

ANALISIS KEMAMPUAN KIAMBANG (*Salvinia molesta*) UNTUK MENURUNKAN KONSENTRASI ION LOGAM Cu (II) PADA MEDIA TUMBUH AIR

ANALYSIS OF *Salvinia molesta* CAPABILITY FOR REDUCING Cu (II) CONCENTRATION IN WATER MEDIUM

Dewi Eka Yuliani, Saibun Sitorus dan Teguh Wirawan

Program Studi Kimia FMIPA Universitas Mulawarman
Jalan Barong Tongkok No. 4 Kampus Gunung Kelua Samarinda, 75123

ABSTRACT

This research was purposed to know about the water lettuce (*Salvinia molesta*) absorption ability for metal Cu (II) ion and the influence of plant sum variation and its contact time. The simulation is done by planting the water lettuce (*Salvinia molesta*) at water media as a growing place which prepared in 5 place that each be volumed by 5 l the plant of Cu solution as 20 mg/L. Then, the water lettuce (*Salvinia molesta*) also be volumed as 0 (blank), 10, 15, 20 and 25 as its variation. Then, this research also varied its contact time as 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 and 21 days. The concentration of metal Cu (II) ion in plant media was analyzed with Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The research showed that the water lettuce (*Salvinia molesta*) was capable to absorb the metal Cu (II) ion with the optimal absorption happened at the 9th day in 15 plants sum of variation, with total percentage of the metal Cu (II) is absorbed to 81.68 %.

Keyword: Water lettuce (*Salvinia molesta*), Cu (II), metal, water

A. PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan pada saat ini telah menimbulkan masalah yang serius seiring dengan meningkatnya peradaban manusia serta kemajuan teknologi akibat limbah yang dihasilkan. Salah satu pencemaran yang diakibatkan oleh pembuangan limbah industri yang berbahaya, yaitu pencemaran oleh logam berat tembaga (Cu). Tembaga (Cu) merupakan logam berat yang sangat beracun dalam konsentrasi tinggi. Tembaga yang masuk ke perairan merupakan hasil pembuangan dari kegiatan industri yang menggunakan logam berat tersebut sebagai bahan baku maupun hasil samping dari kegiatan industri yang terjadi. Kadar tembaga yang tinggi dapat mempengaruhi aspek ekologis dan biologis dalam perairan, jika terakumulasi dalam tubuh biota laut melalui rantai makanan akhirnya akan sampai pada manusia.

Mengingat dampak negatif yang ditimbulkan oleh logam tembaga dalam kadar yang tinggi bagi makhluk hidup dan lingkungan, maka keberadaan logam tersebut sebagai pencemar di lingkungan perlu diminimalkan bahkan dihilangkan. Berkaitan dengan hal tersebut, diperlukan suatu teknologi alternatif untuk pengolahan air limbah industri guna mengatasi mahalnya biaya operasional, disamping pengolahan limbah yang selama ini telah dilakukan secara luas. Telah banyak penelitian dilaksanakan untuk mencari suatu solusi yang murah namun efektif dalam usaha mengatasi masalah tersebut. Cara yang dianggap tepat untuk menurunkan kadar ion-ion logam berat (tembaga) dari larutan yaitu salah satunya dengan pemanfaatan tanaman sebagai penyerap logam.

Dengan banyaknya kemungkinan terjadi pencemaran oleh logam berat tembaga di perairan Kalimantan Timur, maka perlu dilakukan penelitian, khususnya dalam pemanfaatan tanaman air sebagai akumulator ion tembaga. Karena sebelumnya telah dilakukan penelitian serupa untuk penurunan kadar ion tembaga dalam perairan menggunakan tanaman hydrilla (*Hydrilla verticillata*), kangkung (*Ipomoea aquatic Forsk*) dan apu-apu (*Pistia stratiotes L*). Berdasarkan hal tersebut diatas maka dilakukan penelitian lebih lanjut dengan memanfaatkan tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) yang digunakan untuk menurunkan kadar ion tembaga yang terdapat dalam perairan.

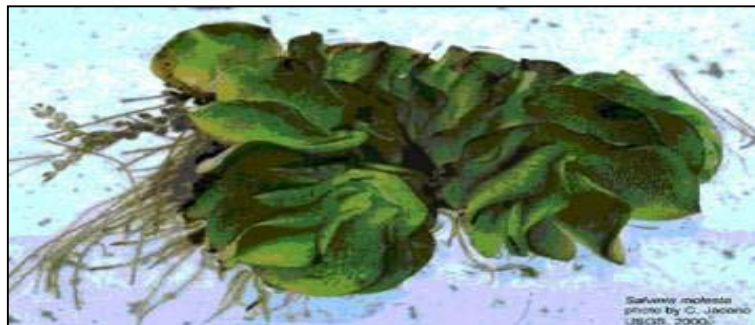
Kiambang adalah tumbuhan air yang melayang bebas di permukaan air dan mempunyai kecepatan tumbuh yang sangat cepat dalam kondisi yang memungkinkan. Karena sifat pertumbuhannya yang cepat, jumlah tanaman kiambang sangat melimpah dilingkungan perairan tanpa pemanfaatan secara optimal [2]. Selain itu, tanaman ini juga memiliki diameter daun yang relatif kecil tetapi memiliki perakaran yang lebat dan panjang, sehingga diharapkan dapat menyerap logam berat namun tidak menghalangi penetrasi cahaya ke dalam perairan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu solusi alternatif atas pencemaran logam berat yang selama ini menjadi permasalahan di perairan maupun pada air limbah.

1.1. Karakteristik Kiambang (*Salvinia molesta*)

Tanaman kiambang (yang berasal dari kata *ki*: pohon, tumbuhan dan kata *ambang*: mengapung) merupakan nama umum bagi tumbuhan paku air dari genus *Salvinia*. Tumbuhan ini biasa ditemukan

mengapung di air menggenang, seperti kolam, sawah dan danau, atau di sungai yang mengalir tenang [5]. Tanaman ini merupakan gulma air yang memiliki karakteristik laju biaknya sangat cepat dengan sifat adaptasi yang tinggi di berbagai kondisi lingkungan, terutama pada air buangan aktivitas industri, limbah domestik, limbah pertanian dan kehutanan [10]. Pertumbuhan tanaman kiambang

dipengaruhi oleh ruang tumbuh, makin sempit ruang tumbuhnya maka pertumbuhannya akan makin lambat dan sebaliknya. Disamping itu, pertumbuhannya juga dipengaruhi oleh kedalaman air, kandungan hara air, intensitas penyinaran, suhu dan pH air tempat tumbuhnya. [2].



Gambar 1. Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*) [6].

Dalam tata nama atau sistematika (taksonomi) tumbuh-tumbuhan, tanaman kiambang dimasukkan ke dalam klasifikasi berikut :

Kingdom : Plantae
Subkingdom : Tracheobionta
Divisi : Pteridophyta
Kelas : Filicopsida
Ordo : Hydropteridales
Familia : Salviniaceae
Genus : *Salvinia* Seg.
Spesies : *Salvinia molesta* Mitchell

1.2. Absorpsi Logam Berat Pada Organisme

Logam-logam berat umumnya memiliki daya racun yang mematikan terhadap organisme pada kondisi yang berbeda-beda. Logam berat diperairan akan mengalami tiga proses yaitu pengendapan (presipitasi), adsorpsi (ikatan) dan absorpsi (penyerapan) oleh organisme-organisme perairan. Sebagian besar sifat logam berat adalah memiliki daya larut yang tinggi sehingga dapat membahayakan organisme perairan. Beberapa organisme mempunyai kemampuan untuk mengontrol jumlah toksik dalam tubuh mereka melalui proses pengeluaran, sementara organisme lain tidak mampu. Organisme yang tidak mampu tersebut akan mengakumulasi bahan pencemar dan jaringan mereka guna menunjukkan indikasi adanya bahan pencemar [12].

1.3. Mekanisme Serapan Unsur Hara Melalui Akar

Unsur hara yang diserap oleh akar tanaman dari larutan tanah dalam bentuk ion, baik kation maupun anion. Proses masuknya unsur hara dari larutan tanah

yang mengandung ion-ion ke dalam akar tanaman disebut serapan ion. Akar yang tumbuh di dalam pori-pori tanah melakukan kontak yang intim dengan ion di dalam larutan tanah pada kompleks pertukaran atau kompleks jerapan tanah. Dalam keadaan seperti itu pengambilan ion terjadi dengan cara pertukaran kation. Pada tanaman tingkat tinggi, unsur hara yang terdapat di dalam larutan tanah diserap oleh akar sebagian besar melalui rambut akar [1].

Penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan dibagi menjadi tiga proses, yaitu penyerapan logam oleh akar, translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan lain dan lokalisasi logam pada bagian jaringan tertentu untuk menjaga agar tidak menghambat metabolisme tumbuhan tersebut [9].

1.4. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Instrumen yang digunakan untuk menganalisa kadar ion logam Cu (II) pada tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) dan media tumbuh air dalam penelitian ini adalah Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Prinsip dasar Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) adalah interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan sampel. Spektrofotometri serapan atom merupakan metode yang sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah. Teknik ini adalah teknik yang paling umum dipakai untuk analisis unsur. Teknik-teknik ini didasarkan pada emisi dan absorpsi dari uap atom. Komponen kunci pada metode spektrofotometri serapan atom adalah sistem (alat) yang dipakai untuk menghasilkan uap atom dalam sampel [7].

B. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Alat dan Bahan

Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), bak fiber, neraca analitik, labu ukur, erlenmeyer, gelas kimia, corong kaca, pipet tetes, pipet volume, bola hisap, batang pengaduk, oven, cawan porselen, *hot plate*, tanur (*furnace*), spatula, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, HNO_3 pekat (65%, B_j =

1,41 kg/L), kertas saring Whatman 41, aquadest, aluminium foil dan kertas label.

2.2. Preparasi Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sejumlah tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) yang berwarna hijau dan berukuran 8-10 cm serta masing-masing 5 L air waduk sebagai habitat awal

tanaman kiambang tersebut yang ditumbuhkan dalam 5 buah bak berdiameter 60 cm.

2.3. Aklimatisasi Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*)

Sampel kiambang (*Salvinia molesta*) diaklimatisasi selama 1 minggu dalam kolam air, dengan media tumbuh air waduk yang diambil dari tempat asal kiambang tersebut.

2.4. Pembuatan Media Tumbuh

Pembuatan media tanam dilakukan dengan menyiapkan 5 buah bak berdiameter 60 cm dan sampel air waduk. Media tanam yang digunakan disini adalah 5 L larutan Cu dengan konsentrasi 20 mg/L, yang dibuat dengan cara mencampurkan 4900 ml air waduk dengan 100 mL larutan induk Cu 100 mg/L. Selanjutnya masing-masing bak diisi dengan tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) dengan variasi sebagai berikut:

Bak ke-	Jumlah tanaman yang ditumbuhkan
1	0 tanaman
2	10 tanaman
3	15 tanaman
4	20 tanaman
5	25 tanaman

2.5. Analisa Kadar Ion Logam Cu (II) pada Media Tumbuh Air

Sebanyak 50 ml sampel air yang telah diambil dari masing-masing bak disaring kemudian dilakukan proses destruksi dengan menambahkan 5 mL HNO_{3(p)} lalu dipanaskan diatas *hotplate* hingga larutan menjadi jernih dan keluar asap putih. Setelah didinginkan sampel dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL dan diencerkan hingga tanda batas untuk selanjutnya dianalisa konsentrasi Cu dalam media tumbuh dengan SSA pada panjang gelombang 324,8 nm.

2.6. Analisa Kadar Ion Logam Cu (II) pada Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*)

Sampel tanaman kiambang yang telah diambil dari masing-masing bak dicuci terlebih dahulu dan dipotong kecil-kecil. Sebanyak 10 g sampel kiambang dikeringkan

pada suhu 103°C untuk menghilangkan kadar airnya. Selanjutnya di *furnace* hingga suhu 700°C, abu yang dihasilkan kemudian dilakukan proses destruksi dengan melarutkan abu sampel dengan HNO_{3(p)} lalu dipanaskan di atas *hotplate*. Hasil destruksi disaring dan filtratnya dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL lalu diencerkan hingga tanda batas untuk selanjutnya dianalisa konsentrasi Cu dalam media tumbuh dengan SSA pada panjang gelombang 324,8 nm.

2.7. Perhitungan Konsentrasi Cu

Perhitungan konsentrasi ion logam Cu (II) dalam sampel dilakukan pada kiambang (*Salvinia molesta*), perhitungan tersebut menggunakan kurva kalibrasi atau persamaan garis lurus. Setelah didapat nilai konsentrasi Cu (hasil dari kurva kalibrasi) maka dihitung konsentrasi Cu dengan rumus:

$$C \text{ (mg/kg)} = \frac{V \text{ (L)} \times c \text{ (mg/L)}}{m \text{ (kg)}}$$

Dimana, C = Konsentrasi Cu per berat basah sampel (mg/kg)

V = Volume pengenceran akhir (L)

c = Konsentrasi Cu (hasil dari kurva kalibrasi) (mg/L)

m = Berat sampel (kg)

2.8. Uji ANOVA

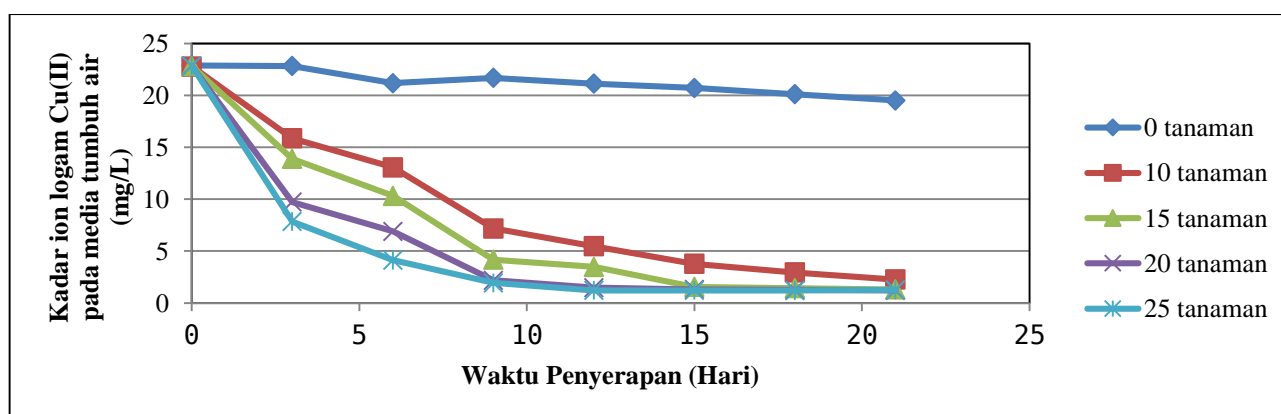
Selain perhitungan konsentrasi ion logam Cu (II) menggunakan kurva kalibrasi, pengolahan data dilakukan pula dengan teknik analisis data berupa uji ANOVA. Uji ANOVA (*Analysis of Variance*) atau analisis sidik ragam adalah suatu metode untuk menguraikan keragaman total data menjadi komponen-komponen yang mengukur berbagai sumber keragaman [11]. Dalam penelitian ini digunakan 2 variabel, yaitu variasi jumlah tanaman dan variasi waktu penyerapan, sehingga digunakan uji ANOVA yang dapat menguji hipotesis dengan 2 variabel atau lebih.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kadar Ion Logam Cu (II) Tersisa pada Media Tumbuh Air

Analisis dilakukan pada masing-masing media tumbuh yang memiliki variasi jumlah tanaman (0, 10, 15,

20 dan 25 tanaman) dalam selang 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 dan 21 hari setelah proses aklimatisasi. Hasil analisis dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



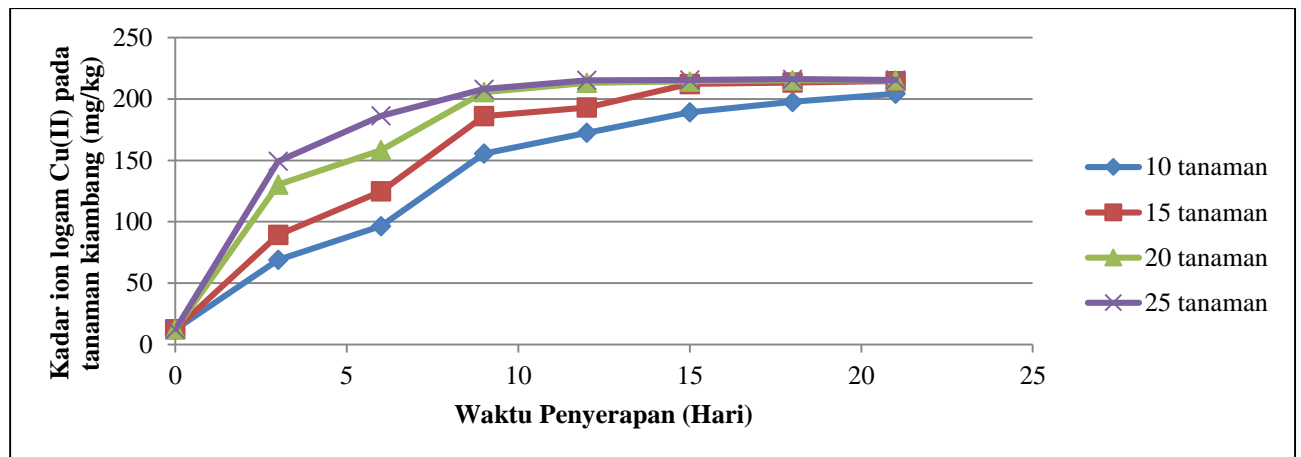
Gambar 2. Grafik penurunan kadar ion logam Cu (II) tersisa dalam media tumbuh air setelah penanaman.

Pada analisis kadar awal ion tembaga dalam media tumbuh hari ke-0 diperoleh kadar ion logam Cu (II) untuk tiap bak adalah sebesar 22,8788; 22,7694; 22,8267; 22,8143 dan 22,8363 mg/L, selanjutnya terus mengalami penurunan kadar ion logam Cu (II) pada hari ke-3 hingga hari ke-21 tersisa 19,5051; 2,2621; 1,3142; 1,2136; dan 1,2636. Hal ini menunjukkan bahwa adanya tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) pada tiap bak dapat menurunkan konsentrasi ion logam Cu (II) pada media tumbuh.

3.2. Kadar Ion Logam Cu (II) Terserap pada Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*)

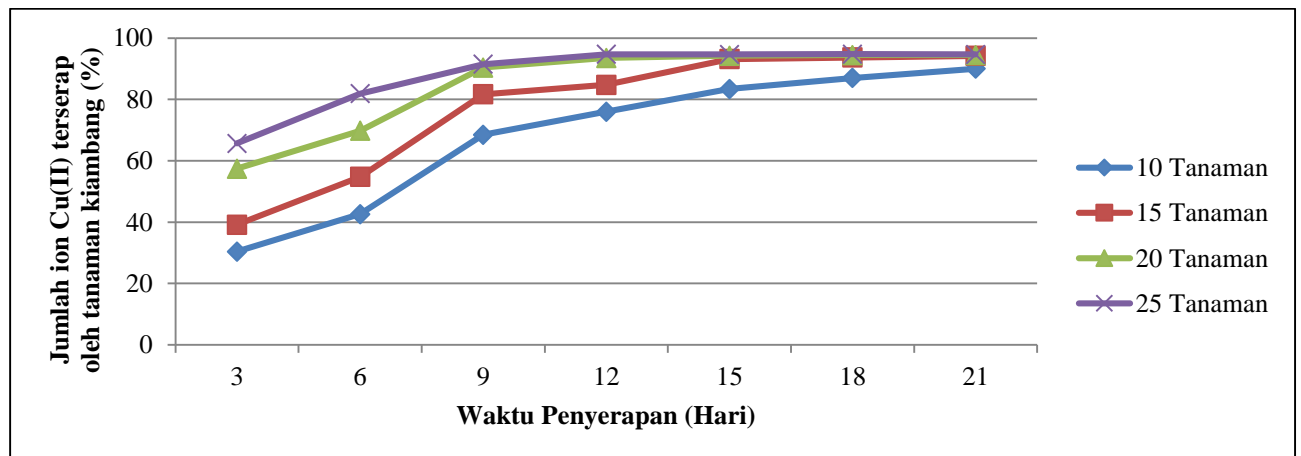
Selain analisis terhadap air sebagai media tumbuh kiambang (*Salvinia molesta*), dilakukan juga analisis terhadap tanaman kiambang (*Salvinia molesta*). Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kadar ion logam Cu (II) dapat terserap oleh kiambang (*Salvinia molesta*). Analisis juga dilakukan pada hari ke-0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 dan 21, bersamaan dengan analisis yang dilakukan terhadap air media tumbuh).

Hasil analisis yang telah dilakukan terhadap kadar ion logam Cu (II) dalam tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Gambar 3. Grafik kenaikan kadar ion logam Cu (II) terserap dalam tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) setelah penanaman.

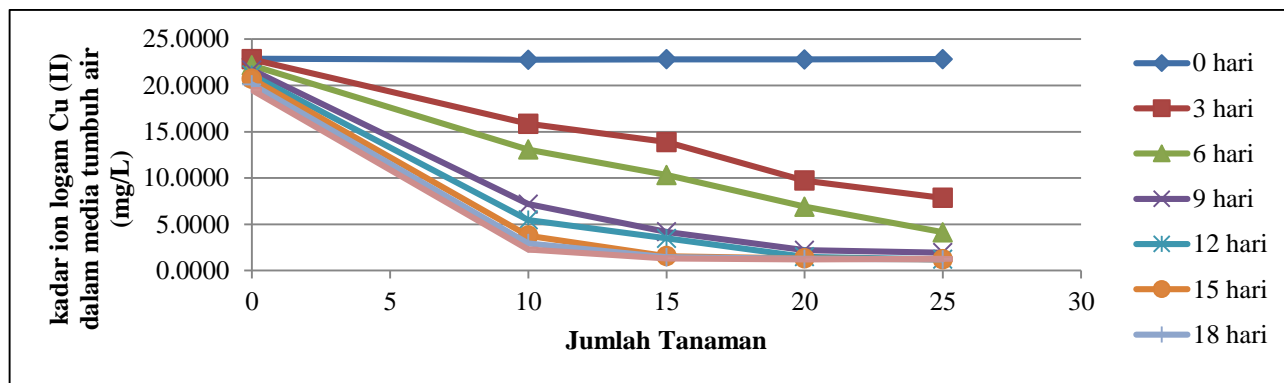
Profil kurva kenaikan kadar ion logam Cu (II) pada setiap perlakuan memperlihatkan kecenderungan yang sama yaitu meningkatnya kadar penyerapan hingga hari ke-21. Hal ini juga dibuktikan dari persentase total penyerapan ion logam Cu (II) terakumulasi dari hari ke-0 hingga hari ke-21 yang semakin meningkat. Dari tabel 4 dibawah ini juga dapat dilihat bahwa hingga hari ke-21, tanaman kiambang dapat menyerap ion logam Cu (II) dengan total persentase 90,02 pada bak 2 (10 tanaman), 94,21 pada bak 3 (15 tanaman), 94,46 pada bak 4 (20 tanaman) dan 94,68 pada bak 5 (25 tanaman).



Gambar 4. Grafik total akumulasi ion Cu (II) terserap oleh tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) (%)

Hal ini menunjukkan bahwa kadar ion logam Cu (II) yang hilang pada media tumbuh air terserap oleh tanaman, yang menyebabkan kadar ion logam Cu (II) pada kiambang (*Salvinia molesta*) meningkat. Ini

membuktikan bahwa tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) telah berperan dalam menyerap ion logam Cu (II) yang berada pada media tumbuh.



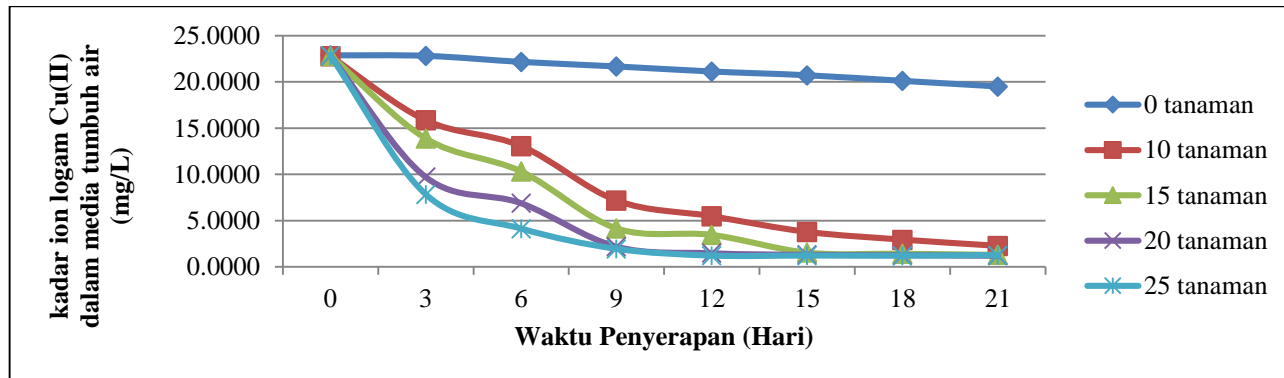
Gambar 5. Grafik pengaruh variasi jumlah tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) terhadap penurunan konsentrasi ion logam Cu (II) dalam media tumbuh.

3.3. Pengaruh Variasi Jumlah Tanaman Terhadap Kadar Ion Logam Cu (II) Tersisa pada Media Tumbuh Air

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah tanaman yang digunakan, maka konsentrasi ion logam Cu (II) dalam tiap bak selang hari ke-0 hingga hari ke-21 mengalami penurunan.

Hal ini dikarenakan proses penyerapan logam Cu (II) oleh tanaman kiambang telah berlangsung, sebagaimana diketahui secara garis besar bahwa semakin banyak jumlah tanaman pada bak maka semakin meningkat pula kemampuan tanaman kiambang tersebut untuk menyerap logam Cu (II).

Jumlah tanaman optimum pada penelitian ini adalah 25 tanaman. Adanya pengaruh variasi jumlah tanaman terhadap kemampuan tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) menyerap ion logam Cu (II) ini secara langsung dipengaruhi oleh banyaknya akar yang berinteraksi dengan ion logam Cu (II) di dalam media tumbuh. Akar yang tumbuh di dalam media tanam melakukan kontak yang intim dengan ion (termasuk ion tembaga) di dalam larutan media tanam pada kompleks pertukaran atau kompleks serapan [1]. Translokasi unsur hara tanaman merupakan proses yang terjadi terus-menerus, dari akar ke bagian tanaman atau bagian yang sedang tumbuh, kemudian ke bagian produksi [4].



Gambar 6. Grafik pengaruh variasi waktu penyerapan tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) terhadap penurunan konsentrasi ion logam Cu (II) dalam media tumbuh

3.4. Pengaruh Variasi Waktu Penyerapan Terhadap Kadar Ion Logam Cu (II) Tersisa pada Media Tumbuh Air

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa semakin lama waktu penyerapan antara tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) dengan media tumbuh, maka kadar ion logam Cu (II) yang terserap semakin besar disetiap variasi jumlah tanaman, akibatnya kadar ion tersisa dalam air mengalami penurunan. Adanya batas maksimal penyerapan unsur hara (ion tembaga) oleh tanaman dapat dilihat pada grafik 6 di atas. Dimulai hari ke-0 hingga 9 terjadi penurunan konsentrasi ion logam Cu (II) yang cukup drastis, lalu setelah hari ke-9 hingga 12 penyerapan semakin kecil dibandingkan hari-hari sebelumnya walaupun masih terjadi penyerapan. Selanjutnya setelah melewati hari ke-15 daya serap

tanaman cenderung konstan karena telah mencapai daya serap maksimalnya.

Setiap tanaman memiliki kemampuan yang berbeda-beda untuk menyerap dan mentranslokasikan ion-ion logam tersebut. Setiap tanaman dapat melakukan lokalisasi logam pada jaringan untuk mencegah peracunan logam terhadap sel, maka tanaman akan melakukan detoksifikasi, misalnya menimbun logam kedalam organ tertentu seperti akar ataupun daun [8]. Jadi pada masing-masing tanaman memiliki batas maksimal penyerapan unsur-unsur hara yang berbeda, sehingga ketika daya serap tanaman terhadap unsur hara telah mencapai batas maksimal, seberapa banyak pun unsur hara (ion logam) yang ada didalam media tanam, maka tanaman tidak akan menyerap lagi unsur hara tersebut [1].

3.5. Kemampuan kiambang (*Salvinia molesta*) sebagai penyerap ion logam Cu (II)

Dari grafik 4 yang sudah dilampirkan di atas, dapat dilihat bahwa hingga hari ke-21, tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) dapat menyerap ion logam Cu (II) dengan total akumulasi hingga 90,02% – 94,68% pada masing-masing media tumbuh air. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi proses transportasi dan akumulasi logam Cu bersama-sama dengan proses transport nutrisi lainnya.

Tumbuhan memperoleh bahan-bahan yang diperlukan untuk pertumbuhan melalui akar dengan menyerap air dari lingkungan sekitarnya secara osmosis. Akar juga menyerap mineral dari lingkungan sekitarnya bersamaan dengan penyerapan air. Pengangkutan air dan garam-garam mineral dilakukan melalui penyerapan oleh sel-sel akar. Setelah melewati sel-sel akar, yang terlarut akan masuk ke pembuluh kayu (*xylem*) dan selanjutnya terjadi pengangkutan secara vertikal dari akar menuju batang sampai ke daun, kemudian dibawa keseluruhan bagian tumbuhan oleh jaringan tanaman yaitu *floem* [3].

D. KESIMPULAN

1. Tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) memiliki kemampuan menyerap ion logam Cu (II) dalam air, sehingga dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi ion logam Cu (II) baik dalam perairan maupun air limbah.
2. Semakin banyak jumlah tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) yang digunakan dalam media tumbuh, maka semakin besar pula konsentrasi ion logam Cu (II) yang terserap melalui akar tanaman tersebut.

Akibatnya, konsentrasi ion logam Cu (II) tersisa dalam tiap bak mengalami penurunan.

3. Semakin lama waktu penyerapan antara tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) dengan air sebagai media tumbuhnya, maka konsentrasi ion logam Cu (II) yang dapat terserap oleh tanaman juga semakin besar. Akibatnya, konsentrasi ion logam Cu (II) tersisa dalam tiap bak mengalami penurunan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Agustina, L. 2004. *Dasar Nutrisi Tanaman*. Jakarta: Rineka Cipta.
2. Bondane, R. 2009. *Karakteristik Morfologi dan Botani Beberapa Jenis Gulma*. <http://www.scribd.com/doc/30066681/Tugas-Akhir-Semester-2-Klasifikasi-Gulma-2>, 17 Juli 2011.
3. Cleon, W & Frank, B. 1995. *Fisiologi tumbuhan Jilid 1*. Bandung: ITB.
4. Hanafiah, K.A. 2005. *Dasar-dasar Ilmu Tanah Edisi 1*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
5. <http://id.wikipedia.org/wiki/Kiambang>, 2 Juli 2011.
6. http://salvinia.er.usgs.gov/whl_pltflt_cr_opt.jpg, 2 Juli 2011.
7. Khopkar, S. M. 2003. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: Universitas Indonesia.
8. Nda. 2002. *Menyerap Logam Berat dengan Tanaman Air*. Jakarta. www.mediaindo.co.id, 17 Maret 2012.
9. Priyanto, B dan Prayitno, J. 2002. *Fitoremediasi Sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam Berat*. <http://liti.bppt.tripod.com/sublab/lflora.htm>, 20 Juni 2011.
10. Salman, 2011. *Masalah Gulma dan Pengendaliannya Pada Perairan*. http://2011/04/masalah-gulma-dan-pengendalian-pada_07.htm, 25 Juni 2011.
11. Sudjana. 2002. *Metoda Statistika*. Bandung: Tarsito.
12. Supriadi. 2009. *Kandungan Logam Berat Pb dan Cu Pada Air, Sedimen, Lamun (*Enhalus acoroides*) dan Mangrove (*Rhizophora mucronata*) di Perairan Pesisir Bontang*. Tesis. Samarinda: Ilmu Lingkungan.