**STUDI REMEDIASI TANAH TERCEMAR LOGAM MERKURI (Hg) MENGGUNAKAN TUMBUHAN TEKI (*Cyperus rotundus*)**

**Maidi F. Titahena1, Abraham. Mariwy1\*, Sunarti1**

1Program Studi Pendidikan kimia FKIP Universitas Pattimura, Ambon

*\*E-mail : abrahammariwy@gmail.com*

## Abstrak

Fitoremediasi merupakan metode remediasi yang menggunakan tumbuhan untuk mengurangi konsentrasi logam berat merkuri (Hg) dalam tanah. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan sejauh mana tumbuhan teki (C. rotundus) dapat menyerap dan mengalihkan logam berat merkuri. Proses kontak logam merkuri dengan tanah dan tumbuhan teki dalam rumah kaca dilakukan selama 14 dan 28 hari. Sampel diuji menggunakan Mercury Analyzer dengan panjang gelombang 253,7 nm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri (Hg) yang diserap oleh tumbuhan terdapat pada akar sebesar 0,32 ppm dan daun sebesar 0,35 ppm untuk reaktor uji satu, serta pada akar sebesar 0,91 ppm dan daun sebesar 0,16 ppm untuk reaktor uji dua. Berdasarkan perhitungan, faktor biokonsentrasi (BCF) adalah 0,451 (BCF ˂ 1) untuk reaktor uji satu dan 0,568 (BCF ˂ 1) untuk reaktor uji dua. Sementara itu, faktor translokasi (TF) adalah 1,50 (TF > 1) untuk reaktor uji satu dan 0,163 (TF ˂ 1) untuk reaktor uji dua. Oleh karena itu, tumbuhan teki (C. rotundus) dapat diklasifikasikan sebagai tumbuhan eksklunder (dengan nilai BCF ˂ 1), namun masih mengikuti mekanisme fitoekstraksi karena nilai TF > 1

**Kata kunci**: fitoremediasi, merkuri, C. rotundus, excluder, fitoekstraksi.

## Abstract

*Phytoremediation is a remediation method that uses plants to reduce the concentration of the heavy metal mercury (Hg) in the soil. This study aims to determine the extent to which the nut plant (C. rotundus) can absorb and transfer the heavy metal mercury. The process of contacting mercury metal with soil and sedge plants in the greenhouse was carried out for 14 and 28 days. Samples were tested using a Mercury Analyzer with a wavelength of 253.7 nm. The results showed that the concentration of mercury (Hg) absorbed by plants was 0.32 ppm in the roots and 0.35 ppm in the leaves for the first test reactor, and 0.91 ppm in the roots and 0.16 ppm in the leaves for the reactor. test two. Based on calculations, the bioconcentration factor (BCF) is 0.451 (BCF ˂ 1) for test reactor one and 0.568 (BCF ˂ 1) for test reactor two. Meanwhile, the translocation factor (TF) was 1.50 (TF > 1) for test reactor one and 0.163 (TF ˂ 1) for test reactor two. Therefore, the nut plant (C. rotundus) can be classified as an exclunder plant (with a BCF value of ˂ 1), but still follows the phytoextraction mechanism because the TF value is > 1.*

**Keywords**: phytoremediation, mercury, C. rotundus, excluder, phytoextraction.

## 1. PENDAHULUAN

Kegiatan manusia seperti pembuangan limbah, penggunaan pupuk, dan kegiatan pertambangan telah menyebabkan polusi yang berdampak serius bagi lingkungan. Hal ini disebabkan oleh pelepasan zat-zat beracun seperti logam berat ke lingkungan (Lum dan Chikoye, 2018). Logam berat adalah jenis logam dengan densitas lebih dari 5 gr/cm3 dan berat molekul yang tinggi. Salah satu jenis limbah yang dapat merusak lingkungan adalah logam berat, termasuk dalam kategori bahan beracun dan berbahaya (B3), seperti merkuri (Kilikily dkk., 2020). Merkuri, sebagai salah satu logam berat, telah menjadi pencemar sejak manusia mengembangkan industri, dan zat beracun ini memiliki efek negatif pada sifat fisik, kimia, dan mikrobiologi tanah, yang berdampak serius pada produktivitas lahan pertanian (Lum dan Chikoye, 2018).

Penggunaan merkuri dalam industri seringkali menghasilkan limbah yang menyebabkan pencemaran lingkungan sehingga untuk mengatasi pencemaran tersebut tersedia metode yang dapat digunakan, dan salah satu metode yang efektif untuk mengurangi kadar logam berat adalah melalui penggunaan tanaman yang dikenal sebagai fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan proses di mana tanaman atau tumbuhan digunakan untuk menyerap, mendegradasi, menstabilkan, atau menghancurkan bahan pencemar, terutama logam berat dan senyawa organik lainnya (Finarti dkk, 2022). Teknologi ini mudah diaplikasikan dan ramah lingkungan dalam meremediasi logam berat merkuri dari tanah yang tercemar (Galal *et al*, 2017).

*Top of Form*

*Bottom of Form*

Tidak semua tumbuhan memiliki kemampuan untuk secara efisien menyerap logam berat dalam jumlah besar yang biasa disebut sebagai hiperakumulator. Tumbuhan yang dapat diklasifikasikan sebagai hiperakumulator memiliki beberapa karakteristik khusus yaitu mampu tumbuh dengan cepat dan menghasilkan biomasa yang tinggi dalam waktu singkat. Di samping itu, tumbuhan hiperakumulator dapat ditanam dan dipanen dengan mudah. Tumbuhan ini juga mampu bertahan dan tumbuh subur di wilayah beriklim tropis yang panas dan lembap, serta memiliki akses yang memadai ke sumber air (Borolla dkk, 2019).*Top of Form*

Beberapa jenis tanaman telah berhasil digunakan dalam proses fitoremediasi, contohnya adalah tanaman awar-awar yang telah mengalami remediasi secara eks-situ dengan hasil penyerapan yang bervariasi sesuai dengan waktu yang digunakan, yaitu 81,7% (reaktor 1), 34,6% (reaktor 2), dan 85,4% (reaktor 3) (Mariwy dkk., 2020). Selain itu, tanaman kacang kalopo (*calopogonium mucunoides*) juga menghasilkan efisiensi remediasi sebesar 91,6338% dalam waktu 50 hari, dan tingkat akumulasi logam berat merkuri (Hg) sesuai dengan nilai BCF dan TF adalah 6,7458 (BCF >1) dan 0,0631 (TF <1) (Samar dkk, 2019).

## penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi penggunaan metode fitoremediasi dengan menggunakan tanaman teki (*c. rotundus*) dalam mengatasi kontaminasi logam berat di tanah. tujuan lainnya adalah menentukan tingkat akumulasi logam berat merkuri oleh tanaman teki (*c. rotundus*) sebagai upaya mengurangi kadar logam berat merkuri di tanah, serta untuk mengetahui besarnya translokasi dan faktor biokonsentrasi logam merkuri (Hg) yang diserap oleh tanaman teki.

## 2. METODE

* 1. **Metode Penelitian**

Sampel yang digunakan adalah tumbuhan teki (*C. rotundus*) dan proses fitoremediasi dilakukan secara ex-situ, yang berarti kondisi lingkungan dalam penelitian disesuaikan agar menyerupai kondisi lingkungan aslinya (Mariwy dkk, 2020). Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan media reaktor dan rumah kaca sederhana. Reaktor yang digunakan menggunakan bahan kaca dengan ketebalan 5 mm berukuran 20×20×20, sedangkan rumah kaca sederhana dibuat menggunakan plastik UV. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan dua variasi waktu remediasi, yaitu 14 dan 28 hari, dengan menggunakan konsentrasi merkuri sebesar 10 ppm.

**Tabel 1. Rincian Perlakuan Masing-masing Reaktor**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Reaktor** | **Berat Tanah (Kg)** | **Kosentrasi Larutan merkuri Pencemar (ppm)** | **Volume (mL)** | **Waktu Panen (Hari)** |
| 1 | 4 | - | - | 28 |
| 2 | 4 | 10 | 200 | 14 |
| 3 | 4 | 10 | 200 | 28 |

*Keterangan: 1 (Reaktor Kontrol), 2 (Reaktor Uji 2), 3 (Reaktor Uji 3)*

* 1. **Waktu dan Tempat Penelitian**

Pengambilan sampel dari desa Wotay Kecamatan Teon Nila Serua. Preparasi sampel di laksanakan di Laboratorium Pendidikan Kimia FKIP Universitas Pattimura Ambon dan untuk analisis sampel di laksanakan di LPPT Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

* 1. **Alat Dan Bahan**

Alat yang digunakan iniyaitu: *mercury analyzer,* neraca analitik, oven, *reactor,* mortal dan alu, corong, peralatan gelas (*pyrex*), *hot plate* (*Cimarec*). Sementara bahan-bahan yang digunakan yaitu: HClO4 pekat, H2SO4 pekat, HNO3 pekat, KMnO4 5%, SnCl2. 2H2O, *Hydroxyl-aminehydrochloride* (HONH3Cl) 10%, larutan merkuri 10 ppm, sampel tanah, tumbuhan teki (*C. rotundus*), akuades, kertas saring *whatman* nomor 42.

* 1. **Teknik Analisis Data**

Data hasil penelitian untuk setiap pengamatan terhadap potensi tumbuhan sebagai tumbuhan akumulator dapat Metode ini melibatkan perhitungan total akumulasi logam berat merkuri (Hg) di dalam tanah, akar, dan daun serta penentuan konsentrasi logam berat Hg dalam tanah yang dapat diserap oleh tumbuhan. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

Kadar Hg dalam tanah dan tumbuhan :

Kadar Hg (=

BCF (*Bioaccumulation Concentration Factor*)

BCF =

Di mana tanaman dapat dikelompokan menjadi dua kategori , yaitu:

1. Akumulator Apabila nilai BCF >1
2. Excluder: Apabila nilai BCF ˂1

TF (*Translocation factor*)

TF =

Nilai TF memiliki kategori yaitu:

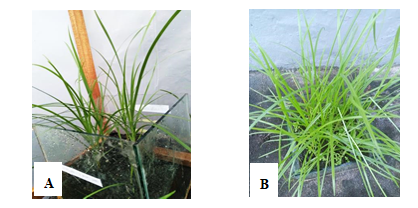
1. TF >1: Mekanisme fitoekstraksi
2. TF ˂1: Mekanisme fitostabilisasi

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

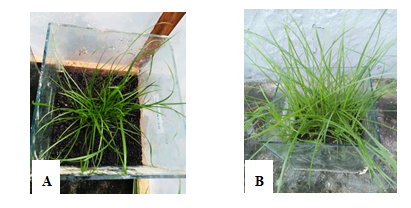
* 1. **Hasil Penelitian**

Untuk menentukan efektivitas fitoremediasi, penting untuk mengukur seberapa banyak merkuri (Hg) yang dapat diserap oleh tanaman setelah fitoremediasi. Oleh karena itu, analisis awal dilakukan untuk mengetahui konsentrasi merkuri awal dalam sampel tanah dan tumbuhan yang akan digunakan dalam penelitian. Merkuri secara alami terdapat dalam tanah dengan konsentrasi yang sangat rendah, sekitar ± 0,01-0,3 mg/kg (Juhriah, 2016). Hasil analisis awal menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri dalam sampel tanah adalah 0,10 mg/kg. Dan konsentrasi merkuri dalam tumbuhan masing-masing untuk daun 0,09 mg/Kg dan akar 0,06 mg/Kg.

Tumbuhan teki (C. rotundus) dibiarkan tumbuh selama tiga minggu setelah proses penanaman biji, kemudian tanaman dengan fenotip yang serupa dipindahkan ke dalam reaktor. Setelah dipindahkan, tanaman tersebut dibiarkan selama satu minggu sebelum dilakukan tahap selanjutnya. Penyemaian selama tiga minggu ini dilakukan karena pada usia 28 hari, tanaman teki sudah mampu beradaptasi dengan kondisi tanah yang berbeda (Lum & Chikoye, 2018). Tanaman teki yang sudah ditempatkan di dalam reaktor ini kemudian disiram dengan 200 mL larutan merkuri (Hg) 10 ppm dan dibiarkan tumbuh sampai saat panen. Selama pelaksanaan fitoremediasi, reaktor-reaktor tersebut ditempatkan di dalam sebuah struktur rumah kaca sederhana, seperti tampak pada Gambar di berikut.

.

**Gambar 1. Tumbuhan teki pada reaktor uji I satu minggu penanaman (A) dan saat akan dipanen (B)**



**Gambar 2**. **Tumbuhan teki pada reaktor uji II satu minggu penanaman (A) dan saat akan dipanen (B)**

* 1. **Kurva Kalibrasi dan Penentuan Persamaan Regresi**

Kurva kalibrasi dibuat dengan melakukan plot larutan standar terhadap konsentrasi, yang kemudian digunakan untuk mendapatkan persamaan regresi. Langkah pertama dalam pembuatan kurva kalibrasi melibatkan persiapan larutan standar merkuri (Hg). Dalam hal ini, larutan induk merkuri (Hg) diencerkan dengan cermat dan hati-hati untuk mengurangi kesalahan pengenceran yang signifikan. Menurut Nasir (2017), dalam pengujian larutan standar, digunakan larutan kalium permanganat untuk mengoksidasi senyawa merkuri klorida menjadi ion merkuri. Berikut adalah reaksi antara kalium permanganat dan merkuri klorida

2MnO4(aq) + Hg2+(aq) + 2KCl(aq)

2KMnO4(aq) + HgCl2(aq)

Kelebihan permanganat dalam larutan dilakukan dengan cara mengamati perubahan warna. Larutan permanganat yang semula berwarna ungu akan menjadi tidak berwarna. Untuk mengurangi intensitas warna pada KMnO4, digunakan hidroksilamin hidroklorida. Selanjutnya, larutan direduksi menggunakan larutan SnCl2, dan reaksi reduksi merkuri dengan larutan SnCl2 adalah sebagai berikut:

Hg(g) + Sn4+(aq) + 2Cl-(aq)

Hg2+(aq) + SnCl2(aq)

Tabel 2 menampilkan hasil pengukuran absorbansi larutan standar merkuri menggunakan mercury analyzer.

**Tabel 2. Nilai Kosentrasi dan Absorbansi Larutan Standar Merkuri (Hg)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Kosentrasi (ppb)** | **Absorbansi** |
| 0,050 | 0,00064 |
| 0,010 | 0,00100 |
| 0,200 | 0,00105 |
| 0,400 | 0,00201 |
| 0,800 | 0,00267 |
| 1,600 | 0,00511 |
| 3,200 | 0,00995 |

*Sumber: hasil penelitian*

Nilai yang diperoleh dari data absorbansi ini selanjutnya diplot dalam kurva kalibrasi Yang menggambarkan korelasi antara dua variabel yaitu kosenrasi (C) dengan absorbansi (A). Kurva kalibrasi larutan merkuri di tunjukkan pada Gambar 3.

**Gambar 3**. **Kurva kalibrasi larutan merkuri (Hg)**

* 1. **Kandungan Logam Merkuri (Hg) Pada Tumbuhan Teki (*C. rotundus*)**

Setiap tanaman dalam mengakumulasi logam berat memiliki kemampuan yang berbeda, dan tumbuhan teki (*C. rotundus*) memiliki kemampuan khusus dalam menyerap logam berat merkuri (Hg). Berdasarkan hasil pengukuran kandungan merkuri pada bagian akar, daun, dan tanah yang digunakan sebagai media tumbuhnya dengan variasi waktu, diperoleh data kandungan merkuri (Hg) yang ditunjukkan dalam Tabel 3

**Tabel 3**. **Kandungan Merkuri (Hg) pada Tanah, Akar dan Daun**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Reaktor** | **Kode Sampel** | **Absorbansi** | **Kandungan Merkuri (Hg)** |
| Kontrol | Tanah K  Akar K  Daun K | 0,0076  0,0047  0,0064 | 0,10 ppm  0,06 ppm  0,09 ppm |
| 1 | Tanah R1  Akar R1  Daun R1 | 0,0015  0,0015  0,0018 | 1,61 ppm  0,32 ppm  0,35 ppm |
| 2 | Tanah R2  Akar R2  Daun R2 | 0,0020  0,0042  0,0011 | 2.03 ppm  0,98 ppm  0,16 ppm |

Keterangan: K (Kontrol); R1 (Reaktor uji 1); R2 (Reaktor Uji 2); SD (Standar Deviasi)

Data pengukuran kandungan merkuri pada Tabel 3, menunjukkan bahwa pada reaktor kontrol, Jumlah merkuri dalam tanah mencapai jumlah yang sebanding dengan 0,10 ppm, sementara kandungan merkuri dalam akar, daun, dan tanah adalah sebesar 0,06 ppm dan 0,09 ppm. Sampel tanah pada reaktor kontrol mengandung merkuri sebesar 0,10 ppm. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa merkuri adalah unsur yang terdistribusi di kerak bumi dengan konsentrasi rata-rata sekitar 0,01 - 0,3 ppm (Juhriah, 2016). Pada reaktor kontrol, kandungan merkuri dalam akar, daun, dan tanah masih berada di bawah ambang batas yang ditetapkan, yaitu 0,3 ppm. Secara umum, kandungan merkuri berasal dari tanah sebagai hasil dari pelapukan batuan dan juga aktivitas manusia (Irsyat et al., 2014). Grafik perbandingan kadar merkuri pada sampel tanah, akar dan daun dapat dilihat pada Gambar 4 berikut

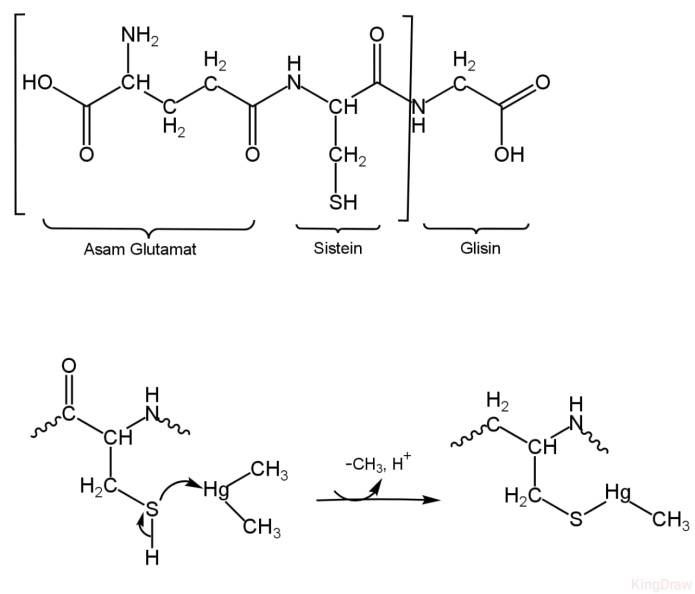
**Gambar 4. Perbandingan kadar merkuri dari tanah, akar dan daun dari ketiga reaktor**

Berdasarkan grafik pada Gambar 4 yang didapat dari data pada tabel 3 di atas menyatakan bahwa efektivitas penyerapan logam dari pengujian untuk reaktor uji satu yaitu sebesar 41,61 %, di mana pada reaktor uji 1 (14 hari) kandungan merkuri (Hg) setelah dianalisis diperoleh kosentrasi merkuri pada tanah sebesar 1,61 ppm, di daun sebesar 0,35 ppm dan akar sebesar 0,32 ppm. Kandungan merkuri yang diserap masih sangat rendah dikarenakan tumbuhan masih dalam proses pertumbuhan sehingga larutan merkuri masih berada di permukaan tanah dan belum diserap banyak oleh oleh akar, akan tetapi kosentrasi merkuri (Hg) pada daun ukuranya lebih besar dari kosentrasi merkuri pada akar, sehingga dapat dikatakan bahwa terjadinya translokasi merkuri dari akar ke daun dengan baik.

Pada reaktor uji 2 (28 hari) dengan efektivitas penyerapannya yaitu 56,16 % di mana kandungan merkuri pada tumbuhan teki (*C. rotundus*) untuk kosentrasi merkuri di daun adalah 0,16 ppm, akar sebesar 0,98 ppm dan tanah sebesar 2.03 ppm. Kandungan merkuri pada daun yang terserap cukup kecil yang mana hal ini menyatakan bahwa kurangnya kemampuan akar dalam mentranslokasikan logam merkuri ke daun (Yan, *et, al*., 2020). Dengan kurun waktu yang digunakan tersebut dapat membuktikan bahwa tumbuhan teki (cyperus rotundus dapat menyerap 1,14 ppm merkuri dari tanah yang mengandung 2.03 ppm merkuri.

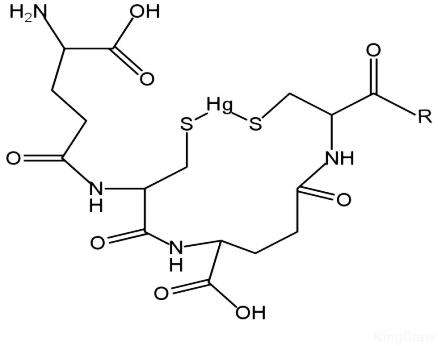
* 1. **Proses Penumpukan Logam Merkuri (Hg) oleh Tumbuhan Teki (*C. rotundus*)**

Dalam proses akumulasi logam merkuri (Hg), akar tanaman Menyimpan unsur logam berat dalam bentuk ion-ion yang mudah larut dalam air, mirip dengan penyerapan nutrien yang terlarut dalam aliran air. Ketika menyerap logam berat, tumbuhan menghasilkan enzim reduktase di membran akar yang bertugas mengurangi bentuk logam berat tersebut. Setelah itu, merkuri (Hg) diangkut melewati jaringan pengangkut tumbuhan, yaitu xilem dan floem, ke bagian-bagian lain tanaman. Secara alami, tanaman yang mampu mengakumulasi logam berat biasanya melepaskan senyawa pengkhelat logam (fitokelator) ke rizosfer (daerah di sekitar akar). Fitokelator ini dapat meningkatkan ketersediaan hayati logam yang awalnya terikat erat oleh tanah dan membantu dalam pengangkutan logam ke jaringan tanaman (Handayanto et al., 2017).



**Gambar 5**. **Struktur Senyawa Fitokhelatin**

Protein dan asam amino merupakan komponen utama dalam tanaman, dan komponen ini dapat digunakan untuk membentuk fitokelatin, seperti yang terlihat dalam Gambar 5. Fitokelatin merupakan sejenis peptida yang pada di bagian ujung yang tidak searah. Ketika bertemu dengan merkuri dan logam berat lainnya, fitokelatin akan terjadi pembentukan ikatan sulfida melalui ujung belerang pada asam amino sistein, menghasilkan senyawa kompleks antara merkuri (Hg) dan fitokelatin. Hal ini menyebabkan merkuri dan logam berat lainnya dapat terangkut ke jaringan tanaman. Jika tanaman tidak mampu mensintesis fitokelatin, hal ini dapat berakibat fatal dan menyebabkan kematian tanaman (Nasir *et al*., 2022).



**Gambar 5**. **Struktur kompleks merkuri-fitokelatin**

* 1. ***Biocosentration Factor* (BCF) dan *Translocation Factor* (TF)**

Analisis TF (*Translocation Factor*) diperlukan untuk mengevaluasi translokasi logam dari akar ke daun dalam tanaman, dengan membandingkan konsentrasi logam di daun dengan konsentrasi logam di akar. Jika nilai TF (*Translocation Fa*ctor) yang diperoleh lebih dari satu, itu menunjukkan bahwa tanaman tersebut mengalami fitoekstraksi, sementara jika nilai TF kurang dari satu, tanaman tersebut mengalami fitostabilisasi (Khan et al., 2014). Informasi mengenai nilai BCF (Biocosentration Factor) dan TF (*Translocation Factor*) dapat ditemukan dalam Tabel 5.

**Tabel 5**. **Nilai BCF pada Tumbuhan Teki (*C. rotundus*)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kandungan Hg dalam tanah (mg/Kg)** | **Kandungan Hg dalam Akar (mg/Kg)** | **Kandungan Hg dalam Daun (mg/Kg)** | **BCF** | | **BCF Total** |
| **Daun** | **Akar** |
| 1. 0,10 | 0,06 | 0,09 | 0,90 | 0,60 | 1,50 |
| 1. 1,61 | 0,32 | 0,35 | 0,217 | 0,198 | 0,415 |
| 1. 2,03 | 0,98 | 0,16 | 0,078 | 0,48 | 0,568 |

Keterangan : (1) Reaktor kontrol, (2) Reaktor uji 1, (3) Reaktor uji 2

Pada reaktor uji satu dan dua, terlihat bahwa nilai BCF kurang dari 1. Dengan adanya penurunan nilai BCF pada tumbuhan teki (*C. rotundus*), dapat disimpulkan bahwa tumbuhan teki (*C. rotundus*) dapat dikategorikan sebagai tanaman excluder. Sifat excluder adalah ketika tumbuhan membatasi penyerapan logam berat dari lingkungannya. Namun, jika logam berat sudah masuk ke dalam tumbuhan, translokasi ke bagian tubuh tumbuhan akan terbatas (Rachmawati et al., 2018). Hal ini dapat didukung oleh nilai TF (*Translocation Factor*) yang tercatat dalam Tabel 6.

**Tabel 6. Nilai TF pada Tumbuhan Teki (*C. rotundus*)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tempat Sampel** | **Kosentrasi Hg Daun (mg/Kg)** | **Kosentrasi Hg Akar (mg/Kg)** | **Nilai TF** |
| Reaktor Kontrol | 0,09 | 0,06 | 1,50 |
| Reaktor Uji 1 | 0,35 | 0,32 | 1,13 |
| Reaktor Uji 2 | 0,16 | 0,99 | 0,16 |

*Sumber: hasil penelitian, 2022*

Dalam penelitian ini, diperoleh nilai TF (*Translocation Fac*tor) pada reaktor Kontrol sebesar 1,50, sedangkan pada reaktor uji satu nilainya sebesar 1,13, dan terjadi peningkatan nilai TF pada reaktor uji dua sebesar 0,16. Nilai TF yang tinggi menunjukkan kemampuan tumbuhan teki (*C. rotundus*) dalam mentranslokasikan logam berat merkuri dari akar ke daun (Ahmmad *et al*., 2018). Temuan dari penelitiaan ini mengindikasikan bahwa bahwa tumbuhan teki (C. rotundus) termasuk dalam kategori fitoekstraksi karena memiliki nilai TF yang lebih dari 1. Dalam fitoekstraksi, logam berat merkuri (Hg) akan ditranslokasikan ke daun tumbuhan dan kemudian dapat dijadikan bahan daur ulang atau dibuang saat tumbuhan dipanen atau gugur (Lum and Chikoye, 2018).

## KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tumbuhan teki (*C. rotundus*) memiliki potensi sebagai tanaman yang dapat digunakan untuk proses fitoremediasi di mana efektivitas fitoremediasi yang dicapai adalah 41,5% untuk reaktor satu dan 56% untuk reaktor dua. Hasil perhitungan nilai BCF (*Bioconsentration factor*) dan TF (*Translocation f*actor) yang diperoleh juga menunjukkan bahwa nilai BCF dan TF adalah 1,5 (BCF > 1) dan 1,5 (TF > 1). Pada reaktor uji satu, nilai BCF adalah 0,451 (BCF < 1) dan TF adalah 1,13 (TF > 1). Sementara itu, pada reaktor uji dua, nilai BCF adalah 0,568 (BCF < 1) dan TF adalah 0,163 (TF < 1). Dengan demikian, tumbuhan teki dapat membatasi penyerapan logam berat dalam lingkungannya, namun masih mampu mentranslokasikan logam berat ke dalam tubuh tumbuhan melalui mekanisme fitoekstraksi.

## DAFTAR PUSTAKA

Ahammad, S. J., Sumithra, S., & Senthilkumar, P. (2018). Mercury uptake and translocation by indigenous plants. *Rasayan Journal of Chemistry*, *11*(1), 1-12

Borolla S. M, A. Mariwy , dan J. B. Manuhuttu (2019), Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Merkuri (Hg) Menggunakan Tumbuhan Kersen (*Muntingia calabua* l) Dengan Sistem Reaktor. *MJoCE/Vol* 9 No 2/Juli /Hal. 78-89

Finarti, Mariwy. A, & Sunarti (2022). Potensi Tanaman Kirinyuh (*Chromolaena odorata l*) Dalam Meremediasi Tanah Tercemar Merkuri. MJoCE/Vol 12 No 1/Januari /Hal. 33-45

Galal, T. M., Gharib, F. A., Ghazi, S. M., & Mansour, K. H. (2017). Phytostabilization of Heavy Metals by the Emergent Macrophyte Vossia Cuspidata (Roxb.) Griff.: A Phytoremediation Approach. International Journal of Phytoremediation, 19(11), 992–999. https://doi.org/10.1080/152265 14.2017.1303816

Handayanto, E., Nuraini, Y., dan Muddarisma, N. (2017). *Fitoremediasi dan phytomining logam berat pencemar tanah*. Universitas Brawijaya-Press. Malang

Irsyad, M., Sikanna, R., & Musafira, M. (2014). Translokasi Merkuri (Hg) Pada Daun Tanaman Bayam Duri (Amaranthus Spinosus L) Dari Tanah Tercemar. Natural Science: *Journal of Science and Technology*, 3(1)

Juhriah, J., & Alam, M. (2016). Fitoremediasi Logam Berat Merkuri (Hg) pada Tanah Dengan Tanaman Celosia Plumosa (Voss) Burv. Bioma: Jurnal Biologi Makassar, 1(1).

Kilikily, D., Mariwy, A., & Sunarti, S. (2020). Studi Akumulasi Logam Berat Merkuri (Hg) Oleh Tanaman Trembesi (*Samanea saman*). *Science Map Journal*, 2(2), 85-89

Khan, A. R., Ullah, I., Khan, A. L., Hong, S. J., Waqas, M., Park, G. S., & Shin, J. H. (2014). Phytostabilization and physicochemical responses of Korean ecotype *Solanum nigrum* L. to cadmium contamination. *Water, Air, & Soil Pollution*, *225* (10), 1-11

Lum, A. F., & Chikoye, D. (2018). The potential of kyllinga erecta Schumach and C. rotundus Linn. to remediate soil contaminated with heavy metals from used engine oil in Cameroon. *International journal of phytoremediation*, *20* (13), 1346-1353

Mariwy, A., Dulanlebit, Y. H., & Yulianti, F. (2020). Studi Akumulasi Logam Berat Merkuri Menggunakan Tanaman Awar-Awar (*Ficus Septica Burm F*). *Indonesian Journal of Chemical Research*, 7(2), 159-169

Nasir, M., Nur, M., Pandiangan, D., Mambu, S. M., Fauziah, S., Raya, I., & Irfandi, R. (2022) Phytoremediation Study of Water Hyacinth (*Eichhornia Crassipes*) on Zinc Metal Ion (Zn2+). *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 17(3), 417-422

Rachmawati, R., Yona, D., & Kasitowati, R. D. (2018). Potential of Avicennia alba as an Agent of Phytoremediation Heavy Metal (Pb and cu) in Wonorejo, Surabaya. Jurnal Kelautan: *Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 11(1), 80-87

Samar, Y. S. A. Mariwy, J. B Manuhutu (2019). Fitoremediasi Merkuri (Hg) Menggunakan tanaman Kacang Kalopo (*Calopogonium mucunoides.*  *Scie Map Journal/Vol. 1 No. 2/November /Hal. 93-9*8

Yan, A., Wang, Y., Tan, S. N., Mohd Yusof, M. L., Ghosh, S., & Chen, Z. (2020). Phytoremediation: a promosing approach for revegetation of heavy metal-polluted land. *Frontiers in Plant Science*, 11, 359.