



FITOAKUMULASI MERKURI OLEH AKAR TANAMAN BAYAM DURI (*AMARANTUS SPINOSUS* LINN) PADA TANAH TERCEMAR

Sopyan¹⁾ Rismawati Sikanna²⁾ Ni Ketut Sumarni^{3*)}

¹⁾Jurusan Kimia Fakultas MIPA, Universitas Tadulako

²⁾Lab. Kimia Analitik Fakultas MIPA, Universitas Tadulako

³⁾Lab. Kimia Fisik dan Anorganik Fakultas MIPA, Universitas Tadulako

ABSTRACT

The studies entitled Fitoakumulasi Mercury By Root Crops Spinach Thorns (*Amarantus spinosus* Linn) In Contaminated Soil has been done with the purpose of remediation time know effect on the ability of plant roots to absorb mercury thorn spinach and determine the maximum concentration of mercury that accumulates in the roots of spinach plants thorns in the remediation time . The method used in this study is defined as phytoremediation technology recovery , cleanup , removal or reduction of contaminants in soil or water by using the help of plants . Time remediation consists of 4 stages 7 , 14 , 21 and 42 days . While planting media concentration is 25 ppm , 50 ppm , 75 ppm and 100 ppm . The maximum concentration of adsorbed on the roots of spinach plants thorns is 0 , the dry weight of roots harvested at a institusen empire with a concentration of 100 ppm , the remediation time is day 14 (P2) . And the ability of the roots to absorb mercury remediation significantly different with respect to time .

Keywords : *Phytoremediation, Mercury Metal, Plant spinach, remediation time, and Mercury concentration in growing media .*

ABSTRAK

Penelitian yang berjudul Fitoakumulasi Merkuri Oleh Akar Tanaman Bayam Duri (*Amarantus spinosus* Linn) Pada Tanah Tercemar telah dilakukan dengan tujuan mengetahui pengaruh waktu remediasi terhadap kemampuan akar tanaman bayam duri dalam menyerap merkuri dan mengetahui konsentrasi merkuri yang terakumulasi maksimum pada akar tanaman bayam duri pada waktu remediasi. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah fitoremediasi yang didefinisikan sebagai teknologi pemulihan, pembersihan, penghilangan atau pengurangan zat pencemar dalam tanah atau air dengan menggunakan bantuan tanaman. Waktu remediasi terdiri atas 4 tahap yaitu 7, 14, 21 dan 42 hari. Sedangkan konsentrasi media penanaman yaitu 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm dan 100 ppm. Konsentrasi maksimum yang terserap pada akar tanaman bayam duri adalah 0,4625 g/mg berat kering akar yang dipanen pada media tanam dengan konsentrasi 100 ppm, pada waktu remediasi yaitu hari ke 14 (P2). Serta kemampuan akar dalam menyerap merkuri berbeda nyata terhadap waktu remediasi.

Kata kunci: *Fitoremediasi, Logam Merkuri, Tanaman bayam duri, Waktu remediasi, dan Konsentrasi media tanam.*

I. LATAR BELAKANG

Pembuangan limbah ke tanah juga tidak dapat dihindarkan bahkan sampai melebihi kemampuan tanah dalam menetralkan logam yang dapat mengakibatkan pencemaran tanah, karena tanah merupakan bagian dari siklus logam berat. Secara umum logam-logam tersebut berada di lingkungan karena adanya proses alam atau akibat aktivitas manusia. Jenis logam berat yang berpotensi merusak lingkungan hidup yaitu limbah logam berat yang termasuk dalam Bahan Beracun Berbahaya (B3) seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), merkuri (Hg) atau arsen (As) (Miskiyah dkk, 2007).

Oleh karena itu, perlu dilakukan tindakan penanganan limbah logam berat pada lahan tercemar secara fisik atau kimia. Salah satunya adalah tindakan remediasi karena mudah, murah dan efisien. Metode remediasi yang dapat digunakan adalah fitoremediasi (Ludang dkk, 2008).

II. METODOLOGI PENELITIAN

Tanah sebagai media penanaman, Bibit Tanaman bayam duri (*A. spinosus* Linn), HgCl₂, Pupuk (TSP, KCl dan urea). Metode yang digunakan:

Penelitian dilakukan dengan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 2 faktor, waktu remediasi dan

konsentrasi merkuri pada media penanaman. Variabel penelitian meliputi:

1. Variabel bebas (*independent variable*). Pada penelitian ada 2, yaitu waktu remediasi tanaman bayam duri dan konsentrasi merkuri dalam media penanaman.
2. Sedangkan variabel terikat (*dependent variable*) adalah konsentrasi merkuri (Hg) pada akar tanaman bayam duri.

Masing-masing perlakuan 2 kali pengulangan sehingga jumlah unit perlakuan untuk variasi waktu remediasi adalah $2 \times 4 = 8$ unit. Faktor ini disimbolkan (P) yang terdiri dari 4 waktu remediasi, P₁(7 hari), P₂ (14 hari), P₃ (21 hari) dan P₄ (42 hari). Sedangkan variasi konsentrasi juga terdiri dari 8 unit perlakuan dan diberi simbol (C). Variasi konsentrasi merkuri pada media penanaman diantaranya: 25 ppm (C₁), 50 ppm (C₂), 75 ppm (C₃) dan 100 ppm (C₄) merkuri.

Penyiapan Media Tanam, Penanaman, Pemanenan dan Pengeringan Tanaman bayam duri (Hanafiah, 2010)

a. Pembuatan media tanam

Seyawa yang digunakan untuk mencemari media tanam adalah HgCl₂, konsentrasi yang digunakan berturut-turut

25 ppm, 50 ppm, 75 ppm, dan 100 ppm. Konsentrasi larutan tersebut dibuat berturut-turut dengan menimbang, sebanyak 0,0678 ; 0,1354 ; 0,2031 dan 0,2708 gram HgCl_2 , untuk pembuatan media tanam dengan konsentrasi 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm dan 100 ppm. Garam-garam tersebut dilarutkan dalam 100 ml air dan dikocok hingga larut. Selanjutnya masing- masing pot perlakuan yang sudah terisi tanah disiram larutan merkuri pada permukaan tanah tersebut. Tanah tampak kering (\pm 24 jam), tanah sebanyak 2 Kg tersebut diaduk secara merata dan dibiarkan selama 2 minggu hingga menghasilkan tanah yang tercemar merkuri. Setelah penghomogenan selesai, tanah-tanah tersebut ditaburi Pupuk (urea 1 g, TSP 0,5 g dan KCl 0,5 g) dan dibiarkan selama 2 hari sebelum penanaman.

b. Penanaman dan pemeliharaan tanaman bayam duri

Biji bayam duri (*Amarantus spinosus linn*) direndam terlebih dahulu dengan air selama 4 jam kemudian ditanam di tempat semai, selanjutnya disiram setiap hari agar tumbuh. Setelah bibit tanaman bayam duri mencapai tinggi kira-kira 3 – 4 cm (dengan daun 3 – 4 helai) kurang lebih 10 hari. Bibit tanaman bayam duri siap dipindah ke media penelitian (pot).

c. Pemanenan

Tanaman dipanen setiap 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 42 hari tanam (waktu remediasi).

d. Pengeringan

Setelah dipanen, akar dipisahkan, diangin-anginkan, ditimbang, dan dikeringkan dalam oven selama 24 jam pada suhu 60°C. Kemudian didinginkan dalam desikator sebelum ditimbang kembali.

Dekstruksi, Pembuatan Deret Larutan Standar, Pengukuran dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) (Darmono, 1995)

a. Dekstruksi

Sampel (akar tanaman bayam duri) terlebih dahulu didekstruksi dengan cara akar yang telah kering ditimbang dan dihaluskan. Dimasukkan ke dalam botol BOD kemudian disimpan di freezer selama 60 menit. Selanjutnya di tambahkan 15 ml asam Nitrat 65%, 5 ml H_2SO_4 95% (proses ini berlangsung dalam lemari asam) dan 15 ml KmnO_4 5% (menunggu 15 menit sampai warna KmnO_4 stabil). Di masukkan ke oven dengan suhu 60°C selama 2 jam, dinginkan pada suhu ruang. Selanjutnya di tambahkan 5 ml $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 5% dan diamkan selama satu malam. Setelah itu tambahkan 6 ml $\text{NH}_2\text{OH.HCl}$ 10 % (diamkan selama 5 menit dan sekali –kali dihomogenkan).

Disaring dengan kertas saring whatman No 42, filtrat hasil penyaringan dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml dan dicukupkan volumenya hingga tanda batas.

b. Pembuatan Deret larutan standar

Sebanyak 5 ml larutan baku (merkuri 1000 ppm) dimasukkan dalam labu ukur 50 ml dan diimpitkan dengan akuades. Selanjutnya 5 ml dari larutan merkuri 100 ppm tersebut, diimpitkn kembali dengan akuades dalam labu 50 ml. Kemudian dengan perlakuan sama larutan merkuri 10 ppm dibuat menjadi 1 ppm (1000 ppb).

Pembuatan larutan standar 0; 10 ; 20; 30; 40; 50; 75; dan 100 ppb dan sebagai blanko digunakan larutan 0 ppb. Larutan baku 1000 ppb dipipet ke dalam labu ukur 100 ml masing-masing 0; 1; 2; 3; 4; 5; 7,5 dan 10 ml yang kemudian ditambahkan akuades hingga tanda batas.

c. Pengukuran dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Penentuan merkuri dalam sampel dilakukan dengan SSA menggunakan metode *Cold Vapor* secara kurva kalibrasi dengan mengukur absorban dari larutan standar dan larutan sampel hasil destruksi. Sebanyak 100 ml dari masing-masing larutan standar ditambahkan 10 ml asam sulfat 10 N dan 5 ml larutan SnCl₂ kemudian diukur dengan spektrofotometer

serapan atom pada panjang gelombang 253,7 nm tanpa nyala (*flameless*) menggunakan *hybrid vapour generator*, hal ini dikarenakan merkuri mudah menguap. Sebanyak 50 ml larutan sampel dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan dicukupkan volumenya hingga tanda batas dengan akuades.

Sampel yang telah siap diuji diperlakukan serupa dengan perlakuan larutan standar yakni ditambahkan 10 ml asam sulfat 10 N dan 5 ml larutan SnCl₂ kemudian diukur dengan alat AAS. Kadar Hg dalam sampel ditentukan menggunakan kurva kalibrasi yang telah dibuat sebelumnya.

Perhitungan dan Analisa Data

Analisis sampel dilakukan dengan cara:

1. Penentuan kadar air sampel (BPT-BPPP DEPTAN, 2005)

Rumus:

$$\text{Kadar Air} = \frac{w_2 - w_3}{w_2 - w_1} \times 100\%$$

Dimana:

W₁ = Berat cawan kosong

W₂ = Berat cawan + sampel sebelum pemanasan

W₃ = Berat cawan + sampel setelah pemanasan

2. Penentuan konsentrasi dan berat logam merkuri (Darmono, 1995)

- a. Rumus: Konsentrasi merkuri terbaca untuk 100 ml larutan yaitu:

$$\text{Kons Hg(ppm)} = \frac{\text{kons .terbaca (ppb)} \times \text{FP}}{1000}$$

Jadi kemampuan penyerapan dengan berat sampel (g) adalah:

$$\text{Kons Hg(mg/g)} = \frac{\text{kons . Hg (ppm)} \times \text{V (L)}}{\text{W}_1 \text{ (gram)}}$$

Dimana:

Kons, terbaca = Konsentrasi hasil pembacaan SSA (ppb)

Kons. Hg = Kons Hasil perhitungan ($\mu\text{g/gram}$)

V = Volume sampel (Liter)

w_1 = Berat sampel terukur (gram)

FP = faktor pengenceran

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

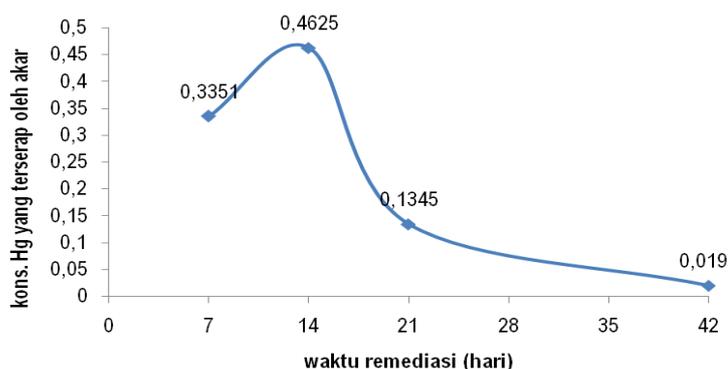
Konsentrasi rata-rata logam merkuri pada akar tanaman bayam duri berdasarkan umur panen dengan konsentrasi 100 ppm pada media tanam dalam setiap berat keringnya, berturut-turut dengan waktu remediasi 7 hari (P1) sebesar 0,3351 mg/g; 14 hari (P2) sebesar 0,4625 mg/g; 21 hari (P3) sebesar 0,1345 mg/g; dan 42 hari (P4) sebesar 0,0199 mg/g konsentrasi merkuri yang diserap oleh akar tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi media tanam berpengaruh terhadap akumulasi/

penyerapan dari tanaman bayam duri, di mana pada konsentrasi 25 ppm merkuri yang terakumulasi oleh akar tanaman bayam duri sebesar 0,0749 mg/g, sedangkan pada konsentrasi 50 ppm yang terakumulasi 0,2095 mg/g, pada konsentrasi 75 ppm tanaman bayam duri dapat mengakumulasi sebesar 0,2341 mg/g; dan konsentrasi 100 ppm merkuri yang terakumulasi 0,3351 mg/g. Berdasarkan perlakuan yang diterapkan, hasil yang diperoleh menunjukkan keadaan yang berbeda.

3.1. Penentuan Konsentrasi Merkuri Yang Terakumulasi Pada Akar Tanaman Bayam Duri Pada Berbagai Waktu Remediasi.

Tanah berperan sebagai media tanam atau pertumbuhan dan sekaligus sebagai tempat berlangsungnya siklus logam berat oleh karena itu perlu diketahui jenis dan karakter suatu tanah. Di mana akumulasi logam dalam tanaman tidak hanya tergantung pada kandungannya dalam tanah, akan tetapi juga tergantung pada unsur kimia tanah, jenis logam dan spesies tanaman (Darmono, 1995). Sehingga perlu dilakukan penentuan sifat fisik dan kimia tanah sebelum digunakan. Beberapa parameter tersebut antara lain tekstur tanah, kadar N, P, K, serta konsentrasi Hg dalam tanah. Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah lempung berdebu (Balai Penelitian Tanah,

2005). Dari hasil yang diperoleh, panen kedua (P2) memiliki nilai konsentrasi yang tinggi jika dibandingkan dengan panen pertama (P1), ketiga (P3) dan keempat (P4). Hal ini menunjukkan bahwa bahwa Fitoakumulasi logam merkuri oleh akar tanaman bayam duri mencapai maksimum pada umur 14 hari tanam. Grafik hubungan umur (waktu) panen terhadap besarnya konsentrasi rata-rata logam merkuri pada akar tanaman bayam duri ditunjukkan pada Gambar 1.



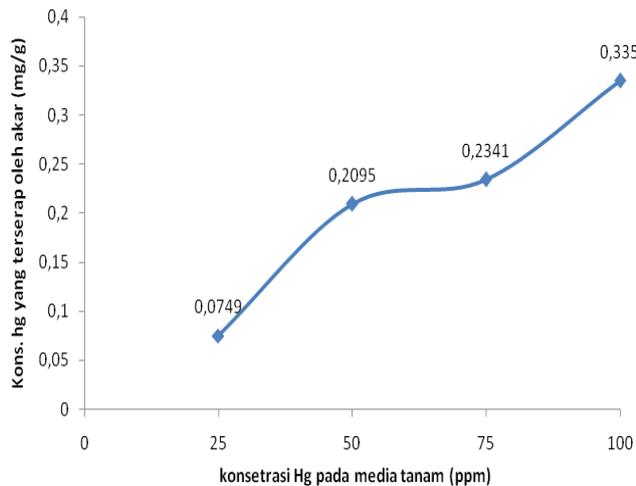
Gambar 1: Hubungan waktu remediasi terhadap konsentrasi rata-rata merkuri (Hg) pada akar tanaman bayam duri

Gambar di atas menunjukkan penurunan konsentrasi pada umur 21 dan 42 hari tanam, hal tersebut disebabkan akar tanaman mengalami stress atau jenuh sehingga penyerapan merkuri berkurang, yang akibatnya penyerapan pada minggu tersebut sangat menurun (Munawar dkk, 2010), bukan berarti bahwa proses penyerapan logam merkuri akan terhenti, tetapi penyerapan terus berlangsung sampai

tanaman bayam duri mengalami keracunan.

3.2. Pengaruh Waktu Remediasi terhadap Kemampuan Akar Tanaman Bayam Duri Dalam Menyerap Merkuri (Hg)

Konsentrasi logam merkuri pada akar tanaman bayam duri (ppm berat kering sampel) terhadap pengaruh konsentrasi media penanaman terlihat pada gambar 2. Konsentrasi tersebut tampak berbeda, baik secara statistik maupun secara instrumentasi. Hal ini menunjukkan tingginya konsentrasi media penanaman berpengaruh sangat nyata dalam meningkatkan serapan logam merkuri pada akar tanaman bayam duri ($F_{hitung} > F_{tabel}$ 0,01). Melalui uji BNT pada taraf 5% dan 1%, juga menunjukkan bahwa konsentrasi media tanam berpengaruh sangat nyata dalam meningkatkan konsentrasi logam merkuri pada akar tanam bayam duri. Konsentrasi tertinggi dari salah satu perlakuan yang sangat menonjol diperoleh dari media tanam 100 ppm dengan konsentrasi rata-rata logam merkuri yaitu 33,5051 ppm berat kering sampel. Hasil ini belum menunjukkan konsentrasi maksimum, sehingga batas kemampuan tanaman dalam mentoleransi logam merkuri masih perlu dikaji.



Gambar 2: Hubungan konsentrasi merkuri yang terserap oleh akar tanaman bayam duri dan besarnya konsentrasi pada media penanaman.

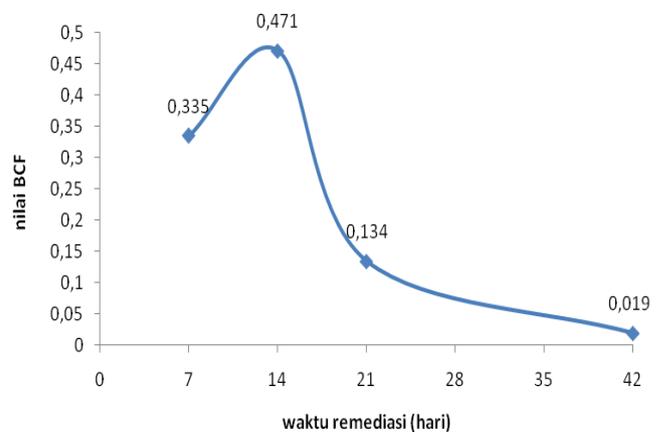
Meningkatnya konsentrasi logam merkuri yang terserap pada akar tanaman bayam duri seiring dengan bertambahnya konsentrasi merkuri pada media penanaman.

3.3. Nilai Faktor Biokonsentrasi (BCF) terhadap Pengaruh Waktu Remediasi dan Konsentrasi Media Penanaman

Sejumlah tumbuhan dari banyak famili terbukti memiliki sifat hipertoleran, yakni mampu mengakumulasi logam dengan konsentrasi tinggi pada jaringan akar dan daunnya sehingga bersifat hiperakumulator (Hardiani, 2009). Jenis mekanisme yang digunakan oleh tanaman bayam duri dapat diketahui melalui nilai faktor biokonsentrasi (BCF) dan faktor translokasi (TF) yang berkaitan. Faktor Biokonsentrasi (BCF) merupakan rasio

perbandingan antara konsentrasi logam dalam akar terhadap konsentrasinya dalam tanah, sedangkan faktor translokasi (TF) merupakan rasio konsentrasi logam dalam pucuk (daun) terhadap konsentrasi pada akar. Pada dasarnya faktor BCF dan TF merupakan indikator yang dapat membedakan mekanisme akumulasi antara fitostabilisasi dan fitoekstraksi. Jika nilai $BCF > 1$ dan $TF < 1$, disebut mekanisme fitostabilisasi dan sebaliknya, jika nilai $BCF < 1$ dan $TF > 1$ maka disebut fitoekstraksi (Liong, 2010).

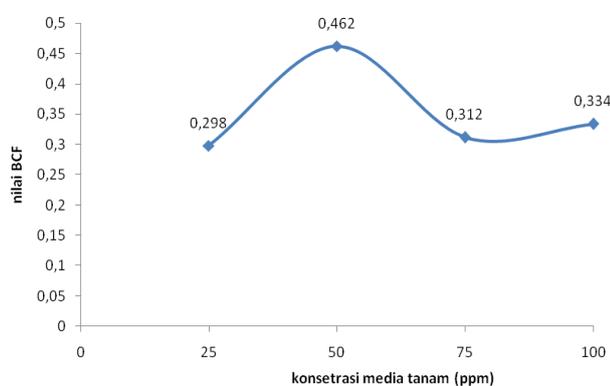
Hasil perhitungan nilai BCF untuk pengaruh waktu remediasi terlihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 : Hubungan nilai BCF terhadap perlakuan waktu remediasi.

Gambar di atas menunjukkan bahwa nilai $BCF < 1$ yang berarti bahwa akumulasi logam merkuri dalam tanaman bayam duri terjadi melalui mekanisme fitostabilisasi. Menyebabkan polutan distabilkan dalam tanah, dimana logam terdistribusi paling besar pada bagian akar

dibanding pada bagian daun. Proses akumulasi sangat tergantung pada kemampuan akar dalam memobilisasi bahan pencemar. Sedangkan pengaruh konsentrasi media penanaman terhadap nilai faktor biokonsentrasi, juga menunjukkan nilai yang lebih kecil dari satu ($BCF < 1$) dan terlihat pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 5 : Hubungan nilai BCF terhadap konsentrasi media tanam.

Besarnya nilai BCF, baik pengaruh waktu remediasi dan pengaruh konsentrasi media penanaman menunjukkan bahwa proses penyerapan logam merkuri pada tanaman bayam dari terjadi melalui mekanisme fitostabilisasi. Selain itu, terjadi proses distribusi logam ke bagian organ tanaman lain.

IV. KESIMPULAN

1. Konsentrasi merkuri maksimum yang terserap pada akar adalah 0,4625 mg/g berat kering akar yang dipanen pada media tanam dengan konsentrasi

100 ppm, pada waktu remediasi yaitu hari ke 14 (P2),

2. Kemampuan akar dalam menyerap merkuri berbeda terhadap waktu remediasi .

V. DAFTAR PUSTAKA

- Balai Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. DEPTAN. Agro Inovasi, Bogor.
- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi*. Penerbit Universitas Indonesia (UII-Press). Jakarta.
- Hanafiah, K. A. 2010. *Rancangan Percobaan*. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Hardiani, H. 2009. *Potensi tanaman dalam mengakumulasi logam Cu Pada media tanah terkontaminasi limbah padat Industri kertas*. Balai Besar Pulp dan Kertas, Bandung 44 (1) : 27 - 40
- Liong, S. 2010. *Mekanisme Fitoakumulatif Ion Cd(II), Cr(VI) dan Pb(II) pada Kangkung Darat (Ipomoea reptans Poir)*. Disertasi Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Ludang, Mangkoedihardjo, Margareth, dan Surahmaida. 2008. *Sistem Loop Pemulihan Tanah Tercemar Timbal Menggunakan Proses Bioaugmentasi Kompos dan Fitoremediasi Tanaman Jarak Pagar*.

(<http://its.ac.id/personal/files>
, diakses 01 Mei 2010)

Miskiyah, Suismono dan Widaningrum.
2007. *Bahaya Kontaminasi
Logam Berat dalam Sayuran
dan Alternatif Pencegahan
Cemarannya.* Buletin
Teknologi Pascapanen
Pertanian 3

Munawar, Ali dan Rina. 2010.
*Kemampuan Tanaman
Mangrop Untuk Menyerap
Logam Berat Merkuri (Hg) dan
Timbal (Pb).* J. Ilmu Teknik
Lingkungan (2)