan oleh setiap organisme hidup, namun beberapa di antaranya (sampai batas tertentu) bersifat racun. Di alam, unsur ini biasanya terdapat dalam bentuk terlarut atau tersuspensi (terikat pada padatan) dan terdapat dalam bentuk ionic (Putranto, 2011).

Salah satu logam berat yang terdapat di Indonesia ialah merkuri, masalah merkuri semakin memburuk karena meningkatnya kegiatan penambangan emas ilegal yang dilakukan oleh masyarakat atau industri kecil. Limbah merkuri dibuang secara ilegal ke sungai-sungai atau tanah di sekitar lokasi penambangan emas, menyebabkan pencemaran lingkungan di area tersebut (Rahayu dkk., 2022).

Pencemaran lingkungan disebabkan oleh berbagai faktor seperti kegiatan industri, transportasi, domestik, dan aktivitas manusia lainnya. Industri menyebabkan kerusakan lingkungan dalam bentuk pencemaran air, tanah, dan udara yang berdampak buruk pada kehidupan manusia, hewan, dan tumbuhan. Pencemaran air dapat berasal dari polutan yang menyebabkan eutrofikasi dan bahan beracun yang merusak organisme air. Sumber pencemaran logam berat terutama berasal dari pertambangan, peleburan logam, dan limbah domestik. Kontaminasi ini menurunkan kualitas air dan sedimen di perairan seperti sungai, danau, dan waduk (Farhan dkk., 2023).

Di Kecamatan Mantikulore, Kota Palu, terdapat lokasi pengolahan emas di Poboya. Pengolahan emas tradisional di sana menggunakan merkuri. Konsentrasi merkuri di tanah berkisar antara 0,057 ppm hingga 8,19 ppm, dan di tailing antara 84,15 ppm hingga 575,16 ppm. Air minum di Poboya mengandung merkuri 0,001 mg/L hingga 0,003 mg/L, dan urin masyarakat mengandung merkuri 0,1165 mg/L hingga 7,313 mg/L. Penggunaan merkuri ini mencemari lingkungan sekitar tambang rakyat di Poboya (Bagia dkk., 2023).

Dari beberapa penelitian terdahulu diketahui bahwa aktivitas penambangan emas di Poboya telah menyebabkan kontaminasi merkuri pada air. Sampel air sumur yang diambil dari beberapa lokasi menunjukkan konsentrasi merkuri yang tinggi, melebihi batas kualitas air yang diizinkan. Hal ini

menunjukkan bahwa kontaminasi merkuri pada air sumur di daerah tersebut sangat signifikan dan perlu diatasi.

Salah satu upaya yang dapat digunakan untuk menanggulangi permasalahan air limbah domestik adalah dengan teknologi fitoremediasi. Fitoremediasi adalah teknik yang menggunakan alat bantu yaitu tumbuhan untuk membersihkan, menghilangkan atau mengurangi kontaminan dalam tanah atau air. Tumbuhan dapat digunakan sebagai agen fitoremediasi. Oleh karena itu, konservasi keanekaragaman tumbuhan sangat penting untuk menjaga kelestarian tumbuhan. Fitoremediasi adalah teknologi yang menggunakan tanaman dan mikroorganisme untuk membersihkan lingkungan yang terkontaminasi bahan kimia. Fitoremediasi adalah salah satu dari teknik bioremediasi yang digunakan untuk memurnikan air yang terkontaminasi. Metode ini menggunakan tanaman yang disebut akumulator untuk menyerap polutan, seperti logam berat, melalui sistem akar tanaman dan memindahkannya ke udara tanaman. Fitoremediasi menggunakan tanaman air menjadi metode yang hemat biaya untuk sekaligus mencegah pencucian logam berat dan kerusakan lingkungan sekitar. Tumbuhan air merupakan bagian dari ekosistem yang kompleks dan dapat bertindak sebagai hiperakumulator logam berat, menghilangkannya bersama polutan lainnya melalui fitoremediasi (Rika Widianita, 2023).

Tanaman kangkung berperan penting dalam ekosistem perairan sebagai fitoremediasi, menurunkan kadar timbal (Pb), bahan organik, dan merkuri (Hg) (Putri dkk. 2024).

Kangkung air ini sendiri dapat menyerap logam berat terutama pada akar, sebagai langkah antisipasi keracunan dan termasuk dalam tumbuhan rizofiltrasi yang menyerap, mendegradasi, dan mengakumulasi bahan pencemar. Salah satu senyawa yang dapat digunakan sebagai senyawa pengikat logam berat adalah favinoid, yaitu senyawa pengikat organik yang dapat berikatan dengan ion logam sehingga membentuk kompleks berbentuk cincin yang disebut khelat. Senyawa ini memiliki inti berbentuk cincin yang membentuk setidaknya dua ikatan dengan ion logam (Veronica, 2020).

(Rondonuwu, 2014) Menjelaskan bahwa tanaman Kangkung (*Ipomoae aquatica*) dapat menyerap logam berat hg (*mercury*) mencapai 83,84. Ini menunjukkan bahwa kangkung (*Ipomoae aquatica*) memiliki potensi yang lebih tinggi sebagai tanaman hiperakumulator untuk mereduksi merkuri dalam lingkungan tercemar.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penanggulangan dampak dari kontaminasi merkuri pada air melalui metode fitoremediasi. Oleh karenanya peneliti tertarik melakukan penelitian tentang Pemanfaatan media tanaman kangkung air (*ipomoea aquatica*) dalam Menurunkan kadar logam berat Hg (*mercury*) pada air sungai di kelurahan Poboya.

METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui kosentrat merkuri, daya menyerap, menghilangkan, menstabilakan, atau menghancurkan bahan pencemar khususnya logam berat (Hg).

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Palu, Jalan Rusdi Toana, No. 01 Kelurahan Talise Kecamatan Mantikulore, Kota Palu, Sulawesi Tengah. Lokasi pengambilan sampel tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) di Sigi Biromaru dan limbah merkuri (Hg) di pertambangan rakyat Poboya. Lokasi pemeriksaan sampel dilakukan di Laboratorium Terpadu yang berlokasi di Jalan Untad 1 Bumi Roviega, Kota Palu, Sulawesi Tengah. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 01s/d 28 oktober 2024.

Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah logam berat Hg (*Mercury*) pada tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*).

Penyajian Data

Dalam penelitian ini data yang disajikan dalam bentuk tabel dan narasi.

Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisa secara deskriptif dengan cara melihat dan memantau proses penelitian eksperimen secara bertahap dengan menggunakan hitungan waktu untuk melihat daya serap tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) terhadap logam berat hg (Merkuri). Untuk mengetahui konsentrasi hg dapat menggunakan rumus di bawah ini:

$$Efisiensi (\%) = \frac{(co - ct)}{co} \times 100\%$$

Ket:

Ef : Efisiensi variasi tanaman

Co : Konsentrasi awal

Ct : Konsentrasi akhir sampel

Pengujian sampel dilakukan di Lab Terpadu Tadulako untuk pengukuran kadar Hg menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA) sesuai dengan SNI 6989.4:2009.

SSA merupakan metode analisis unsur secara kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan logam dalam keadaan bebas. SSA merupakan alat yang paling umum digunakan untuk mengukur konsentrasi berbagai unsur. Prinsip dasar SSA adanya atom-atom yang tereksitasi dalam keadaan dasar dan mengabsorbsi radiasi sumber cahaya dengan panjang gelombang, untuk analisis data perubahan ciri fisik tanaman dilakukan dengan mendokumentasi tanaman selama penelitian berlangsung.

HASIL

Penelitian ini dilakukan selama 9 hari dengan cara menanam tanaman kangkung air di dalam wadah yang berisi air limbah. Berikut merupakan tabel pengamatan yang menunjukkan perubahan bentuk daun, warna daun, dan suhu:

Tabel 1. Pengamatan Tanaman Kangkung Air

No	Hari/Tanggal	Bentuk Daun	Warna	Suhu Udara
1	20-10-2024 Ke 1	Masih kelihatan Layu	Hijau	31°C
2	21-10-2024 Ke 2	Mulai Kelihatan Segar	Hijau	30°C
3	22-10-2024 Ke 3	Daun Mulai Mekar	Ada 3 lembar daun berwarna Kuning	31°C
4	23-10-2024 Ke 4	Mekar dan ada tambahan 2 lembar daun yang mekar	5 daun menguning	34°C
5	24-10-2024 Ke 5	Mekar ada tambahan daun dan ada daun berlubang, dan berjamur	Terdapat 8 daun Menguning	34°C
6	25-10-2024 Ke 6	Terdapat 4 daun yang sudah berlubang	Terdapat 5 daun yang menguning	33°C
7	26-10-2024 Ke 7	Terdapat daun yang Mekar	Hijau	33°C
8	27-10-2024 Ke 8	Daun kembali segar dan Air limbah Mulai Menguning	Hijau	33°C
9	28-10-2024 Ke 9	Daun segar dan Air Limbah semakin Mengering, Tanah yang Mengendap kebawah hampir tak terlihat	Hijau	30°C

Sumber: Data Primer 2024

Adapun hasil tabel analisis sampel mercuri tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) yaitu sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Analisis Sampel Air Limbah Merkuri Dan Tanaman Kangkung Air

Kadar Hg awal (mg/L)	Kadar Hg setelah Perlakuan		Rata-rata
	Pengulangan 1	Pengulangan 2	

Air	291,167 mg/L	247,155 mg/L	247,18 mg/L	247,168 mg/L
Kangkung	0	44,0122 mg/L	43, 9877 mg/L	43,9995 mg/L

Sumber : Data Primer 2024

Berdasarkan hasil Analisis uji laboratorium pada tabel 2 tersebut yaitu menunjukkan bahwa hasil Kadar Hg awal sebelum perlakuan sebanyak 291,167 mg/L. Namun setelah dilakukan perlakuan pada tanaman kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) tersebut, maka hasil penyerapan kadar Hg untuk pengulangan pertama dapat menurunkan kadar Hg sebanyak 44,0122 mg/L, sedangkan pada pengulangan ke dua dapat menurunkan kadar Hg sebanyak 43,9877 mg/L dengan Nilai Rata-rata sebanyak 43,9995 mg/L.

Penurunan kadar limbah merkuri menggunakan metode fitoremediasi menunjukkan bahwa kadar awal Hg sebelum dilakukan perlakuan sebesar 291,167 mg/L. Kemudian setelah dilakukan perlakuan selama 9 hari dengan 2 kali pengulangan didapatkan hasil rata-rata penyerapan kadar Hg pada akar tanaman kangkung sebesar 43,9995 mg/L. Sehingga dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penurunan kadar Hg dengan perlakuan tanaman kangkung air sebanyak 247,167 mg/L dengan konsentrasi 15,111%. Untuk mengetahui konsentrasi Hg sebanyak 15,111% dapat menggunakan rumus di bawah ini:

$$Efisiensi (\%) = \frac{(co - ct)}{co} \times 100\%$$

$$Efisiensi (\%) = \frac{(291,167 - 247,167)}{291,167} \times 100\%$$

$$Efisiensi (\%) = \frac{44}{291,167} \times 100\%$$

$$Efisiensi (\%) = 15,111\%$$

PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa efektif atau seberapa besar kemampuan kangkung air dalam menyerap merkuri. Proses penelitian diawali dengan mengaklimatisasi tanaman teratai selama 1 hari dengan menggunakan air bersih. Setelah itu, tanaman teratai dengan berat 300 gram ditanam dalam wadah yang berisi 5 liter limbah merkuri. Pada penelitian ini kangkung air (*Ipomoea aquatica*) ditumbuhkan dalam air limbah yang mengandung merkuri selama 9 hari. Observasi dilakukan setiap hari dengan melihat apakah ada perubahan fisik pada tanaman, seperti bentuk dan warna daun. Tanaman kangkung air ditanam selama 9 hari karena pada hari ke-9 tanaman mulai menunjukkan interaksi yang signifikan dengan limbah merkuri. Selain itu paparan logam berat seperti Hg dapat menyebabkan perubahan fisik pada kangkung air, seperti perubahan warna daun, pertumbuhan yang

terhambat, serta gejala keracunan lainnya. Hal ini dapat disebabkan oleh sifat toksik logam berat yang dapat mengganggu proses fisiologis dan biokimia dalam tanaman.

Diketahui bahwa kadar Hg yang terserap di dalam akar kangkung sebesar 43,9995 mg/L, hal ini menunjukan bahwa akar kangkung memiliki kemampuan sebagai tanaman hiperakumulator guna mereduksi merkuri yang terdapat di dalam air limbah.

Penelitian ini sejalan dengan (Eka Marya Mistar, 2022) yang mengatakan bahwa kangkug air efektif menurunkan konsentrasi Hg pada air limbah, Akumulasi Hg pada bagian akar kangkung air menyebabkan penurunan kadar Hg pada limbah Hg buatan. Besarnya konsentrasi Hg pada lingkungan dapat mempengaruhi faktor fisik dan kimia air, seperti suhu dan pH air. Semakin tinggi konsentrasi Hg didalam air maka pH akan berubah asam, hal ini disebabkan Hg bersifat asam. Penurunan parameter pH juga menunjukkan bahwa toksitas logam berat semakin tinggi.

Kandungan logam berat lebih tinggi di akar daripada bagian tanaman lainnya karena mekanisme fitoremediasi pada tanaman kangkung air dimulai pada tahap *rhizofiltrasi*, yaitu proses pengendapan kontaminan berupa logam berat merkuri (Hg) yang menempel pada permukaan akar. Akar tanaman menyerap air yang mengandung merkuri terlarut. Ion merkuri ini kemudian masuk ke dalam larutan di sekitar akar. Proses ini dipengaruhi oleh konsentrasi merkuri dalam media air; semakin tinggi konsentrasi, semakin besar kemungkinan penyerapan (Sari dkk. 2022).

Sel-sel akar memiliki kemampuan untuk secara aktif menyerap ion logam melalui proses metabolismik. Ini melibatkan pembentukan kompleks khelat yang membantu logam berat menembus membran sel akar. Setelah merkuri terakumulasi di akar, logam berat ini akan ditransportasikan ke bagian lain dari tanaman melalui jaringan vaskular. Proses ini melibatkan aliran transpirasi, di mana air yang mengandung nutrisi dan kontaminan bergerak dari akar ke daun (Sari dkk. 2022).

Kangkung merupakan salah satu tanaman yang mudah menyerap logam berat dari media tumbuhnya. Akibat pencemaran yang terjadi pada air, udara maupun tanah yang digunakan sebagai media tanamnya, maka besar kemungkinan terjadi penyerapan logam berat pada tanaman kangkung tersebut. satu logam berat yang banyak mencemari air sungai adalah merkuri (Hg) (Saleh dkk. 2024).

Kangkung air memiliki akar serabut yang berfungsi sebagai alat penyerapan yang sangat efisien. Akar ini memungkinkan tanaman untuk menyerap nutrisi dan polutan dari media air secara optimal. Struktur akar yang luas dan bercabang meningkatkan luas permukaan yang dapat bersentuhan dengan larutan, sehingga meningkatkan kemampuan penyerapan logam berat seperti merkuri (Umar dkk. 2023).

Selain itu tanaman ini memiliki kemampuan untuk tumbuh di lingkungan yang tercemar tanpa mengalami gangguan signifikan pada pertumbuhannya. Kangkung air dapat beradaptasi dengan baik terhadap kondisi buruk, seperti kadar polutan yang tinggi, sehingga tetap dapat berkembang dengan baik. Kangkung air (*Ipomoea aquatica*) memiliki keunggulan sebagai fitoremediator melalui sifat adaptifnya yang memungkinkan penyerapan polutan secara efisien dan kemampuannya untuk tumbuh di lingkungan tercemar. Selain itu, aplikasi fitoremediasi menggunakan kangkung air adalah metode

ramah lingkungan yang ekonomis dan berkelanjutan. Dengan demikian, kangkung air menjadi solusi efektif dalam mengatasi masalah pencemaran logam berat di perairan (Marlany dkk. 2023).

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) Efektif dalam menyerap kadar merkuri (Hg). Hal ini dapat dibuktikan melalui hasil penelitian yang menunjukkan adanya penyerapan kadar Hg pada akar tanaman kangkung air yaitu 15,111%.

Perbandingan Dengan Peneliti Selanjutnya

Penelitian ini sejalan dengan (Eka Marya Mistar, 2022) yang mengatakan bahwa kangkung air efektif menurunkan konsentrasi Hg pada air limbah, Akumulasi Hg pada bagian akar kangkung air menyebabkan penurunan kadar Hg pada limbah Hg buatan. Besarnya konsentrasi Hg pada lingkungan dapat mempengaruhi faktor fisik dan kimia air, seperti suhu dan pH air. Semakin tinggi konsentrasi Hg didalam air maka pH akan berubah asam, hal ini disebabkan Hg bersifat asam. Penurunan parameter pH juga menunjukkan bahwa toksitas logam berat semakin tinggi.

Keterbatasan Dan Perhatian

Adapun kekurangan dalam melakukan penelitian ini yaitu adanya kendala pada saat pengambilan sampel tanaman teratai, hal ini disebabkan karena jarak lokasinya yang cukup jauh.

Rekomendasi Untuk Penelitian Masa Depan

Bagi peneliti selanjutnya, diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai pembanding dan juga dapat mengembangkan metodologi untuk penelitian-penelitian berikutnya. Selain itu dapat menjadi salah satu reverensi kepustakaan dalam ilmu kesehatan dalam menangani logam berat merkuri logam berat merkuri yang tercemar pada air hasil penambangan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pengulangan pertama, tanaman kangkung air mampu menyerap kadar Hg sebesar 44,0122 Mg/L atau setara dengan 0,044 mg/L. Sementara itu, pada pengulangan kedua, tanaman kangkung air juga mampu menyerap kadar Hg sebesar 43,9877 Mg/L atau setara dengan 0,043 mg/L, dan kemudian didapatkan hasil rata-rata penyerapan kadar Hg pada tanaman kangkung air sebesar 43,9995 Mg/L atau setara dengan 0,043 mg/L. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penurunan kadar Hg dengan perlakuan tanaman kangkung air sebanyak 247,167 Mg/L atau setara dengan 0,247 mg/L dengan konsentrasi 15,111%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tanaman kangkung air efektif dalam menyerap merkuri (*Hydrargyrum*) pada air limbah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih untuk suami saya, Muh. Arif selaku donator terbaik selama saya kuliah, terimakasi atas cinta dan dukungan yang tak pernah berhenti terimakasi telah menjadi suami, Ayah dan Imam yang luar biasa untuk saya dan anak-anak kita. Tak lupa pula saya mengucapkan banyak terima

kasih kepada anak saya Nur Avika Ramadani dan Aqmar al-farizki, serta keluarga, teman-teman dan terkhususnya kepada ayah saya Rizal dan ibu saya Nur Fatimah yang selalu mendoakan, memberi motivasi serta banyak membantu dan mendukung saya hingga berada ditahap ini.

Terima kasih juga kepada seluruh keluarga, saudara, teman-teman, sahabat, maupun Kerabat, baik yang di luar maupun yang di dalam Kampus Unismuh Palu yang telah membantu dan selalu memberikan semangat dalam prosesku menjalani kuliah sampai penyusunan skripsi ini. penulis untuk menyelesaikan penulisan Tesis ini.

Rekan-rekan seperjuangan Angkatan tahun 2021 Prodi S1 Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Palu.

Serta dosen-dosen dan kawan-kawan Mahasiswa S1 Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Palu. Saya sangat berterima kasih karena telah banyak membantu dalam proses perkuliahan dan penyusunan Skripsi ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bagia, M., Setiani, O., Raharjo, M., Joko, T., & Darundiati, Y. H. (2023). Hubungan Pajanan Merkuri Dengan Gejala Neurologis Pada Penambang Emas Tradisional Di Kecamatan Mantikulore Kota Palu. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(2), 142–151.
2. Eka Marya Mistar, E. M. M. (2022). Efektivitas Tanaman Kangkung Air (Ipomoea Aquatic Forsk) Sebagai Media Penyerap Merkuri (Hg). *PERISAI: Jurnal Pendidikan Dan Riset Ilmu Sains*, 1(1), 83–89.
3. Farhan, A., Lauren, C. C., & Fuzain, N. A. (2023). Analisis Faktor Pencemaran Air dan Dampak Pola Konsumsi Masyarakat di Indonesia. *Jurnal Hukum Dan HAM Wara Sains*, 2(12), 1095–1103.
4. Marlany, R., Setiawati, S., & Tamburaka, R. S. E. (2023). Pemanfaatan Tanaman Air untuk Menurunkan Parameter Pencemar pada Kali Kadia Kota Kendari Menggunakan Metode Fitoremediasi. *Ajie*, 07(September), 100–117.
5. Putranto, T. T. (2011). Pencemaran Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Airtanah Thomas Triadi Putranto *). *Teknik*, 32(1), 62–71.
6. Putri, N. S. E., Pramesti Eka Putri, N., & Rahmawati, I. (2024). Struktur Morfologi Kangkung Air (Ipomoea aquatica) Asal Area Kediri Raya. *Seminar Nasional Sains, Kesehatan, Dan Pembelajaran* 3, 201–205.
7. Rahayu, Dwi Retno, and Sarwoko Mangkoedihardjo. 2022. “Kajian Bioaugmentasi Untuk Menurunkan Konsentrasi Logam Berat Di Wilayah Perairan Menggunakan Bakteri (Studi Kasus : Pencemaran Merkuri Di Sungai Krueng Sabee, Aceh Jaya).” 11(1).
8. Rika Widianita, D. (2023). Fitoremediasi Logam Berat Merkuri (Hg) Menggunakan Tanaman Kiambang (Salvinia Molesta) Dengan Sistem Batch. *Jurnal Ekonomi Islam*, VIII(I), 1–19.

-
9. Rondonuwu, S. B. (2014). Fitoremediasi Limbah Merkuri Menggunakan Tanaman Dan Sistem Reaktor. *Jurnal Ilmiah Sains*, 14(1), 52.
 10. Saleh, R. M. H., Zam, Z. Z., Amin, M., & Umar, S. (2024). *Fitoremediasi Tanaman Kangkung Air (Ipomoea Aquatica) Terhadap Logam Besi (Fe) Pada Air Sumur*. 4(Cd), 7–11.
 11. Sari, R., Palupi, N. P., Kesumaningwati, R., & Jannah, R. (2022). Penyerapan Logam Berat Besi (Fe) dengan Metode Fitoremediasi pada Tanah Sawah menggunakan Tanaman Kangkung Air (Ipomoea aquatica). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 5(1), 9–19.
 12. Umar, Y. P., Anugroho, F., & Tahir, U. (2023). Perbandingan Kangkung Air (Ipomoea Aquatica Forck) dan Mikroorganisme Dalam Upaya Menurunkan Logam Kromium hexavalent(Cr(VI)) pada Air Sungai. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 10(1), 42–48.
 13. Veronica, F. mei. (2020). *Peranan Ekstrak Etanol Daun Kangkung Darat (Ipomoea Reptans Poir) Dalam Menurunkan Kadar Logam Berat Merkuri Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom*. 52.