

# Kemampuan tumbuhan akuatik *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes* sebagai fitoremediator logam berat tembaga

## The ability of aquatic plants *Salvinia molesta* and *Pistia stratiotes* as copper heavy metal phytoremediators

RONY IRAWANTO<sup>1,\*</sup>, FATIHAH BAROROH<sup>2,\*\*</sup>

<sup>1</sup> UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Raya Surabaya-Malang Km. 65, Capang, Purwodadi, Pasuruan 67163, Jawa Timur. Tel.: +62-343-615033, \*email: biory96@yahoo.com

<sup>2</sup> Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Jl. Veteran, Malang 65145, Jawa Timur. \*\*email: fatihahbaroroh19@gmail.com

Manuskrip diterima: 10 September 2017. Revisi disetujui: 30 Desember 2017.

**Abstrak.** Irawanto R, Baroroh F. 2017. Kemampuan tumbuhan akuatik *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes* sebagai fitoremediator logam berat tembaga (Cu). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 438-445*. Pencemaran air yang diakibatkan oleh aktivitas manusia berdampak pada kerusakan lingkungan terutama pada lahan budidaya pertanian. Salah satu cara untuk mengatasi pencemaran lingkungan adalah dengan Fitoremediasi. Fitoremediasi dapat menggunakan tumbuhan akuatik. Salah satu jenis tumbuhan akuatik yang banyak ditemukan dipertanian persawahan ataupun irigasi pertanian, dan dapat tumbuh berkembang secara cepat adalah *Salvinia molesta* (kiambang) dan *Pistia stratiotes* (kayu apu). Selain itu, tumbuhan ini menurut beberapa penelitian memiliki kemampuan fitoremediasi dalam memperbaiki kualitas air yang tercemar limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tumbuhan akuatik *S. molesta* dan *P. stratiotes* sebagai fitoremediator dalam mengakumulasi tembaga (Cu) dalam air tercemar limbah logam berat. Penelitian fitoremediasi dilakukan selama bulan Maret s/d Juni 2017 di Kebun Raya Purwodadi – LIPI, dengan analisa logam Cu menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang. Tahapan penelitian terdiri atas penentuan RFT (*Range Finding Test*) dan percobaan pada tumbuhan akuatik menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan. Dalam RFT dengan konsentrasi logam Cu sebesar 3, 5, 10 dan 15 ppm. Diketahui *S. molesta* dapat bertahan hidup 100% hingga 15 ppm, sedangkan *P. stratiotes* hanya bertahan 70% pada 10 ppm. Dari hasil RFT tersebut, maka konsentrasi Cu yang digunakan adalah 2 dan 5 ppm, agar kedua jenis tersebut dapat berperan sebagai fitoremediator. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tumbuhan akuatik *P. stratiotes* lebih efektif menurunkan pada konsentrasi 2 ppm, sedangkan *S. molesta* lebih efektif pada konsentrasi 5 ppm logam berat Cu.

**Kata kunci:** Fitoremediasi, *Pistia stratiotes* *Salvinia molesta*, tembaga

**Abstract.** Irawanto R, Baroroh F. 2017. The ability of aquatic plants *Salvinia molesta* and *Pistia stratiotes* as copper heavy metal (Cu) phytoremediators. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 438-445*. Water pollution caused by human activities has an impact on environmental damage, especially on agricultural cultivation. One way to overcome environmental pollution is by phytoremediation. Phytoremediation can use aquatic plant. One type of aquatic plants that are found in irrigated rice fields or irrigation, and can grow quickly is *Salvinia molesta* (Kiambang) and *Pistia stratiotes* (Kayu apu). In addition, the plant is acting on several studies to have phytoremediation ability in improving the quality of contaminated water. This study aims to determine the ability of aquatic plants of *S. molesta* and *P. stratiotes* as phytoremediators in accumulating copper (Cu) in water contaminated with heavy metal waste. Phytoremediation research was conducted during March to June 2017 at Purwodadi Botanical Garden- LIPI, with Cu metallic analysis using AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) in Soil Chemistry Laboratory of Faculty of Agriculture Universitas Brawijaya, Malang. The research stages consist of determination of RFT (*Range Finding Test*) and experiment on aquatic plants using RAL (Complete Random Design) with 6 treatments and 3 replications. In RFT with Cu concentration of 3, 5, 10 and 15 ppm. It is known that *S. molesta* can survive 100% to 15 ppm, whereas *P. stratiotes* only survives 70% at 10 ppm. From the results of the RFT, the concentration of Cu used is 2 and 5 ppm, so that both types can act as phytoremediator. The results of this study showed that aquatic plants of *P. stratiotes* were more effective at reducing the concentration of 2 ppm, whereas *S. molesta* was more effective at a concentration of 5 ppm Cu heavy metals.

**Kata kunci:** Phytoremediation, *Pistia stratiotes* *Salvinia molesta*, copper

### PENDAHULUAN

Semakin bertambahnya aktivitas manusia di berbagai sektor kehidupan, seringkali diiringi oleh peningkatan jumlah limbah bahan pencemar yang masuk ke media

lingkungan. Salah satu pencemaran limbah cair yang masuk ke badan air / sungai berdampak pada budidaya pertanian. Dampak pencemaran lingkungan, secara langsung ataupun tidak langsung akan sangat mempengaruhi kesehatan tubuh manusia. Oleh karena itu

apabila limbah / pencemar tersebut tidak dikelola secara baik akan menimbulkan gangguan terhadap lingkungan, membahayakan bagi kesehatan dan kehidupan, baik manusia dan organisme yang ada didalamnya.

Salah satu sumber pencemaran adalah limbah industri, seperti industri elektroplating yang menghasilkan limbah cair yang berbahaya karena mengandung senyawa logam berat. Logam berat dapat mengakibatkan keracunan apabila terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup dan dalam jangka waktu panjang dapat menyebabkan kematian jika telah melebihi ambang batas (Putranto, 2011). Berdasarkan penelitian Sekarwati et al (2015) limbah elektroplating di Kotagede yang merupakan sentra kerajinan perak, mengandung logam berat tembaga (Cu) sebesar 84,9350 mg/L. Sedangkan baku mutu limbah cair industri elektroplating untuk tembaga yaitu 0,6 mg/L. Limbah cair tersebut mampu merembes ke dalam tanah sehingga dapat mencemari tanah, air tanah dan mengkontaminasi air sumur warga. Dengan adanya pencemaran, tidak hanya kualitas air dan tanah saja yang menurun namun juga berdampak buruk terhadap ekosistem disekitarnya.

Upaya untuk mengatasi pencemaran lingkungan adalah dengan Fitoremediasi. Fitoremediasi adalah penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan polutan dari tanah atau perairan yang terkontaminasi (Rondonuwu, 2014). Teknik fitoremediasi dipilih sebagai upaya untuk merehabilitasi lingkungan yang tercemar yang dianggap teknologi yang inovatif, ekonomis, dan relatif aman terhadap lingkungan (Sidauruk dan Patricius, 2015). Fitoremediasi merupakan bagian dari konsep teknologi alami yang memusatkan peran tumbuhan sebagai solusi penyelesaian permasalahan lingkungan, atau dikenal dengan istilah Fitoteknologi (Mangkoedihardjo dan Samudro, 2010). Fitoremediasi umumnya menggunakan tumbuhan akuatik dalam lahan basah buatan sebagai pengolahan perairan dari pencemaran limbah cair. Tumbuhan akuatik memiliki berbagai macam manfaat selain sebagai tanaman hias, tumbuhan akuatik juga dapat digunakan sebagai bahan kerajinan, bahan pangan, obat, dan juga dapat dimanfaatkan sebagai pembuat minyak. Secara ekologis tumbuhan akuatik bermanfaat cukup tinggi. Namun kebanyakan orang masih belum menyadari keberadaan tumbuhan akuatik di alam. Berdasarkan Irawanto (2010) menyebutkan bahwa tumbuhan akuatik dapat berperan sebagai pengelola polutan / limbah cair. Sehingga dengan adanya tumbuhan akuatik maka pencemaran perairan dapat diatasi dan kualitas air mampu dipulihkan kembali. Keberadaan tumbuhan akuatik sebagai pengolah air limbah dalam tantanan taman secara estetika dapat memberikan kesan alami dan indah dipandang, meskipun berfungsi sebagai fitoremediasi (Kusumawardani dan Irawanto, 2013). Sehingga tumbuhan akuatik dapat digunakan sebagai fitoremediator atau agen fitoremediasi. Maka pengungkapan kemampuan keanekaragaman tumbuhan akuatik sebagai fitoremediator sangat penting dalam upaya konservasi tumbuhan akuatik.

Kebun Raya Purwodadi merupakan salah satu lembaga konservasi tumbuhan ex-situ di Indonesia, tidak diragukan lagi merupakan pilar penyelamatan jenis-jenis tumbuhan dari kepunahan. Kebun Raya Purwodadi tidak semata

tempat konservasi tumbuhan, namun juga sebagai objek pendidikan lingkungan. Tumbuhan yang sudah ditanam dan menjadi koleksi akan dikelola, didata dan dimanfaatkan untuk tujuan konservasi, penelitian, pendidikan dan pariwisata. Saat ini Kebun Raya Purwodadi memiliki koleksi tumbuhan sejumlah 11.748 spesimen, 1.925 jenis, 928 marga dan 175 suku (Lestarini et al. 2012), salah satu koleksi yang menarik adalah koleksi tumbuhan akuatik. Namun koleksi tumbuhan akuatik yang ada di Kebun Raya Purwodadi belum sepenuhnya diketahui kemampuannya dalam fitoremediasi.

Oleh karena itu upaya menggali potensi tumbuhan akuatik menarik untuk dilakukan, bahkan sejalan dengan tujuan konservasi di kebun raya. Penelitian ini merupakan penelitian dasar yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan tumbuhan akuatik kiambang (*Salvinia molesta*) dan kayu apu (*Pistia stratiotes*) sebagai fitoremediator dalam mengakumulasi air tercemar limbah logam berat tembaga (Cu). Dimana hasilnya dapat digunakan sebagai upaya dalam mengurangi pencemaran pada air irigasi tanaman budidaya pertanian. Informasi ini diharapkan akan mampu digunakan sebagai acuan penelitian selanjutnya serta menambah khasanah ilmu pengetahuan mengenai potensi keanekaragaman tumbuhan akuatik maupun pengembangan konservasi tumbuhan akuatik.

## BAHAN DAN METODE

### Area kajian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret sampai Juli 2017, dengan eksperimen pada rumah kaca Kebun Raya Purwodadi LIPI Jawa Timur, dan analisis kimia di Laboratorium Kimia, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian serta Laboratorium Kimia Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur.

### Bahan dan alat

Bahan tumbuhan akuatik yang digunakan dalam penelitian ini adalah *S. molesta* dan *P. stratiotes* kolam tumbuhan akuatik di Kebun Raya Purwodadi, Pasuruan, Jawa Timur (Gambar 1-2), bahan lain yang digunakan antara lain: air, larutan Cu, aquades, serta bahan kimia dalam analisis laboratorium seperti HCl pekat dan HNO<sub>3</sub> pekat. Pengukuran logam berat tembaga (Cu) menggunakan alat AAS (*Atomic Absorbtion Spectrofotometer*).

### Cara kerja

Penelitian ini terdiri dari 2 tahap yaitu tahap pertama adalah percobaan RFT (Range Finding Test) dan tahap kedua adalah Fitoremediasi air tercemar Cu dengan menggunakan tumbuhan akuatik *S. molesta* dan *P. stratiotes*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan 6 perlakuan dan 3 kali ulangan. Sehingga terdapat 18 satuan percobaan, seperti dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Peta lokasi kolam tumbuhan akuatik di Kebun Raya Purwodadi, Pasuruan, Jawa Timur



Gambar 2. Bentuk habitus tumbuhan akuatik. A. *Salvinia molesta*, B. *Pistia stratiotes*

Tumbuhan akuatik yang berwarna hijau dan dalam keadaan segar diambil dari kolam taman akuatik Kebun Raya Purwodadi- LIPI. Kemudian diaklimatisasi pada media air selama 2 minggu agar beradaptasi dan mampu meregenerasi. RFT dilakukan untuk menentukan konsentrasi berapa tumbuhan mampu hidup dan tidak terjadi kerusakan yang fatal pada organ tumbuhan tersebut.

RFT dilakukan secara duplo selama seminggu pada beberapa konsentrasi pencemar Cu yaitu: 3, 5, 10, dan 15 ppm. Pembuatan larutan pencemar logam berat timbal (Cu) dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian – UB menggunakan senyawa  $(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$ . RFT pada tumbuhan akuatik menggunakan wadah gelas plastik yang berisi 250 ml larutan dengan berat tumbuhan 5 g.

**Table 1.** Rancangan percobaan dengan kode perlakuannya

Kode percobaan	Perlakuan tumbuhan	Konsentrasi logam berat tembaga (Cu)
T0K1	Tanpa tumbuhan akuatik	2 ppm
T0K2	Tanpa tumbuhan akuatik	5 ppm
T1K1	<i>Salvinia molesta</i>	2 ppm
T1K2	<i>Salvinia molesta</i>	5 ppm
T2K1	<i>Pistia stratiotes</i>	2 ppm
T2K2	<i>Pistia stratiotes</i>	5 ppm

Keterangan: ppm (part per milion) atau mg/L.

Hasil RFT yang telah dilakukan diambil dua konsentrasi untuk percobaan fitoremedasi. Tahap fitoremediasi ini menggunakan 3 kali ulangan. Tahap ini menggunakan wadah plastik kapasitas 5 Liter dengan tumbuhan seberat 75 g untuk tiap satuan percobaan. Perlakuan Fitoremediasi selama 14 hari dengan pengamatan selama 2 hari sekali. Pengamatan berupa perubahan morfologi tumbuhan seperti warna daun, layu dan kering. Pada tahap akhir percobaan dilakukan penimbangan biomassa tumbuhan berupa berat basah dan berat kering.

#### Analisis data

Pengukuran logam berat tembaga (Cu) pada air dengan mengambil sampel sebanyak 50 mL dan sampel tumbuhan akuatik sebanyak 5 g berat kering. Sampel air maupun tumbuhan akuatik diuji menggunakan AAS. Data-data yang telah diperoleh dari hasil penelitian kemudian dianalisa dengan menggunakan analisis sidik ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf kesalahan 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam hasil dan pembahasan ini akan diuraikan mengenai deskripsi tumbuhan akuatik yang digunakan, hasil percobaan awal berupa RFT dan penelitian utama fitoremediasi air tercemar logam Cu.

#### Deskripsi tumbuhan akuatik Kebun Raya Purwodadi

Kebun Raya Purwodadi memiliki areal seluas 845.148 m<sup>2</sup> yang terbagi menjadi 25 vak dan dua wilayah, masing-masing wilayah dibagi menjadi tiga lingkungan (Sugiarto, 2001). Dalam satu vak tanaman bisa terdiri dari beberapa famili, namun satu famili juga bisa menempati beberapa vak. Hal ini tergantung dari jumlah individu dalam satu famili tersebut. Pengaturan penanaman dalam vak didasarkan atas kekerabatan famili (Laksono, 2008). Sedangkan koleksi tumbuhan akuatik, tersebar pada 9 kolam penampungan air yang berasal dari air drainase di Kebun Raya Purwodadi dengan 5 titik inlet dan 5 titik outlet. Kolam yang memiliki koleksi tumbuhan akuatik dominan ada pada 4 lokasi, yaitu: kolam Vak I.D., kolam Vak III.B., kolam Vak XIV.G. dan kolam Vak XII.G, seperti dapat dilihat pada Gambar 1.

Secara umum tumbuhan akuatik dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori: (i) Mengapung (*floating*) dimana seluruh bagian tumbuhan atau sebagian (daun) mengapung pada permukaan air, (ii) Muncul (*emerged*) dimana

tumbuhan muncul di atas permukaan air namun akarnya berada dalam sedimen, dan (iii) Tenggelam (*submerged*) dimana seluruh tumbuhan berada di dalam air (Tanaka et al. 2011). Menurut Irawanto (2009) terdapat 34 jenis tumbuhan akuatik yang ditemukan di Kebun Raya Purwodadi dan berpotensi sebagai tanaman hias, sumber pangan, obat dan kerajinan. Seiring waktu terjadi perubahan koleksi tumbuhan akuatik menjadi 15 jenis (Irawanto, 2013). Berdasarkan observasi yang telah dilakukan selama 2016, terdapat 20 jenis tumbuhan akuatik, dimana beberapa jenis mampu beradaptasi dan menurut literatur berpotensi dalam fitoremediasi (Baroroh dan Irawanto 2016). Bentuk tumbuhan akuatik dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.

#### Tumbuhan akuatik *Salvinia molesta* (kiambang)

Jenis *S. molesta* merupakan salah satu tumbuhan akuatik yang mengapung di permukaan air (*floating*). Jenis ini dapat hidup di daerah tropis, sub tropis dan daerah bertemperatur hangat di seluruh dunia. Umumnya banyak dijumpai di sawah, sungai dan saluran air (Tjahaja et al. 2006). Jenis ini merupakan gulma air yang memiliki karakteristik laju perkembangbiakan sangat cepat dengan sifat adaptasi yang tinggi di berbagai kondisi lingkungan (Yuliani et al. 2013).

Kiambang merupakan nama daerah jenis ini, berbentuk kecil, lonjong, memiliki daun di sepanjang batang, memiliki batang yang bercabang tumbuh mendatar, berbuku-buku, ditumbuhi bulu dan panjangnya dapat mencapai 30 cm. Pada setiap buku terdapat sepasang daun yang mengapung dan sebuah daun yang tenggelam. Daun yang mengapung berbentuk oval, dengan panjang tidak lebih dari 3 cm, tangkai pendek ditutupi banyak bulu yang berguna untuk menolak air dan berwarna hijau. Daun yang tenggelam memiliki bentuk seperti akar, menggantung dengan panjang mencapai 8 cm, berbelah serta terbagi-bagi dan berbulu halus. Daun yang mirip akar ini sebenarnya daun yang berubah bentuk dan mempunyai fungsi sebagai akar. Kiambang tidak memiliki bunga sehingga perkembangannya hanya dengan cara vegetatif. Jenis ini banyak tumbuh pada perairan yang tenang (Donaldson and Dawn, 2003).

#### Tumbuhan akuatik *Pistia stratiotes* (kayu apu)

Jenis *P. stratiotes* merupakan salah satu tumbuhan akuatik yang mengapung di permukaan air (*floating*). Jenis ini biasanya hidup di daerah tropis, sub tropis dan daerah yang bertemperatur hangat di seluruh dunia. Di Indonesia jenis ini mudah ditemui di sawah, danau, telaga dan rawa-rawa dengan air yang mengalir tenang (Nurfritri dan Indah, 2010). Jenis ini dikenal sebagai tumbuhan liar. Perkembangbiakannya tergolong cepat dan banyak, sehingga melimpah jumlahnya di lingkungan perairan (Raras et al. 2015).

Kayu apu merupakan nama daerah jenis ini. Panjang daun kayu apu dapat mencapai 14 cm dan tidak memiliki batang. Lebar daun antara 5-14 cm dan jarak antar nodusnya 0,1-0,5 cm sehingga membuat susunan daun kayu apu terdapat pada tiap bagian rosetnya. Daunnya berwarna hijau, dengan tulang daun sejajar, tepi daunnya

bergelombang dan ditutupi bulu-bulu pendek yang membentuk struktur keranjang dan membantu dalam menjerat gelembung udara serta meningkatkan daya apung tanaman (Dipu et al. 2010).

#### Range Finding Test (RFT)

Hasil RFT menunjukkan bahwa *S. molesta* mampu tumbuh dengan baik pada konsentrasi logam Cu sebesar 3, 5, 10 dan 15 ppm, dapat dilihat pada Tabel 2. Hanya pada konsentrasi 15 ppm akar tumbuhan terlihat putus. Berdasarkan penelitian menyebutkan bahwa tanaman *S. molesta* mampu bertahan hidup pada konsentrasi logam berat Cu sebesar 20 ppm dengan persentase penyerapan logam berat Cu sebesar 90-94% (Yulianti et al. 2013).

Hasil RFT pada tumbuhan akuatik *P. stratiotes* dapat dilihat pada Tabel 3. Tumbuhan *P. stratiotes* mampu tumbuh dengan baik pada konsentrasi 3 ppm, pada konsentrasi 5 ppm mulai terjadi kerusakan berupa daun menguning pada ujung daun, pada konsentrasi 10 ppm kerusakan lebih parah yaitu daun kering dan kuning. Sedangkan pada konsentrasi 15 ppm terlihat mengalami kerusakan yang sangat parah yaitu daun menguning dan membusuk dengan persentase kerusakan sebesar 60%.

Berdasarkan hasil RFT pada tumbuhan *S. molesta* dan *P. stratiotes*, maka didapatkan konsentrasi logam berat tembaga (Cu) yang akan digunakan pada penelitian fitoremediasi adalah konsentrasi rendah sebesar 2 ppm dan konsentrasi tinggi yaitu 5 ppm karena pada konsentrasi tersebut kedua jenis mampu tumbuh dengan baik.

**Table 2.** Hasil pengamatan RFT tumbuhan akuatik *Salvinia molesta*

Konsentrasi Cu	Pengamatan awal	Pengamatan akhir	Keterangan	Prosentase
3 ppm	Tanaman hijau segar akar tidak putus	Tanaman hijau segar akar tidak putus	Tanaman hidup	100
	Tanaman hijau segar akar tidak putus	Tanaman hijau segar akar tidak putus	Tanaman hidup	100
5 ppm	Daun hijau segar akar tidak putus	Daun hijau segar akar tidak putus	Tanaman hidup	100
	Daun hijau segar akar tidak putus	Daun hijau segar akar tidak putus	Tanaman hidup	100
10 ppm	Daun hijau segar akar tidak putus	Daun hijau segar akar tidak putus	Tanaman hidup	100
	Daun hijau segar akar tidak putus	Daun hijau segar akar tidak putus	Tanaman hidup	100
15 ppm	Daun hijau segar akar tidak putus	Daun hijau segar akar tidak putus	Tanaman hidup	100
	Daun hijau segar akar tidak putus	Daun hijau segar akar putus	Tanaman hidup	90

**Table 3.** Hasil pengamatan RFT tumbuhan akuatik *Pistia stratiotes*

Konsentrasi Cu	Pengamatan awal	Pengamatan akhir	Keterangan	Prosentase
3 ppm	Tanaman hijau segar	Tanaman hijau segar	Tanaman hidup	100
	Tanaman hijau segar	Tanaman hijau segar	Tanaman hidup	100
5 ppm	Tanaman hijau segar	Sedikit kuning di tepi	Tanaman hidup	90
	Tanaman hijau segar	Sedikit kuning di tepi	Tanaman hidup	90
10 ppm	Tanaman hijau segar	Kuning dan kering di tepi	Tanaman hidup	70
	Tanaman hijau segar	Kuning dan kering di tepi	Tanaman hidup	70
15 ppm	Tanaman hijau segar	Kuning dan kering hampir keseluruhan daun	Tanaman hidup	60
	Tanaman hijau segar	Kuning dan kering hampir keseluruhan daun	Tanaman hidup	60

**Table 4.** Hasil pengamatan tumbuhan akuatik setelah perlakuan fitoremediasi

Kode percobaan	7 HST						14 HST					
			Daun			Akar			Daun			Akar
	Baru	Coklat	Kuning	Kering	Mati	Putus	Baru	Coklat	Kuning	Kering	Mati	Putus
T1K1 (U1)	√						√					
T1K1 (U2)	√						√					
T1K1 (U3)	√	√					√	√				
T1K2 (U1)	√	√					√	√				
T1K2 (U2)	√						√					
T1K2 (U3)	√						√					
T2K1 (U1)			√	√					√			
T2K1 (U2)			√	√					√			
T2K1 (U3)				√						√		
T2K2 (U1)			√	√	√	√			√	√	√	√
T2K2 (U2)			√	√					√	√		
T2K2 (U3)			√	√		√			√	√		√

Keterangan: T= tumbuhan; K= konsentrasi; U= ulangan.

### Fitoremediasi air tercemar Cu oleh tumbuhan *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes*

Hasil pengamatan perubahan morfologi tumbuhan akuatik setelah perlakuan fitoremediasi disajikan dalam Tabel 4. Secara fisik tumbuhan diamati untuk mengetahui dampak yang timbul setelah tumbuhan akuatik terpapar logam Cu selama 14 hari. Berdasarkan pengamatan terlihat bahwa *S. molesta* (T1) baik pada konsentrasi 2 ppm (T1K1) dan 5 ppm (T1K2) pada 7 dan 14 hari terlihat adanya daun baru yang tumbuh. Hal ini menunjukkan bahwa *S. molesta* mampu tumbuh dengan baik walau pada kondisi tercemar Cu. Namun *S. molesta* pada satuan percobaan T1K1 ulangan 3 dan T1K2 ulangan 1 menunjukkan ada beberapa daun yang berwarna coklat. Perubahan daun *S. molesta* dari hijau menjadi coklat pada ujung tumbuhan menandakan daun mati dan pada ujung yang lain tumbuh daun baru. Hal ini menunjukkan bahwa *S. molesta* mampu tumbuh dan meregenerasi bagian tubuh yang telah mati walaupun pada kondisi air yang tercemar Cu. Perubahan yang terlihat pada ukuran daun yang makin membesar, walaupun sebagian daun terlihat menghitam, selain itu banyak tumbuh anakan baru. Hal tersebut dapat terjadi karena suhu dan lingkungan media tanaman masih memungkinkan untuk berkembangbiak yaitu pada suhu rata-rata 26,75°C. Rahmansyah (2009) mengemukakan bahwa *S. molesta* memiliki tingkat survival yang tinggi pada media yang terkontaminasi.

Sedangkan untuk *P. stratiotes* (T2) menunjukkan adanya daun kuning pada setiap satuan percobaan kecuali perlakuan T2K1 ulangan 3. Terdapat juga beberapa daun yang kering pada semua perlakuan baik pada 7 maupun 14 hari. Selain itu terlihat adanya daun mati yang telah terlepas dari tumbuhan. Pada perlakuan T2K2 ulangan 1 dan ulangan 3 juga terlihat bahwa akar-akar tanaman putus. Hal ini menunjukkan bahwa *P. stratiotes* tidak mampu tumbuh dan beradaptasi dengan baik dalam lingkungan yang tercemar. Semakin tinggi konsentrasi logam Cu dalam air maka *P. stratiotes* semakin tidak mampu bertahan hidup pada air tersebut ditunjukkan dengan adanya kerusakan berupa daun kuning, daun kering dan daun mati. Rosidah et al. (2014) menjelaskan bahwa pertumbuhan akar dan warna daun umumnya menjadi patokan respon fisiologis tumbuhan akibat cekaman logam karena berhubungan erat dengan terganggunya aktivitas dalam sel dan metabolisme tumbuhan. Cekaman mineral umumnya mengakibatkan daun mengalami klorosis ataupun nekrosis.

### Perubahan biomassa dan laju penyerapan tumbuhan akuatik

Perubahan biomassa tumbuhan menunjukkan kemampuan adaptasi tumbuhan tersebut terhadap cemaran logam berat Cu yang ada pada media air. Setelah perlakuan selama 14 hari kedua tumbuhan akuatik mengalami perubahan berat biomassa tanaman ditunjukkan pada Tabel 5. Tumbuhan *S. molesta* pada konsentrasi 2 ppm mengalami peningkatan berat biomassa sebesar 4 g. Sedangkan pada konsentrasi 5 ppm juga mengalami peningkatan berat biomassa sebesar 2,67 g. Menurut Supriyantini dan Nirwani (2015) mengemukakan bahwa tumbuhan dapat melakukan alokasi dan menurunkan kadar

toksistas logam berat dengan melemahkan efek racun melalui pengenceran dengan menyimpan air dalam jaringan, khususnya daun, sehingga mengakibatkan terjadinya penebalan pada daun, yang diindikasikan dengan peningkatan berat biomassa.

Pada tumbuhan *P. stratiotes* konsentrasi 2 ppm juga mengalami peningkatan berat biomassa sebesar 3,67 g. Sedangkan pada konsentrasi 5 ppm mengalami penurunan berat biomassa yang cukup banyak yaitu sebesar 16,33 g. Hal ini dikarenakan tanaman *P. stratiotes* pada konsentrasi 5 ppm daun tanaman mengalami klorosis dan nekrosis kemudian daun menjadi busuk dan mati serta akhirnya mengalami kerontokan dalam jumlah yang besar pada saat akhir penelitian sehingga mengurangi berat biomassa. Penelitian yang telah dilakukan oleh Vesely et al. (2012) bahwa ketika tumbuhan *P. stratiotes* terkena paparan logam berat maka akan mengakibatkan penurunan produksi biomassa pada bobot kering.

Nilai laju penyerapan logam berat Cu per hari didapatkan dari nilai berat kering tumbuhan, kandungan Cu dalam tumbuhan serta waktu kontak dengan Cu selama 14 hari. *S. molesta* konsentrasi 2 ppm dengan kandungan logam dalam tumbuhan sebesar 2,15 ppm sehingga penyerapan logam per hari sebesar 0,15 ppm perhari. Pada konsentrasi 5 ppm laju penyerapan logam per hari paling tinggi sebesar 0,16. Sedangkan *P. stratiotes* baik konsentrasi 2 dan 5 ppm yang terserap sedikit. Hal ini diduga karena tumbuhan mengalami kerusakan sehingga penyerapannya kurang maksimal. Kedua konsentrasi pada *P. stratiotes* didapatkan laju penyerapan logam per hari sebesar 0,15 ppm. Berdasarkan hasil ANOVA pengamatan berat basah maupun berat kering kedua tumbuhan menunjukkan perbedaan yang nyata.

### Konsentrasi Cu dalam air dan akumulasi Cu pada tumbuhan akuatik

Hasil analisis Cu pada air dan tumbuhan akuatik dapat dilihat pada Tabel 6. Pada perlakuan kontrol yaitu T0K1 dan T0K2 menunjukkan nilai Cu pada air masih tinggi yaitu 1,35 ppm dan 3,85 ppm. Nilai tersebut melebihi ambang batas baku mutu air sesuai Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416/MENKES/IX/1990 tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, untuk tembaga yaitu sebesar 1 ppm.

Sedangkan pada konsentrasi 2 ppm dengan tumbuhan *S. molesta* (T1K1) menunjukkan kandungan Cu sangat sedikit yaitu sebesar 0,074 ppm dan pada tumbuhan *P. stratiotes* (T2K1) sebesar 0,1 ppm. Perlakuan konsentrasi 5 ppm pada tumbuhan *S. molesta* (T1K2) menunjukkan kandungan Cu di air sebesar 0,2 ppm sedangkan pada tumbuhan *P. stratiotes* menunjukkan nilai sebesar 0,488 ppm. Dari Tabel 6 diketahui bahwa nilai kandungan logam Cu dalam air setelah fitoremediasi pada tumbuhan *S. molesta* lebih rendah dibandingkan pada tumbuhan *P. stratiotes*. Pada air setelah proses fitoremediasi menunjukkan nilai Cu yaitu 0,074 ppm, 0,2 ppm, 0,1 ppm dan 0,488 ppm yang semuanya masih berada dibawah ambang batas baku mutu air sehingga air tersebut dapat dipergunakan. Berdasarkan ANOVA kandungan logam berat Cu pada air setelah fitoremediasi menunjukkan perbedaan secara nyata.

**Table 5.** Perubahan biomassa dan laju penyerapan tumbuhan akuatik terhadap Cu

Jenis tumbuhan akuatik	Konsentrasi Cu	Berat basah (g)	Berat kering (g)	Kandungan Cu (mg/kg)	Laju penyerapan (mg/kg/hari)
<i>Salvinia molesta</i>	2 ppm	79,00	0,176	2,15	0,15
	5 ppm	77,67	0,078	2,28	0,16
<i>Pistia stratiotes</i>	2 ppm	78,67	0,065	2,16	0,15
	5 ppm	58,67	0,083	2,09	0,15

**Table 6.** Konsentrasi Cu dalam Air dan Akumulasi Cu dalam tumbuhan akuatik

Kode	Konsentrasi Cu di air				Akumulasi Cu di tumbuhan				Total Cu
	U1	U2	U3	Rerata	U1	U2	U3	Rerata	
T0K1	1,479	0,941	1,659	1,360	-	-	-	-	1,36
T0K2	2,824	4,332	4,424	3,860	-	-	-	-	3,86
T1K1	0,089	0,060	0,073	0,074	1,815	2,278	2,398	2,164	2,24
T1K2	0,190	0,193	0,218	0,200	2,862	2,437	1,575	2,291	2,49
T2K1	0,101	0,089	0,111	0,100	1,808	2,587	2,117	2,170	2,27
T2K2	0,544	0,427	0,494	0,488	1,909	2,762	1,649	2,106	2,59

Keterangan: T= tumbuhan; K= konsentrasi; U= ulangan

**Table 7.** Nilai kandungan logam berat Cu pada akar dan tajuk tumbuhan akuatik

Perlakuan	Cu pada tajuk	Cu pada akar	Cu pada tumbuhan	Faktor translokasi
T1K1	0,97	1,18	2,15	0,82
T1K2	1,02	1,26	2,28	0,81
T2K1	0,91	1,25	2,16	0,72
T2K2	0,92	1,17	2,09	0,78

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa *S. molesta* dan *P. stratiotes* mampu menyerap dan mengakumulasi logam Cu pada tajuk dan akar tumbuhan, seperti dalam Tabel 7. Pada *S. molesta* dengan konsentrasi 2 ppm (T1K1) mampu menyerap logam berat Cu sebesar 0,97 ppm pada tajuk dan 1,18 ppm pada akar. Pada *S. molesta* konsentrasi 5 ppm (T1K2) menunjukkan akumulasi logam berat tertinggi baik di akar maupun di daun yaitu sebesar 1,02 ppm dan 2,28 ppm. Hal ini dikarenakan pada perlakuan T1K2 memiliki konsentrasi Cu yang tinggi pada air dibanding perlakuan T1K1. Semakin tinggi konsentrasi logam berat pada air maka penyerapan logam berat oleh tumbuhan akan semakin tinggi pula. Menurut Indrasti et al. (2006), faktor-faktor yang mempengaruhi penyerapan logam berat salah satunya ialah konsentrasi logam berat, semakin tinggi konsentrasi logam, maka akan semakin banyak logam yang dapat diserap tumbuhan.

Sedangkan pada *P. stratiotes* konsentrasi 2 ppm (T2K1) mengakumulasi logam Cu pada tajuk dan akar sebesar 0,91 ppm dan 1,25 ppm dan pada konsentrasi 5 ppm adalah sebesar 0,92 ppm dan 1,17 ppm. Akumulasi logam Cu di akar lebih tinggi pada perlakuan T2K2 sedangkan pada akar lebih besar pada perlakuan T2K1 hal ini dikarenakan pada perlakuan T2K1 terlihat akar-akar tumbuhan banyak

yang lepas sehingga mempengaruhi penyerapan logam Cu oleh akar. Apabila dijumlahkan akumulasi logam pada akar dan tajuk terlihat bahwa pada konsentrasi 2 ppm yang paling banyak mengakumulasi Cu adalah *P. stratiotes*. Sedangkan konsentrasi 5 ppm yang paling tinggi mengakumulasi Cu adalah *S. molesta*. Hal ini dikarenakan pada *P. stratiotes* mengalami kerusakan baik di akar maupun di tajuknya. Berdasarkan hasil ANOVA menunjukkan bahwa kandungan logam berat Cu pada akar maupun tajuk menunjukkan perbedaan secara nyata.

## KESIMPULAN

Dalam RFT dengan konsentrasi logam Cu sebesar 3, 5, 10 dan 15 ppm. Diketahui *S. molesta* dapat bertahan hidup 100% hingga 15 ppm, sedangkan *P. stratiotes* hanya bertahan 70% pada 10 ppm. Dari hasil RFT tersebut, maka konsentrasi Cu yang digunakan adalah 2 dan 5 ppm, agar kedua jenis tersebut dapat berperan sebagai fitoremediator. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tumbuhan akuatik *P. stratiotes* efektif menurunkan logam berat Cu pada konsentrasi logam Cu sebesar 2 ppm. Sedangkan konsentrasi logam Cu sebesar 5 ppm pada tanaman akuatik *S. molesta* lebih efektif menurunkan logam berat Cu.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia atas kesempatannya, juga kepada mahasiswa sepenelitian (Anjar, Lia dan Sari) dan tenaga teknis (Mas Pur dan Mas Ngaderi) atas bantuannya dalam penelitian. Tak lupa pula pada skema In-Garden Riset KRP-LIPI.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baroroh F, Irawanto R. 2016. Seleksi Tumbuhan Akuatik Berpotensi Dalam Fitoremediasi Air Limbah Domestik di Kebun Raya Purwodadi. Prosiding Seminar Nasional Biologi Universitas Negeri Malang, Malang
- Dipu S, Anju A, Kumar V, Thanga SG. 2010. Phytoremediation of Dairy Effluent by Constructed Wetland Technology Using Wetland Macrophytes. *Global Journal of Environmental Research* 4 (2): 90-100.
- Donaldson S, Dawn R. 2003. Identification and Management of Giant Salvinia (*Salvinia molesta*). University of Nevada Cooperative Extension fact sheet 02-69
- Indrasti NS, Bahaudin, Suprihatin, Novita A. 2006. Penyerapan logam Pb dan Cd oleh eceng gondok: pengaruh konsentrasi logam dan lama waktu kontak. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 16 (1): 44-50.
- Irawanto R. 2009. Inventarisasi Koleksi Tanaman Air Berpotensi WWG di Kebun Raya Purwodadi. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Lingkungan IV – ITS Surabaya: 228-238.
- Irawanto R. 2010. Fitoremediasi lingkungan dalam Taman Bali. *Jurnal Lokal Wisdom* 2 (4): 29-35.
- Irawanto R. 2013. Pemetaan Hidrofit dan Potensi Fitoremediator Koleksi Kebun Raya Purwodadi. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah – ITS. Surabaya: G11-G20.
- Kusumawardani Y, Irawanto R. 2013. Study of Plants Selection in Wastewater Garden for Domestic Wastewater Treatment. Prosiding International Conference of Basic Science, Universitas Brawijaya, Malang.
- Laksono RA. 2008. Analisis Spasial Kerapatan Koleksi di Kebun Raya Purwodadi. Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas II Biologi Universitas Airlangga, Surabaya.
- Lestari W, Matrani, Sulasmi, Trimanto, Fauziah, Fiqo AP. 2012. An Alphabetical List of Plant Species Cultivated in Purwodadi Botanic Garden. Purwodadi Botanic Garden. Pasuruan.
- Mangkoedihardjo S, Ganjar S. 2010. Fitoteknologi Terapan. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Nurfitri A, Rachmatiah I. 2010. Pengaruh kerapatan tanaman kiapu (*Pistia stratiotes* L) terhadap serapan logam Cu pada air. *Jurnal Teknik Lingkungan* 16 (1): 42-51.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air.
- Putranto TT. 2011. Pencemaran logam berat merkuri (Hg) pada air tanah. *Jurnal Teknik* 32 (1): 62-71.
- Raras DP, Y B, Alimuddin. 2015. Analisis Kandungan Ion Logam Berat (Fe, Cd, Cu dan Pb) pada Tanaman Apu-Apu (*Pistia stratiotes*) dengan Menggunakan Variasi Waktu. Prosiding Seminar Tugas Akhir FMIPA. Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Rondonuwu SB. 2014. Fitoremediasi limbah merkuri menggunakan tanaman dan sistem reaktor. *Jurnal Ilmiah Sains* 14 (1): 52-59.
- Rosidah S, Anggraito YU, Pukan KK. 2014. Uji toleransi tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) terhadap cekaman kadmium (Cd), Timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada kultur cair. *Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam* 37 (1): 7-15.
- Sekarwat N, Bardi M, Sunarto. 2015. Dampak logam berat Cu (tembaga) dan Ag (perak) pada limbah cair industri perak terhadap kualitas air sumur dan kesehatan masyarakat serta upaya pengendaliannya di Kota Gede Yogyakarta. *Jurnal Ekosains* 7 (1): 64-76.
- Sidauruk L, Patricius S. 2015. Fitoremediasi lahan tercemar di kawasan industri medan dengan tanaman hias. *Jurnal Pertanian Tropik* 2 (2): 178-186.
- Soegiarto KA. 2001. Kebun Raya Purwodadi: 30 Januari 1941- 30 Januari 2001. Kebun Raya Purwodadi. Pasuruan.
- Supriyantini E, Nirwani S. 2015. Kandungan logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada akar dan buah mangrove *Avicennia marina* di Perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis* 18 (2): 98-106.
- Tanaka N, Ng WJ, Jinadasa KBSN. 2011. Wetlands For Tropical Applications: Wastewater Treatment by Constructed Wetlands. Imperial College Press. London.
- Tjahaja PI, Suhulman, Sukmabuana P, Ruchija. 2006. Fitoremediasi Lingkungan Perairan Tawar: Penyerapan Radiosesium oleh Kiambang (*Salvinia molesta*). *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia* 7 (1): 83-95.
- Vesely T, Neuberger M, Trakal L, Szakova J, Tlustoa P. 2012. Water lettuce *Pistia stratiotes* L. response to lead toxicity. *Water Air Soil Poll* 223 (4): 1847-1859.
- Yuliani DE, Saibun S, Teguh W. 2013. Analisis kemampuan kiambang (*Salvinia molesta*) untuk menurunkan konsentrasi ion logam Cu (II) pada media tumbuh air. *Jurnal Kimia Mulawarman* 10 (2): 68-73.