

---

## **FITOREMEDIASI DAN POTENSI TANAMAN APU-APU (*Pistia stratiotes* L.) UNTUK MENGURANGI KADAR LOGAM TEMBAGA (Cu) DAN TIMBAL (Pb) PADA LIMBAH CAIR LABORATORIUM**

**Anita Karunia Zustriani**

Universitas Islam Negeri Wali Songo Semarang  
Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus II Ngaliyan Semarang 50185 Telp. (024) 76433366  
Email: anitazustriani@walisongo.ac.id

### **ABSTRAK**

Penelitian tentang penyerapan dan akumulasi logam tembaga (Cu) dan timbal (Pb) pada limbah cair laboratorium telah dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan solusi penanganan dan pengolahan limbah logam berat di laboratorium. Metode fitoremediasi digunakan untuk tujuan tersebut, menggunakan tanaman apu-apu sebagai tanaman hiperakumulator. Penyerapan dan akumulasi logam tembaga dan timbal terjadi lebih cepat pada awal proses fitoremediasi. Setelah proses fitoremediasi, terjadi penurunan konsentrasi logam tembaga pada hari ke-5 sebesar 85,58% dan penurunan konsentrasi logam timbal sebesar 79,55%.

Kata kunci: fitoremediasi, tanaman apu-apu, logam tembaga, logam timbal

### **ABSTRACT**

*Research on the absorption and accumulation of copper and lead metals in laboratory wastewater has been conducted. The purpose of this research was to provide solutions on handling and processing of heavy metal waste in the laboratory. The phytoremediation method was used for this purpose, using the apu-apu plant as a hyperaccumulator plant. The absorption and accumulation of copper and lead metals happened faster on the beginning of the phytoremediation process. After the phytoremediation process, decrease in copper metal concentration on the fifth day was 85,58% and decrease in lead metal concentration was 79,55%.*

*Keywords: phytoremediation, apu-apu plant, copper metal, lead metal*

### **LATAR BELAKANG**

Limbah cair laboratorium disamping memiliki pH yang rendah, juga mengandung bahan kimia beracun dan berbahaya, diantaranya mengandung logam-logam berat. Logam berat menjadi masalah utama pencemaran karena bersifat toksik dan tidak dapat terurai. Logam berat dikelompokkan menjadi tiga kelompok berdasarkan sifat toksisitasnya. Unsur-unsur merkuri, kadmium, timbal, tembaga, dan seng bersifat toksik tinggi. Unsur-unsur krom, nikel, dan kobalt tingkat toksisitasnya sedang. Sedangkan unsur-unsur mangan dan besi bersifat toksik rendah. Akumulasi logam berat di lingkungan dapat berbahaya bagi lingkungan. Menurut Sudarwin (2008), toksisitas merupakan besarnya kemungkinan zat kimia yang terdapat pada logam berat untuk menyebabkan keracunan pada organisme atau makhluk hidup. Hal tersebut bergantung pada besarnya dosis, konsentrasi, berapa lama dan seberapa sering pemaparan terhadap tubuh, serta bagaimana cara masuknya ke dalam tubuh.

Salah satu upaya mengolah limbah dengan cara sederhana yaitu dengan memanfaatkan tanaman air guna menanggulangi jumlah pencemar. Teknologi mengolah limbah dengan tanaman untuk memanfaatkan unsur hara dari limbah dikenal dengan sistem fitoremediasi. Fitoremediasi (phytoremediation) merupakan suatu sistem tanaman yang dapat mengubah zat kontaminan

(pencemar/polutan) menjadi berkurang atau tidak berbahaya bahkan menjadi bahan yang dapat digunakan kembali (reuse). Fitoremediasi cukup efektif dan murah untuk menangani pencemaran terhadap lingkungan oleh logam berat (Irawanto, 2010).

Limbah padat atau cair yang akan diolah ditanami dengan tanaman tertentu yang mampu menyerap, mengumpulkan, dan mendegradasi bahan-bahan pencemar tertentu yang terdapat di dalam limbah tersebut. Tanaman air dapat memfilter, mengadsorpsi partikel, dan mengabsorpsi ion-ion logam yang terdapat dalam air limbah melalui akarnya.

Apu-apu merupakan salah satu tanaman air yang memiliki banyak fungsi, selain berfungsi sebagai tanaman hias, apu-apu juga berperan sebagai pembersih air, termasuk untuk menyerap logam berat yang terdapat di dalam air. Tanaman apu-apu tumbuh di air yang tenang, seperti kolam, danau, rawa-rawa, atau sungai yang aliran airnya tidak deras. Apu-apu tumbuh mengapung di permukaan air yang banyak terkena sinar matahari. Tanaman apu-apu mudah perawatannya, cepat tumbuh dan berkembangbiak, sehingga efektif dan efisien untuk digunakan sebagai tanaman bioakumulator.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi tanaman apu-apu dalam menyerap kandungan logam berat khususnya logam tembaga (Cu) dan timbal (Pb) dalam limbah cair laboratorium. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata terhadap penanganan limbah cair khususnya limbah logam berat di Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo, serta memanfaatkan tanaman air yang biasanya dianggap sebagai gulma atau tanaman pengganggu.

## BAHAN DAN METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.”

Bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain tanaman apu-apu, limbah cair laboratorium, timbal (II) nitrat, asam nitrat,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , dan aquadest.

Limbah cair laboratorium yang digunakan untuk penelitian adalah limbah cair yang berasal dari sisa kegiatan praktikum di Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang. Sebagai akibat dari banyaknya kegiatan praktikum di laboratorium, menghasilkan limbah yang sangat banyak terutama limbah cair, termasuk limbah logam berat dalam konsentrasi tinggi.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian antara lain alat-alat gelas, neraca analitik, oven, furnace, Kjeldahl digester (alat destruktur), Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), dan SEM (Scanning Electron Microscopes). AAS digunakan untuk menganalisis kandungan logam berat dalam sampel. SEM digunakan untuk karakterisasi tanaman apu-apu, untuk mengetahui struktur permukaan tanaman apu-apu dan mengetahui komposisi unsur pada tanaman apu-apu sebelum dan setelah fitoremediasi.”

Cara kerja dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

### A. Penyiapan Tanaman Apu-apu (Proses Aklimatisasi)

Tanaman apu-apu dimasukkan ke dalam bak atau ember plastik selama kurang lebih 7 hari, untuk mengurangi pengaruh lingkungan sebelumnya, memberikan waktu untuk tanaman apu-apu beradaptasi sebelum dilakukan perlakuan, dan mengkondisikan tanaman apu-apu supaya optimal dalam penyerapan unsur hara.

## B. Karakterisasi Tanaman Apu-apu

Bertujuan untuk memastikan tanaman apu-apu tidak mengandung logam berat tembaga (Cu) dan timbal (Pb) sebelum diberi perlakuan.

Tanaman apu-apu dikeringkan dengan oven suhu 750C selama 24 jam, kemudian dihaluskan, dianalisis menggunakan SEM-EDX.

## C. Proses Fitoremediasi

Limbah cair laboratorium dimasukkan dalam bak atau ember plastik. Setelah media siap, kemudian tanaman apu-apu mulai ditanam. Tanaman apu-apu yang digunakan dipilih dengan ukuran yang seragam, baik dari segi banyaknya daun, lebar daun, dan panjang akar. Diamati dengan variasi waktu 5, 10, 15, 20, dan 25 hari.

## D. Pemanenan Tanaman Apu-apu

Tanaman apu-apu yang telah digunakan untuk menyerap logam tembaga (Cu) dan timbal (Pb), dipanen pada hari ke-5, 10, 15, 20, dan 25.

Tanaman apu-apu yang telah dipanen kemudian dicuci dengan aquadest, dikeringkan dengan oven pada suhu 750C selama 24 jam, dihaluskan, difurnace pada suhu 5000C selama 1 jam, kemudian didestruksi dengan alat KjelRoc Digestor pada suhu 1000C selama 1 jam (menggunakan katalis asam nitrat). Hasil destruksi kemudian dianalisis menggunakan AAS untuk mengidentifikasi kadar logam berat yang terserap.

Tanaman apu-apu yang telah digunakan untuk menyerap logam tembaga (Cu) dan timbal (Pb) juga dikarakterisasi menggunakan SEM-EDX.

## E. Analisis Logam Tembaga (Cu) dan Timbal (Pb)

Limbah cair laboratorium dianalisis menggunakan AAS setelah proses fitoremediasi pada hari ke-5, 10, 15, 20, dan 25, untuk mengetahui penurunan konsentrasi logam tembaga dan timbal dalam air limbah.

# HASIL DAN PEMBAHASAN

## A. Penyiapan Tanaman Apu-apu (Proses Aklimatisasi)

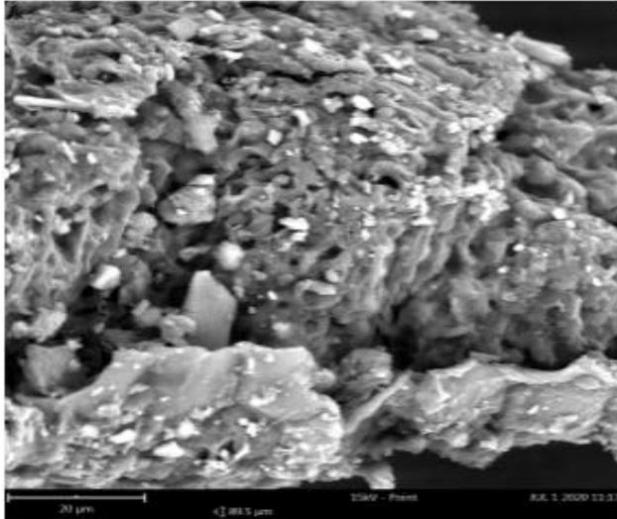
Sebelum tanaman apu-apu digunakan untuk proses fitoremediasi, dilakukan aklimatisasi yaitu proses penyesuaian tanaman apu-apu terhadap lingkungan sekitar atau lingkungan tempat hidup yang baru. Tanaman apu-apu diaklimatisasi selama kurang lebih 7 hari, dengan cara dimasukkan ke dalam bak atau ember plastik yang sudah diisi air bersih.

Proses aklimatisasi bertujuan untuk mengurangi pengaruh lingkungan sebelumnya, untuk membersihkan tanaman apu-apu dari kandungan racun dan logam berat, memberikan waktu untuk tanaman apu-apu beradaptasi sebelum dilakukan perlakuan, dan mengkondisikan tanaman apu-apu supaya optimal dalam penyerapan unsur hara.

Pada proses aklimatisasi, pertumbuhan tanaman apu-apu dari hari pertama sampai dengan hari ketujuh tidak mengalami perubahan yang signifikan, kondisi fisik daun dan akar masih tetap sama. Pertumbuhan tanaman apu-apu dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya suhu lingkungan, intensitas cahaya, pH air, dan ruang tumbuh tanaman. Semakin sempit ruang tumbuh tanaman apu-apu, maka pertumbuhan tanaman akan semakin lambat. Semakin luas ruang tumbuh tanaman, pertumbuhan tanaman akan semakin cepat (Yuliani, 2013).”

**B. Karakterisasi Awal Tanaman Apu-apu**

Karakterisasi awal tanaman apu-apu bertujuan untuk mengetahui dan memastikan bahwa tanaman apu-apu tidak mengandung logam berat tembaga (Cu) dan timbal (Pb) sebelum diberi perlakuan, sehingga tidak mengganggu analisis. Karakterisasi tanaman apu-apu menggunakan alat SEM (Scanning Electron Microscopes) yang dilengkapi EDX (Energy Dispersive X-ray).



Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
8	O	Oxygen	55.33	55.67
6	C	Carbon	29.45	22.24

**Gambar 1.** Komposisi unsur tanaman apu-apu sebelum fitoremediasi

Gambar 1 menunjukkan bahwa dari hasil analisis menggunakan SEM-EDX, tidak terdeteksi adanya logam tembaga (Cu) dan timbal (Pb). Hal tersebut membuktikan bahwa tanaman apu-apu bebas dari logam berat tembaga (Cu) dan timbal (Pb). Komposisi unsur tanaman apu-apu diantaranya terdiri dari unsur oksigen sebanyak 55,67% dan karbon sebanyak 22,24%.

Karakterisasi awal tanaman apu-apu memberikan hasil bebas logam tembaga (Cu) dan timbal (Pb), sehingga tanaman apu-apu siap digunakan untuk tahap selanjutnya.

**C. Proses Fitoremediasi**

Proses fitoremediasi dilakukan untuk mengetahui kemampuan akumulasi dari tanaman apu-apu terhadap logam tembaga (Cu) dan timbal (Pb). Penelitian dilakukan selama 25 hari. Pengujian terhadap penyerapan tembaga (Cu) dan timbal (Pb) pada tanaman apu-apu dilakukan sebanyak lima kali, yaitu pada hari ke-5, ke-10, ke-15, ke-20, dan ke-25. Pengujian terhadap larutan limbah tembaga (Cu) dan timbal (Pb) juga dilakukan sebanyak lima kali, dengan variasi waktu yang sama. Laju penyerapan logam berat tembaga (Cu) dan timbal (Pb) diketahui dari waktu kontak atau pemaparan tanaman apu-apu dengan logam berat selama penelitian.



**Gambar 2.** Proses fitoremediasi

Tanaman apu-apu mengalami perubahan secara fisik yang ditandai dengan kondisi daun yang berubah warna menjadi kekuningan, lalu kering, dan akhirnya mati. Selain daun yang berubah warna, akar tanaman apu-apu juga mengalami kerontokan. Semakin lama waktu kontak tanaman apu-apu dengan logam berat, maka tanaman akan menunjukkan gejala klorosis dan sebagian akar akan mati kemudian rontok. Klorosis merupakan keadaan jaringan tumbuhan pada daun yang mengalami kerusakan atau gagalnya pembentukan klorofil, sehingga daun tidak berwarna hijau, berubah menjadi kekuningan dan pucat. Perubahan kondisi fisik tersebut juga menjadi indikator adanya penurunan kemampuan tanaman apu-apu dalam menyerap logam berat. Hal tersebut dikarenakan tanaman apu-apu sudah melewati titik jenuh, karena tanaman telah menyerap sebagian besar ion logam yang berada di dalam air limbah. Semakin banyak ion logam yang terserap, maka semakin banyak logam yang terakumulasi dalam jaringan tanaman dan menyebabkan kejenuhan, sehingga penyerapan mulai terhambat.

Mekanisme fitoremediasi yang terjadi pada tanaman apu-apu yaitu secara fitoekstraksi dan rhizofiltrasi. Fitoekstraksi adalah proses tanaman menarik kontaminan dari media sehingga berakumulasi di sekitar akar tanaman dan ditranslokasikan ke organ tanaman yang lain. Sedangkan rhizofiltrasi merupakan proses adsorpsi dan pengendapan kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar. Tanaman apu-apu menyerap kontaminan melalui akar, kemudian didistribusikan ke seluruh bagian tanaman. Proses penyerapan ion logam tembaga (Cu) dan timbal (Pb) oleh tanaman apu-apu dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu tekanan akar, kapilaritas, dan transpirasi.”

Penurunan konsentrasi logam tembaga (Cu) dan timbal (Pb) dalam air limbah selama proses fitoremediasi ditunjukkan dalam tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil fitoremediasi tanaman apu-apu dalam air limbah

Hari ke-	Konsentrasi tembaga (Cu) dalam air limbah (mg/L)	Konsentrasi timbal (Pb) dalam air limbah (mg/L)
0	20	20
5	2,883	4,089
10	2,063	4,076
15	2,014	3,201
20	3,454	4,415
25	3,501	4,426

Tabel 1 menunjukkan konsentrasi tembaga (Cu) dan timbal (Pb) dalam air limbah mengalami penurunan selama proses fitoremediasi. Hal ini membuktikan bahwa tanaman apu-apu merupakan tanaman hiperakumulator yang mampu menyerap logam tembaga dan timbal. Penyerapan dan akumulasi logam tembaga dan timbal terjadi lebih cepat pada awal proses fitoremediasi. Pada hari ke-5, terjadi penurunan konsentrasi logam tembaga sebesar 85,58% dan penurunan konsentrasi logam timbal sebesar 79,55%. Konsentrasi Cu terendah terjadi pada hari ke-15, begitu pula dengan konsentrasi Pb, karena pada hari ke-15 tanaman apu-apu kemungkinan sudah berada pada titik jenuh dan tidak mampu lagi menyerap logam berat secara optimal. Pada hari selanjutnya yang terjadi adalah pelepasan logam berat dari tanaman apu-apu ke air, ditunjukkan dengan adanya peningkatan konsentrasi Cu dan Pb dalam air limbah, yaitu pada hari ke-20 dan hari ke-25.

Tanaman apu-apu yang telah digunakan untuk proses fitoremediasi juga perlu dianalisis untuk mengetahui berapa konsentrasi tembaga (Cu) dan timbal (Pb) yang terserap dan

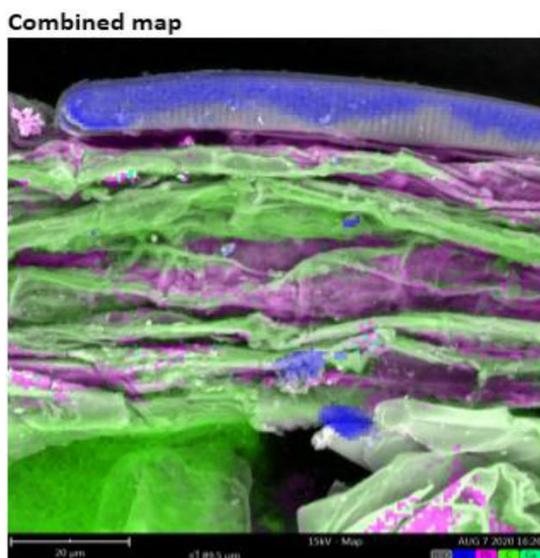
terakumulasi. Tanaman apu-apu dipanen bersamaan dengan pengambilan air limbah yang mengandung tembaga (Cu) dan timbal (Pb), yaitu pada hari ke-5, ke-10, ke-15, ke-20, dan ke-25. Setelah dipanen, kemudian dilakukan preparasi sampel terhadap tanaman apu-apu sebelum dianalisis menggunakan AAS. Hasil analisis menggunakan AAS terhadap tanaman apu-apu ditunjukkan pada tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil analisis terhadap tanaman apu-apu setelah fitoremediasi

Hari ke-	Konsentrasi tembaga (Cu) dalam tanaman apu-apu (mg/L)	Konsentrasi timbal (Pb) dalam tanaman apu-apu (mg/L)
5	2,357	5,246
10	3,518	7,719
15	5,168	9,574
20	5,891	11,43
25	7,848	12,99

Tabel 2 menunjukkan hasil analisis AAS terhadap tanaman apu-apu setelah proses fitoremediasi. Pada hari ke-5, konsentrasi Cu yang terdeteksi sebesar 2,357 mg/L dan konsentrasi Pb sebesar 5,246 mg/L. Pada hari-hari selanjutnya, konsentrasi Cu dan Pb yang terdeteksi semakin meningkat dengan bertambahnya waktu fitoremediasi. Pada hari ke-25, konsentrasi Cu yang terdeteksi sebesar 7,848 mg/L dan konsentrasi Pb sebesar 12,99 mg/L.

Setelah proses fitoremediasi juga dilakukan karakterisasi terhadap tanaman apu-apu, bertujuan untuk mengetahui struktur morfologi tanaman apu-apu setelah digunakan untuk fitoremediasi dan untuk mengetahui komposisi unsur di dalam tanaman apu-apu dengan menggunakan SEM-EDX. Hasil analisis tanaman apu-apu setelah fitoremediasi logam Cu dan Pb, ditunjukkan pada gambar 3.



Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
8	O	Oxygen	55.33	55.67
6	C	Carbon	29.45	22.24

**Gambar 3.** Komposisi unsur tanaman apu-apu setelah fitoremediasi

Gambar 3 menunjukkan hasil mapping dari tanaman apu-apu setelah digunakan untuk proses fitoremediasi logam tembaga (Cu) dan timbal (Pb) pada air limbah. Dari gambar 3 terlihat ada beberapa warna yang berbeda, yang menunjukkan sebaran unsur-unsurnya. Warna biru menunjukkan unsur oksigen (O), warna merah muda keunguan menunjukkan unsur timbal (Pb),

warna hijau menunjukkan unsur karbon (C), dan warna tosca menunjukkan unsur tembaga (Cu). Unsur-unsur yang terdeteksi diantaranya oksigen 42,96%, timbal 32,82%, karbon 12,46%, dan tembaga 11,77%. Dari hasil mapping terdeteksi adanya unsur tembaga (Cu) sebesar 11,77% dan timbal (Pb) sebesar 32,82%, membuktikan bahwa tanaman apu-apu tersebut benar-benar menyerap logam tembaga dan timbal dari limbah cair laboratorium.

### **KESIMPULAN**

Tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes* L.) merupakan tanaman hiperakumulator yang efektif dalam menyerap dan mengakumulasi logam tembaga (Cu) dan timbal (Pb).

Penyerapan dan akumulasi logam tembaga dan timbal terjadi lebih cepat pada awal proses fitoremediasi. Setelah proses fitoremediasi, terjadi penurunan konsentrasi logam tembaga pada hari ke-5 sebesar 85,58% dan penurunan konsentrasi logam timbal sebesar 79,55%.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih kepada LP2M UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian ini.

Terima kasih yang setulus-tulusnya untuk semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Irawanto, R., 2010, Fitoremediasi Lingkungan dalam Taman Bali, UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi-LIPI, Pasuruan.
- Sudarwin, 2008, Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat (Pb dan Cd) pada Sedimen Aliran Sungai dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Jatibarang Semarang, Tesis.
- Yuliani, D.E., Sitorus, S., & Wirawan, T., 2013, Analisis Kemampuan Kiambang (*Salvinia molesta*) untuk Menurunkan Konsentrasi Ion Logam Cu (II) pada Media Tumbuh Air, Kimia FMIPA Unmul, 68-73.