

## ANALISIS KADAR ION $Pb^{2+}$ PADA KANGKUNG DARAT (*Ipomea reptans Poir*) YANG DIBERI AIR LINDI DARI TPA SAMPAH BUKIT PINANG SAMARINDA

Hamsina<sup>1</sup>, Bohari<sup>2</sup>, Erwin<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>SMA N 11 Samarinda, Jalan pelita IV Sambutan Samarinda

<sup>2</sup>Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mulawarman, Samarinda

\*Corresponding author: winuilica@yahoo.co.id

Submit : 10 Oktober 2017 Accepted : 06 November 2017

### ABSTRACT

The Research to determine the levels of Pb ion on swamp cabbage (*Ipomea reptans Poir*) where each of media cropping given variation of leachate volume from TPA Bukit Pinang Samarinda for every 10 kg of soil has been carried out. Swamp cabbage was analyzed in the roots, stems and leaves at the age of 2 weeks to 4 weeks. The levels of  $Pb^{2+}$  ion was determined by dry destruction method, then measured by atomic absorption spectrophotometry.  $Pb^{2+}$  ion was accumulated on the ground kale plants. The highest levels of  $Pb^{2+}$  ion was contained in the roots of ground kale plants on media cropping which added 1.5 L of leachate at the age of 3 weeks of 2.0642 mg / kg wet weight. The lowest level of  $Pb^{2+}$  ion was contained in the leaves of control plants at the age of 2 weeks that was 0.0177 mg / kg wet weight.

**Keywords :** *Pb Ion, Ground Kale Plants, Leachate*

### PENDAHULUAN

Di tengah kepadatan aktivitas manusia, penanganan sampah menjadi permasalahan serius yang belum bisa tertangani dengan tuntas. Sampah yang tidak mendapat penanganan dengan baik akan mengakibatkan pencemaran, baik pencemaran udara, pencemaran air maupun pencemaran tanah [1].

Proses degradasi sampah di lahan pembuangan sampah menghasilkan air lindi yang mengandung bahan organik, amonium, sulfat dan klorida dalam konsentrasi tinggi. Bahkan, air lindi juga mungkin memiliki kandungan logam yang tinggi dan beberapa senyawa kimia organik yang berbahaya [2]. Air lindi adalah cairan yang merembes melalui tumpukan sampah dengan membawa materi terlarut atau tersuspensi terutama hasil proses dekomposisi materi sampah atau dapat pula didefinisikan sebagai limbah cair yang timbul akibat masuknya air eksternal ke dalam timbunan sampah melarutkan dan membilas materi terlarut, termasuk juga materi organik hasil proses dekomposisi biologis [3]. Cairan lindi adalah cairan hasil tapisan sampah dan mengekskresikan zat-zat terlarut dan tersuspensi pada sampah [4].

Kandungan logam berat sangat penting dalam analisis air limbah. Analisis beberapa jenis logam berat dapat dilakukan dengan metode spektrofotometri, misalnya untuk menganalisa ion Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Mn, Ni, Zn dan lain-lain.

Spektrofotometri yang biasanya digunakan adalah Spektrofotometer Serapan Atom [5]. Bahaya keracunan logam berat tidak dapat langsung terdeteksi pada saat terpapar. Daya meracuni langsung atas orang atau hewan ditentukan oleh kadar logam berat dalam jaringan tanaman dan banyaknya jumlah bahan bersangkutan yang dimakan sehari-hari. Ambang batas peracunan juga ditentukan oleh berat badan seseorang yang mengkonsumsi makanan yang mengandung logam berat. Semakin berat badan, maka ambang batas peracunannya semakin tinggi. Namun demikian peracunan logam berat secara kumulatif dalam jangka panjang lebih penting diperhatikan sebagai peringatan dini tentang bahaya keracunan logam berat dari makanan [6].

Keberadaan logam berat dalam tubuh, akan mempengaruhi kerja dari enzim. Logam berat mempunyai kemampuan untuk berikatan dengan enzim, karena logam berat dapat menggantikan gugus logam yang berfungsi sebagai co-enzim. Akibat dari terbentuknya ikatan antara substrat enzim dengan logam berat adalah tidak berfungsinya enzim sebagaimana mestinya dan menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan fisiologis [7]. Keracunan yang disebabkan oleh keberadaan logam Pb dalam tubuh mempengaruhi banyak jaringan dan organ tubuh. Organ tubuh yang banyak menjadi sasaran dari peristiwa keracunan logam Pb adalah sistem

syaraf, sistem ginjal, sistem reproduksi, sistem endokrin dan jantung [7]. Timbal dapat menyebabkan kanker, menghambat pertumbuhan, penurunan kecerdasan, hiperaktif dan kelainan mental pada anak-anak [8]. Kandungan Pb dalam tanaman kangkung yang tumbuh pada media yang terkontaminasi Pb telah diteliti oleh Kohar [9]. Untuk memperkecil kontaminasi Pb dalam kangkung yang akan dikonsumsi disarankan agar kangkung dipanen maksimum pada umur 3 minggu, meskipun sebaiknya diusahakan untuk meminimalkan kontaminan.

Berdasarkan hasil observasi lapangan di TPA Bukit Pinang Samarinda, ternyata TPA tersebut masih menggunakan metode *open dumping*, di mana sampah ditumpuk di atas permukaan tanah yang posisinya lebih rendah (lembah) dan belum ada pemilahan sampah berdasarkan jenisnya, sehingga semua jenis sampah dikumpul menjadi satu tanpa mendapatkan perlakuan khusus untuk pengolahan sampah. Dari hasil degradasi tumpukan sampah ini dihasilkan air lindi yang dialirkan ke tempat penampungan berupa dua buah kolam air lindi. Air lindi di dalam kolam penampungan langsung dialirkan ke badan sungai tanpa diberikan perlakuan terlebih dahulu terhadap polutan yang terkandung dalam air lindi, sehingga berpotensi menjadi sumber pencemaran air dan tanah.

Lindi yang dihasilkan dari TPA Bukit Pinang merupakan hasil dekomposisi sampah organik yang dibiarkan membusuk di udara terbuka, sementara sampah-sampah yang terkumpul di TPA tersebut belum dilakukan pemilahan dan pengolahan sampah secara spesifik sejak dari sumbernya sampai ke TPA. Sehingga sampah organik, sampah anorganik atau bahkan limbah bahan kimia beracun dan berbahaya (B3) ditumpuk menjadi satu. Oleh karena itu, lindi yang dihasilkan dari TPA Bukit Pinang dapat mengandung logam berat, salah satunya adalah Pb dalam bentuk ionnya.

Berdasarkan uji pendahuluan yang telah dilakukan, diketahui bahwa kandungan ion  $Pb^{2+}$  pada lindi di saat cuaca hujan adalah sebesar 0,4391 ppm dan pada saat cuaca panas 0,6989 ppm. Apabila lindi ini diberikan kepada tanaman akan mengakibatkan terjadinya akumulasi ion  $Pb^{2+}$  pada tanaman. Sehingga perlu penelitian lebih lanjut tentang kadar ion  $Pb^{2+}$  yang terakumulasi pada tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans Poir*) yang ditanam pada tanah yang diberi air lindi dari TPA Bukit Pinang Samarinda.

## METODE PENELITIAN

### Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Spektrofotometri Serapan Atom Shimadzu AA-6200, lampu katoda timbal, neraca analitik, erlenmeyer, peralatan gelas, cawan porselen, corong kaca, gelas ukur, batang pengaduk, oven, hotplate, tanur, spatula, labu ukur, pipet volume, mikropipet, mortal dan alu, kertas saring, polibag berdiameter 20 cm dan tinggi 25 cm, gunting tanaman, alat penyiram tanaman, dua buah jerigen 25 liter dan satu buah jerigen 5 liter.

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan antara lain adalah Sampel Kangkung darat (*Ipomoea reptans Poir*), air lindi sebanyak 55 liter, tanah sebagai media tanam sebanyak 720 kilogram, Aquades,  $Pb(NO_3)_2$ ,  $HNO_3$  pekat dan  $HClO_4$  pekat.

### Prosedur Penelitian

#### Tahap Persiapan

#### Pembuatan Tempat Untuk Menanam Dan Naungan

Tempat yang digunakan untuk menanam kangkung darat adalah polibag berdiameter 25 cm dan tinggi 20 cm. Naungan dibuat berupa rumah kaca yang digunakan untuk meletakkan tanaman yang telah ditanam. Naungan yang digunakan berukuran panjang 4 meter, lebar 2 meter dan tinggi 2 meter. Dinding naungan menggunakan plastik tebal transparan dan atap plastik transparan. Hal ini bertujuan agar tanaman mendapatkan sinar matahari yang cukup, sekaligus untuk melindungi tanaman dari debu, kotoran, air hujan dan gangguan binatang.

#### Pembuatan Media Tanam

Tanah yang digunakan sebagai media tanam dalam penelitian ini adalah tanah humus yang berwarna hitam dan gembur. Tanah ini diambil dari dalam hutan karet yang ada di Kelurahan Sungai Keledang yang berjarak kurang lebih 1 km dari jalan raya. Tanah digemburkan dengan menggunakan cangkul dan diaduk agar homogen, dibersihkan dari kotoran yang berupa daun-daunan, batuan dan akar. Tanah diangin-anginkan selama satu minggu supaya kering, kemudian tanah diayak menggunakan ayakan tanah berdiameter 200 mesh. Setelah selesai diayak tanah kembali dihomogenkan.

#### Tahap Pelaksanaan

#### Pengambilan Sampel Lindi Dan Pemberian Lindi Pada Tanaman

Air lindi diambil secara acak di 10 (sepuluh) titik yang berbeda sampai jerigen terisi penuh kemudian jerigen ditutup rapat. Untuk selanjutnya ditambahkan pada tanah yang digunakan sebagai media tanam dengan 3 variasi konsentrasi dan didiamkan selama tiga minggu sebelum dilakukan penanaman kangkung darat.

#### **Penanaman Tanaman Kangkung Darat**

Tanaman kangkung darat ditanam secara langsung tanpa melalui proses penyemaian. Setiap polibag diisi dengan 20 bibit tanaman kangkung darat. Bibit tanaman kangkung darat direndam dalam air selama satu malam sebelum proses penanaman. Setelah itu bibit disebar diatas permukaan tanah, kemudian permukaannya ditutup kembali dengan tanah hingga rata. Kemudian tanah disiram hingga basah dengan volume air yang sama untuk seluruh polibag. Selanjutnya penyiraman tanaman dilakukan sebanyak dua kali sehari, yaitu pada pagi dan sore hari. Dalam penelitian ini tidak dilakukan pemupukan pada tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans Poir*).

#### **Tahap Preparasi dan Analisis Kadar Timbal (Pb)**

##### **Pembuatan Larutan Baku $Pb^{2+}$ [10]**

Pembuatan Larutan Induk 1000 mg/L  
Sebanyak 1,5999 gram  $Pb(NO_3)_2$  ditimbang dan di masukkan dalam beker gelas kemudian ditambahkan  $HNO_3$  1,0 N sebanyak 1 mL. Kemudian larutan dipindahkan secara kuantitatif ke dalam labu ukur 1000 mL dan diencerkan dengan aquades sampai tanda batas.

##### **Pembuatan Larutan Standar $Pb^{2+}$**

Sebanyak 5  $\mu L$  sampai 250  $\mu L$  larutan baku timbal (Pb) 1000 mg/L dipipet dan dimasukkan kedalam 5 labu ukur 25 mL. Kemudian ditambahkan 1 mL  $HNO_3$  1,0 N ke dalam masing masing labu ukur 25 mL dan diencerkan dengan aquades sampai tepat tanda batas, sehingga diperoleh kadar  $Pb^{2+}$  0,2 mg/L ; 0,6 mg/L ; 1,0 mg/L ; 4,0 mg/L ; 10,0 mg/L. Selanjutnya larutan baku tersebut dimasukkan kedalam tabung reaksi sebanyak 20 mL dan dianalisis larutan baku tersebut menggunakan spektrofotometri serapan atom pada panjang gelombang 283,3 nm.

#### **Penentuan Kadar ion Pb Dalam Tanah Yang Digunakan Sebagai Media Tanam [11]**

Sampel tanah yang telah digerus dan dihomogenkan ditimbang sebanyak  $\pm 10$  gram,

kemudian dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL. Kemudian ditambahkan 25 mL air suling dan diaduk dengan menggunakan batang pengaduk. Setelah itu sampel ditambahkan 5 mL sampai dengan 10 mL asam nitrat ( $HNO_3$ ) pekat dan diaduk hingga bercampur rata. Selanjutnya ditambahkan 3 butir sampai dengan 5 butir batu didih dan ditutup dengan kaca arloji. Erlenmeyer diletakkan di atas penangas listrik dan diatur suhunya 105 °C sampai dengan 120 °C. Kemudian dipanaskan sampai volume sampel tersisa  $\pm 10$  mL. Setelah itu sampel diangkat dan didinginkan. Kemudian ditambahkan 5 mL asam nitrat ( $HNO_3$ ) pekat dan 1 mL sampai dengan 3 mL asam perklorat ( $HClO_4$ ) pekat tetes demi tetes melalui dinding kaca erlenmeyer dan dipanaskan kembali pada penangas listrik sampai timbul asap putih dan larutan menjadi jernih. Setelah timbul asap putih, pemanasan dilanjutkan selama  $\pm 30$  menit. Jika larutan sampel belum jernih maka diulangi langkah diatas. Selanjutnya larutan didinginkan dan disaring dengan kertas saring. Filtrat sampel ditempatkan pada labu ukur 100 mL dan ditambahkan air suling sampai tanda batas. Sampel siap diukur ke dalam Spektrofotometri Serapan Atom.

#### **Penentuan Kadar ion $Pb^{2+}$ Dalam Sampel Kangkung Darat (Prosedur ini telah dilakukan oleh Amalia Saleha, 2013; Syamsuriadi, 2013; Ahmad Masruddin, 2012)**

Sampel dipisahkan bagian akar, batang dan daun, kemudian dipotong kecil-kecil. Sampel ditimbang massanya masing-masing  $\pm 10$  gram pada cawan porselen yang sudah diketahui massanya. Selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam oven pada suhu 103 °C hingga 105 °C selama kurang lebih 24 jam sampai sampel kering. Setelah itu sampel dipindahkan ke dalam tanur (*furnace*) dan dipanaskan perlahan-lahan pada suhu 600 – 650 °C selama  $\pm 4$  jam. Sampel didinginkan dan abu yang dihasilkan kemudian didestruksi. Sampel yang telah menjadi abu dilarutkan dengan menggunakan larutan  $HNO_3$  pekat 5 mL hingga larut. Sampel dipanaskan di atas pemanas hingga larutan menjadi jernih dan tak berwarna serta berangsur-angsur keluar asap putih. Setelah dingin ditambahkan aquades, kemudian disaring dan filtratnya dimasukkan ke dalam labu takar, diencerkan hingga tanda batas. Larutan siap untuk dianalisis dengan Spektrofotometri Serapan Atom pada panjang gelombang 283,3 nm.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Pendahuluan

Analisis pendahuluan dilakukan untuk mengetahui komposisi air lindi yang diambil pada saat cuaca panas yang meliputi parameter fisika dan parameter kimia. Selain analisis komposisi lindi yang diambil pada saat cuaca panas, dilakukan juga analisis kadar ion Pb pada

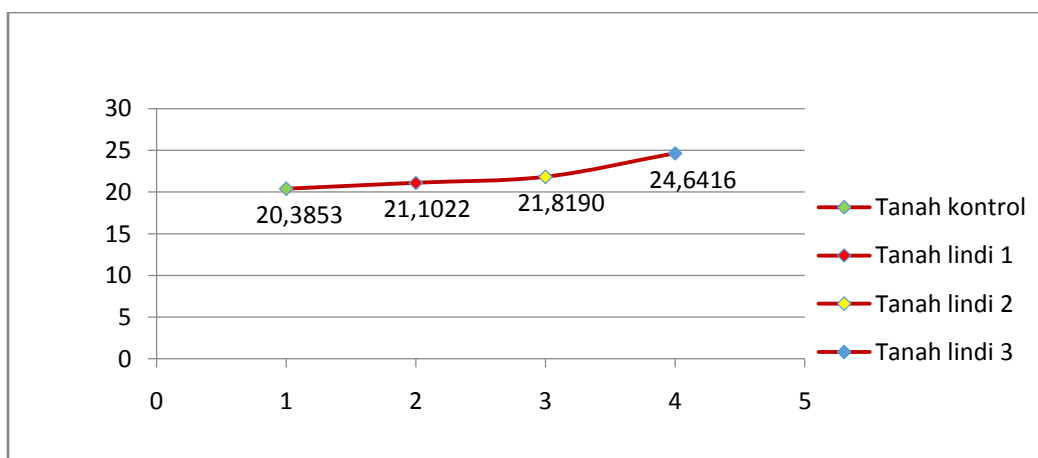
media tanam, yaitu tanah kontrol dan tanah yang dicampur dengan air lindi dengan 3 (tiga) variasi konsentrasi yaitu campuran 10 kg tanah dengan 0,5 liter air lindi, campuran 10 kg tanah dengan 1,0 liter air lindi dan campuran 10 kg tanah dengan 1,5 liter air lindi. Kadar ion  $Pb^{2+}$  pada tanah kontrol dan tanah yang dicampur dengan air lindi ditunjukkan oleh tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1.** Kadar ion  $Pb^{2+}$  pada tanah kontrol dan tanah yang dicampur dengan air lindi

NO	SAMPEL	MASSA (kg)	VOLUME (L)	ABSORBANSI	KONSENTRASI (mg/L)	KADAR Ion $Pb^{2+}$ (mg/kg)
1.	Tanah Kontrol	0.01	0.025	0.2391	8.1541	20.3853
2.	Tanah Lindi 1 (+ 0,5 L Lindi)	0.01	0.025	0.2471	8.4409	21.1022
3.	Tanah Lindi 2 (+ 1,0 L Lindi)	0.01	0.025	0.2551	8.7276	21.8190
4.	Tanah Lindi 3 (+ 1,5 L Lindi)	0.01	0.025	0.2866	9.8566	24.6416

Keterangan : Sampel diuji setelah dihomogenkan selama 3 minggu

Untuk lebih jelasnya kadar ion  $Pb^{2+}$  pada tanah yang digunakan sebagai media tanam kangkung darat akan ditampilkan pada gambar 1. Berikut ini:



**Gambar 1.** Grafik hubungan variasi sampel tanah terhadap kadar ion  $Pb^{2+}$

Hasil analisis kadar ion  $Pb^{2+}$  pada air lindi adalah 4,339 mg/L, sedangkan pada tanah kontrol tanpa lindi, campuran 10 kg tanah dengan 0,5 liter air lindi, campuran 10 kg tanah dengan 1,0 liter air lindi dan campuran 10 kg tanah dengan 1,5 liter air lindi berturut turut adalah 20,4064mg/kg, 21,1131 mg/kg, 21,8198 mg/kg dan 24,6025 mg/kg. Kadar ion  $Pb^{2+}$  tertinggi terdapat pada tanah lindi-3, kemudian tanah lindi-2, tanah lindi-1 dan kadar ion  $Pb^{2+}$  yang terendah pada terdapat pada tanah kontrol. Penambahan air lindi pada tanah yang digunakan sebagai

media tanam menyebabkan kenaikan kadar ion  $Pb^{2+}$  yang terdapat pada tanah. Semakin banyak air lindi yang ditambahkan pada tanah, maka semakin besar kadar ion  $Pb^{2+}$  tanah tersebut.

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah humus yang diambil dari hutan yang berjarak 1 (satu) kilometer dari jalan raya. Tanah memiliki tekstur yang gembur dan berwarna hitam. Tanah yang secara fisik dikatakan subur adalah tanah yang berstruktur gembur dan remah, berwarna hitam atau gelap, dapat menyimpan air dalam jumlah cukup, bertekstur sedang dan

mempunyai daging tanah (solum) tebal (> 50 cm). Warna tanah dipengaruhi adanya bahan organik, mineral mineral dan kandungan air. Mineral-mineral memberikan warna terang atau keabu-abuan, sedangkan bahan organik memberikan penampilan warna hitam atau gelap pada tanah. Warna tanah dapat dijadikan indikator kesuburan kimiawi tanah. Warna gelap atau hitam mengindikasikan bahwa tanah tersebut secara kimiawi banyak mengandung bahan organik [12].

### Analisis Kadar Ion Pb<sup>2+</sup> Pada Tanaman Kangkung Darat

Tanaman kangkung darat ditanam pada media tanam berupa tanah yang dicampur dengan air lindi dengan 3 (tiga) variasi volume air lindi dan pada tanah tanpa dicampur air lindi sebagai tanaman kontrol. Tanaman mulai dianalisis kadar ion Pb<sup>2+</sup> nya pada saat tanaman berumur 2 minggu, 3 minggu dan terakhir pada saat berusia 4 minggu. Setelah dianalisis diperoleh data-data seperti yang tertera pada tabel di bawah ini. Data yang diperoleh merupakan data hasil rata-rata dari 3 (tiga) kali pengulangan pengujian sampel (tiga replikasi) pada uji Spektrofotometri Serapan Atom.

**Tabel 2.** Data kadar ion pb<sup>2+</sup> pada tanaman kangkung darat berdasarkan variasi waktu (minggu), konsentrasi air lindi dan morfologi tanaman

Sampel	Morfologi Tanaman	Kadar Pb (mg/kg) Berdasarkan Variasi Waktu (minggu)		
		2	3	4
Kangkung Kontrol	Akar	0.5346	0.9140	0.8274
	Batang	0.1523	0.3853	0.3017
	Daun	0.0747	0.1643	0.1374
	<b>Total</b>	<b>0.7616</b>	<b>1.4636</b>	<b>1.2664</b>
Kangkung Lindi 1	Akar	0.7646	1.4516	1.2545
	Batang	0.2748	1.0305	0.9886
	Daun	0.2360	0.6989	0.4898
	<b>Total</b>	<b>1.2754</b>	<b>3.1810</b>	<b>2.7330</b>
Kangkung Lindi 2	Akar	1.1111	1.7593	1.2993
	Batang	0.3913	1.2515	1.2395
	Daun	0.3734	1.1888	1.0454
	<b>Total</b>	<b>1.8757</b>	<b>4.1995</b>	<b>3.5842</b>
Kangkung Lindi 3	Akar	1.6637	2.7180	1.3202
	Batang	0.6272	1.9385	1.7802
	Daun	0.5048	1.6308	1.1708
	<b>Total</b>	<b>2.7957</b>	<b>6.2873</b>	<b>4.2712</b>

Keterangan :

Kangkung kontrol : Ditanam pada media tanam tanpa penambahan air lindi

Kangkung Lindi 1 : Ditanam pada media tanam dengan penambahan 0,5 liter air lindi

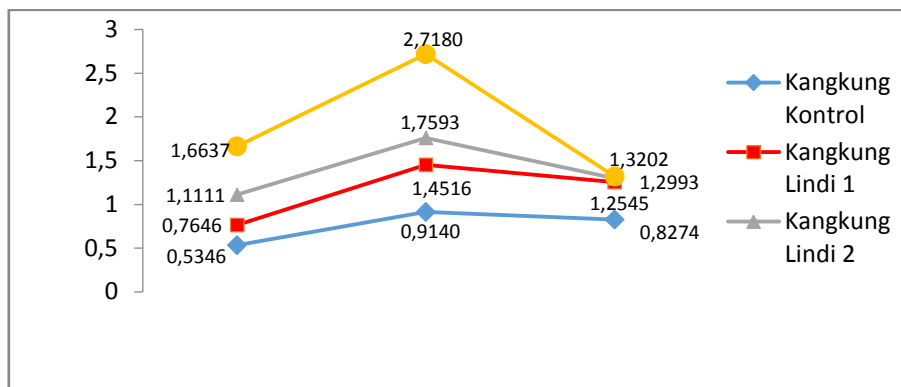
Kangkung Lindi 2 : Ditanam pada media tanam dengan penambahan 1,0 liter air lindi

Kangkung Lindi 3 : Ditanam pada media tanam dengan penambahan 1,5 liter air lindi

### Kadar Ion Pb<sup>2+</sup> Pada Bagian Akar Tanaman Kangkung Darat Berdasarkan Variasi Waktu

Setelah melalui proses destruksi dan uji Spektrofotometri Serapan Atom diperoleh data

kadar ion Pb<sup>2+</sup> pada bagian akar kangkung darat pada saat berusia 2 minggu, 3 minggu dan 4 minggu. Agar lebih jelas, maka data ditampilkan dalam gambar 2. berikut ini:



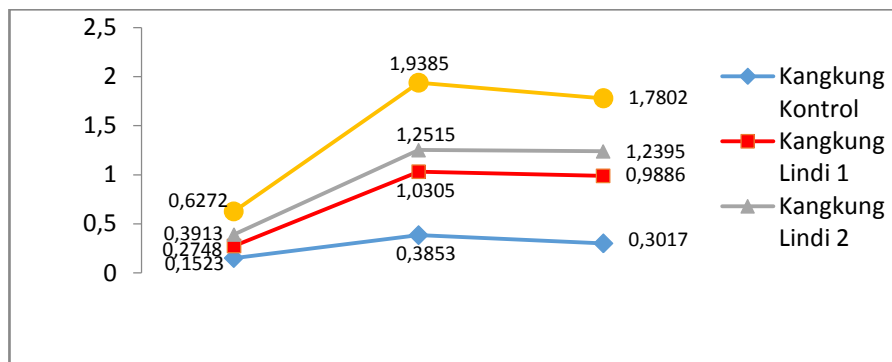
**Gambar 2.** Grafik hubungan variasi waktu terhadap kadar ion Pb pada bagian akar sampel tanaman kangkung darat

Pada gambar di atas terlihat bahwa kadar ion Pb pada akar tanaman kangkung darat pada minggu kedua terus meningkat dan mencapai puncaknya pada minggu ketiga. Kemudian mengalami penurunan pada usia 4 minggu. Semakin besar konsentrasi air lindi yang ditambahkan pada media tanam, maka semakin tinggi kadar ion  $Pb^{2+}$  yang terakumulasi pada bagian akar tanaman. Kadar ion  $Pb^{2+}$  tertinggi pada bagian akar tanaman kangkung darat saat berusia 2 minggu, 3 minggu dan 4 minggu dimiliki oleh sampel kangkung lindi 3, yaitu berturut turut : 1.6637 mg/kg ; 2.7180 mg/kg dan 1.3202 mg/kg. Berikutnya adalah sampel kangkung lindi 2, berturut turut sebagai berikut : 1.1111 mg/kg ; 1.7593 mg/kg dan 1.2993 mg/kg. Kemudian sampel kangkung lindi 1, berturut turut adalah : 0.7646 mg/kg ; 1.4516 mg/kg dan 1.2545 mg/kg. Kadar ion  $Pb^{2+}$  terendah terdapat pada tanaman kangkung kontrol, yaitu berturut turut : 0.5346 mg/kg ; 0.9140 mg/kg dan 0.8274 mg/kg. Kadar ion  $Pb^{2+}$  tertinggi pada bagian akar tanaman kangkung darat dimiliki oleh sampel kangkung lindi 3 pada saat berumur 3 minggu, yaitu 2.7180 mg/kg dan kadar ion  $Pb^{2+}$  terendah terdapat pada sampel kangkung kontrol pada saat berusia 2 minggu, yaitu 0.5346 mg/kg. Kadar ion  $Pb^{2+}$  yang tinggi pada akar tanaman kangkung darat dikarenakan bagian akarnya yang kontak langsung dengan media tanam yang mengandung ion  $Pb^{2+}$ , sehingga banyak terakumulasi di bagian akar terlebih dahulu sebelum didistribusikan ke bagian batang dan daun.

Penyerapan unsur hara dilakukan oleh akar tanaman dan diambil dari kompleks matrik tanah atau dari larutan tanah berupa kation atau anion. Adapula yang diserap dalam bentuk khelat (*chelation*), yaitu ikatan kation logam dengan senyawa organik [13]. Sistem pembuluh tumbuhan tingkat tinggi terdiri atas *xylem* dan *floem* yang berfungsi sebagai sistem pengangkutan. *Xylem* fungsi utamanya untuk pengangkutan air dan unsur hara, termasuk ion-ion logam. Sedangkan *floem* berfungsi sebagai pengangkut hasil fotosintesis. Penyerapan air dan mineral dari tanah dilakukan oleh ujung akar yang muda, yang memiliki rambut akar sehingga memperluas bidang penyerapan [14,15].

#### **Kadar ion $Pb^{2+}$ Pada Bagian Batang Tanaman Kangkung Darat Pada Saat Berusia 2 Minggu, 3 Minggu dan 4 Minggu**

Untuk bagian batang tanaman kangkung darat yang dipanen pada usia 2 minggu, 3 minggu dan 4 minggu, sampel yang memiliki kadar ion Pb tertinggi adalah sampel kangkung lindi 3, yaitu berturut-turut sebesar 0,6272 mg/kg ; 1,9385 mg/kg dan 1,7802 mg/kg. Kemudian sampel kangkung lindi 2, yaitu berturut-turut 0,3913 mg/kg ; 1,2515 mg/kg dan 1,2395 mg/kg. Berikutnya adalah sampel kangkung lindi 1 berturut turut sebesar 0,2748 mg/kg ; 1,0305 mg/kg dan 0,9886 mg/kg. Kadar ion  $Pb^{2+}$  yang terendah dimiliki oleh sampel kangkung kontrol, yaitu berturut-turut sebesar 0,1523 mg/kg ; 0,3853 mg/kg dan 0,3017 mg/kg. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini:

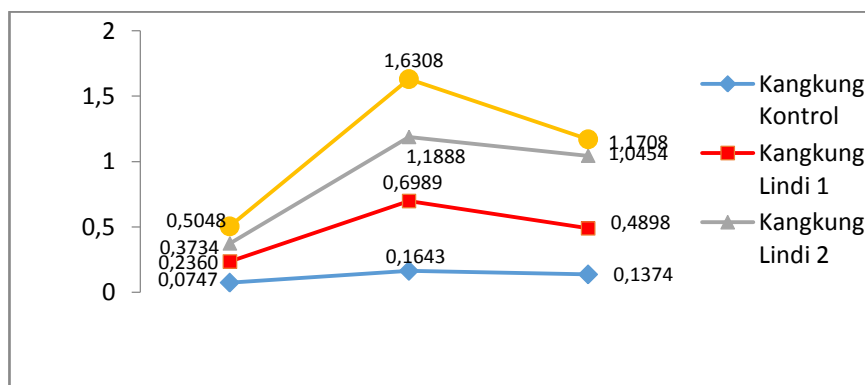


**Gambar 3.** Grafik hubungan variasi waktu terhadap kadar ion  $Pb^{2+}$  pada bagian batang sampel tanaman kangkung darat

Pada gambar di atas terlihat bahwa kadar ion  $Pb^{2+}$  pada bagian batang tanaman kangkung darat semakin meningkat seiring bertambahnya waktu panen dan mencapai puncaknya pada usia 3 minggu. Setelah itu cenderung turun pada minggu keempat. Hal ini dikarenakan dengan bertambahnya usia tanaman, maka semakin banyak Ion  $Pb^{2+}$  yang diserap dan terakumulasi di akar tanaman, kemudian ditranslokasi dari akar ke bagian batang tanaman. Ketika mencapai penyerapan optimum, maka tanaman akan jenuh dan terjadi penurunan kadar ion  $Pb^{2+}$  yang dapat diakumulasi tanaman. Kadar ion  $Pb$  tertinggi pada bagian batang tanaman kangkung darat terdapat pada sampel kangkung lindi 3 dengan waktu panen 3 minggu, yaitu sebesar 1,9385 mg/kg dan kadar ion  $Pb^{2+}$  terendah dimiliki oleh sampel kangkung kontrol pada saat berusia 2 minggu, yaitu sebesar 0,1523 mg/kg.

#### Kadar ion $Pb^{2+}$ Pada Bagian Daun Tanaman Kangkung Darat Pada Saat Berusia 2 minggu, 3 Minggu dan 4 Minggu

Pada bagian daun, sampel yang memiliki kadar ion  $Pb^{2+}$  tertinggi pada saat berusia 2 minggu, 3 minggu dan 4 minggu adalah sampel kangkung lindi 3, berturut-turut sebesar 0,5048 mg/kg ; 1,6308 mg/kg dan 1,1708 mg/kg. Kemudian sampel kangkung lindi 2 yaitu berturut-turut sebesar 0,3734 mg/kg ; 1,1888 mg/kg dan 1,0454 mg/kg. Berikutnya adalah sampel kangkung lindi 1 yaitu berturut-turut sebesar 0,2360 mg/kg ; 0,6989 mg/kg dan 0,4898 mg/kg dan yang memiliki kadar ion  $Pb$  terendah adalah sampel kangkung kontrol yaitu berturut turut sebagai berikut 0,0747 mg/kg ; 0,1643 mg/kg dan 0,1374 mg/kg. Data kadar ion  $Pb^{2+}$  pada bagian daun disajikan dalam gambar 4 berikut ini :



**Gambar 4.** Grafik hubungan variasi waktu terhadap kadar ion  $Pb^{2+}$  pada bagian daun sampel tanaman kangkung darat

Pada gambar di atas terlihat bahwa kadar ion  $Pb^{2+}$  tertinggi untuk bagian daun terdapat pada sampel kangkung lindi 3 pada saat berusia 3 minggu, yaitu 1,6308 mg/kg dan yang terendah terdapat pada tanaman kangkung kontrol yang berumur 2 minggu, yaitu 0,0747 mg/kg.

Unsur hara yang diserap oleh akar tanaman dari larutan tanah dalam bentuk ion. Proses masuknya unsur hara dari larutan tanah yang mengandung ion-ion disebut serapan ion. Akar yang tumbuh di dalam pori-pori tanah melakukan kontak dengan ion di dalam larutan

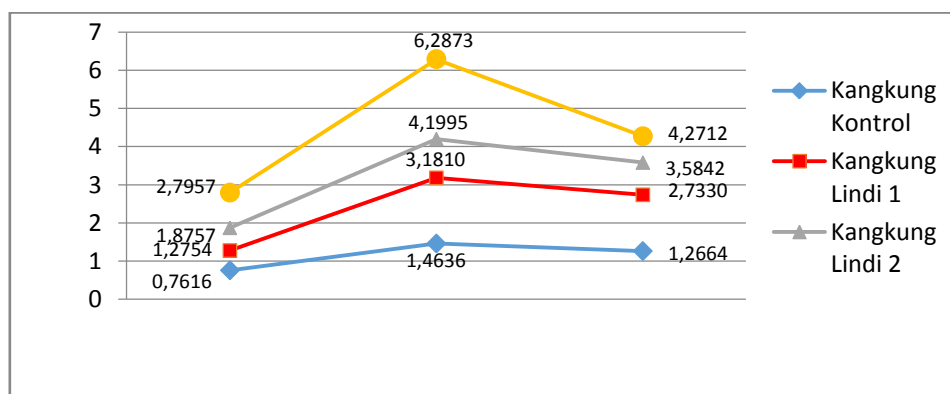
tanah pada kompleks pertukaran atau kompleks serapan tanah. Pengambilan ion terjadi dengan cara pertukaran kation, hal ini dikarenakan permukaan akar mempunyai kompleks pertukaran ion. Transportasi unsur hara dari xylem akar ke jaringan organ tanaman di atas tanah melalui daerah gabungan xylem akar dan batang sampai ke mesofil daun. Proses pengangkutan ion dari akar ke bagian batang dan daun mengikuti aliran transpirasi, karena selama ada aliran transpirasi tidak hanya air murni yang akan dikirim ke dinding sel daun, melainkan ion-ion juga ikut terangkut. Ion-ion yang telah sampai di daun dapat pula keluar dari daun melalui proses pencucian, ekskresi garam dan gugurnya daun [16].

Selain melalui akar, penyerapan unsur hara dalam bentuk gas juga dapat terjadi melalui daun, terutama melalui stomata. Penyerapan hara lewat daun dipengaruhi oleh kadar unsur hara dalam tanaman. Bila kadar hara dalam tanaman rendah maka penyerapan unsur hara lewat daun relatif cepat. Penyerapan lewat daun terhadap unsur makro hanya sebagian kecil saja jika dibandingkan dengan penyerapan oleh akar

tanaman untuk memenuhi seluruh kebutuhan unsur haranya. Kecepatan penyerapan unsur umumnya menurun dengan bertambahnya umur tanaman [13].

### Kadar ion $Pb^{2+}$ Pada Seluruh Bagian Tanaman Kangkung Darat Pada Saat Berusia 2 minggu, 3 Minggu dan 4 Minggu

Kadar ion Pb tertinggi pada seluruh bagian tanaman kangkung darat pada saat berusia 2 minggu, 3 minggu dan 4 minggu terdapat pada sampel kangkung lindi 3 yaitu berturut turut sebesar 2,7957 mg/kg ; 6,2873 mg/kg dan 4,2712 mg/kg. Kemudian kangkung lindi 2 berturut turut sebesar 1,8757 mg/kg ; 4,1995 mg/kg dan 3,5842 mg/kg. Berikutnya adalah kangkung lindi 1, berturut turut sebesar 1,2754 mg/kg ; 3,1810 mg/kg dan 2,7330 mg/kg. Kadar ion  $Pb^{2+}$  terendah terdapat pada tanaman kangkung kontrol, yaitu berturut turut sebesar 0,7616 mg/kg, 1,4636 mg/kg dan 1,2664 mg/kg. Untuk lebih jelasnya, data kadar ion Pb pada seluruh bagian tanaman disajikan pada gambar 5 berikut ini:



**Gambar 5.** Grafik hubungan variasi waktu terhadap kadar ion  $Pb^{2+}$  pada seluruh bagian sampel tanaman kangkung darat

Pada gambar di atas terlihat bahwa kadar ion  $Pb^{2+}$  tertinggi untuk seluruh bagian tanaman terdapat pada sampel kangkung lindi 3 pada saat berusia 3 minggu, yaitu 6,2873 mg/kg dan yang terendah terdapat pada tanaman kangkung kontrol yang berumur 2 minggu, yaitu 0,7616 mg/kg. Berdasarkan variasi umur tanaman dan perbedaan konsentrasi air lindi yang ditambahkan pada media tanam, maka kadar ion  $Pb^{2+}$  tertinggi dimiliki sampel kangkung lindi 3, kangkung lindi 2, kangkung lindi 1 dan yang terendah adalah tanaman kontrol yang media tanamnya tanpa ditambah air lindi. Hal ini berarti bahwa semakin lama umur tanaman dan semakin banyak volume

lindi yang ditambahkan pada media tanam, maka semakin tinggi kadar ion timbal yang diserap dan diakumulasi tanaman kangkung darat. Sedangkan berdasarkan morfologi tanaman, maka akumulasi ion  $Pb^{2+}$  terbesar terdapat pada bagian akar, kemudian batang dan yang terendah adalah bagian daun. Tingginya kadar ion  $Pb^{2+}$  pada bagian akar menunjukkan bahwa kangkung darat mempunyai kemampuan dalam mengakumulasi ion  $Pb^{2+}$  tapi sulit mentranslokasikannya ke bagian tajuk tanaman [17]. Penelitian yang dilakukan oleh Kohar, [9] tentang kemampuan kangkung darat dalam mengakumulasi ion  $Pb^{2+}$  dari media tanam yang mengandung Pb,



diperoleh hasil bahwa kadar ion  $Pb^{2+}$  tertinggi terdapat pada bagian akar tanaman. Ion logam diserap tanaman melalui akar kemudian atas diangkut ke bagian atas tanaman terutama batang dan daun melalui melalui jalur transpirasi tanaman (pembuluh xylem). Tingkat transportasi ion tidak sama untuk setiap unsur dan setiap jenis tanaman. Ion logam yang paling mudah tersedia bagi akar adalah yang larut dalam larutan tanah.

Ada 3 cara unsur hara mencapai akar yaitu cara pertama adalah difusi melalui larutan tanah, yaitu pergerakan ion melalui media air atau udara yang terkandung dalam tanah dari daerah yang memiliki konsentrasi tinggi ke daerah yang berkonsentrasi rendah akibat adanya perbedaan gradien kadar ion tersebut. Cara kedua adalah aliran massa, di mana ion-ion di bawa air secara pasif dalam aliran massa air tanah menuju akar. Cara yang ketiga adalah persinggungan (intersepsi), yaitu penyerapan ion terjadi akibat kontak langsung antara permukaan akar dengan tanah dikarenakan akar tanaman yang tumbuh ke arah posisi ion tersebut dalam matrik tanah. Ketiga proses penyerapan ion oleh akar biasanya terjadi secara bersama sama [18,19,20,13,15].

Secara genetik kemampuan spesies tumbuhan untuk toleran atau tidak toleran terhadap ion logam berat sangat beragam. Pada tumbuhan tertentu ion logam berat dalam jumlah yang meracuni diserap hanya dalam jumlah terbatas, sehingga lebih kepada penghindaran bukan toleransi. Pada tumbuhan yang lain, ion logam tersebut tertimbun di akar dan hanya sedikit saja yang dipindahkan ke batang dan daun. Pada tumbuhan yang lain lagi, akar dan tajuk mengandung ion logam yang jauh lebih tinggi daripada yang dapat ditahan tumbuhan lain [15].

Secara keseluruhan bagian tanaman kadar ion  $Pb^{2+}$  pada usia 2 minggu mengalami kenaikan dan mencapai puncaknya pada usia 3 minggu, yang merupakan waktu penyerapan optimal. Kemudian kadar ion Pb pada usia 4 minggu cenderung tetap atau bahkan mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan kadar ion  $Pb^{2+}$  dalam tanaman kangkung mulai mencapai titik jenuh. Timbal termasuk salah satu unsur hara mikro yang diserap tanaman dalam jumlah sedikit jika dibandingkan dengan unsur hara makro. Ketersediaan timbal yang berlebih di dalam tanah akan menyebabkan keracunan (*toxic*) bagi tanaman yang ditandai adanya kelainan fisiologis dan morfologis tanaman [12]. Semakin besar kadar ion  $Pb^{2+}$  yang terakumulasi

dalam tanaman akan mengurangi kemampuan detoksifikasi sehingga tanaman mengalami gangguan pertumbuhan. Pada tanaman kangkung darat, gejala toksik yang terjadi adalah daun yang mulai menguning pada minggu ketiga dan sebagian daun mulai meluruh pada minggu keempat. Puncak keracunan yang terjadi pada kangkung darat adalah kematian sebagian tanaman pada usia lima minggu. Senyawa garam baik secara alamiah atau nonalamiah mempunyai gaya osmotik yang dapat menarik dan menghidrolisis air, sehingga koefisien layu meningkat. Konsekuensinya, makin banyak senyawa kimiawi didalam tanah akan menyebabkan kadar dan ketersediaan air tanah menurun, sehingga pertumbuhan tanaman terhambat dan dapat menyebabkan kematian tanaman [15].

Serapan hara oleh akar dapat bersifat akumulatif, selektif, satu arah dan tidak dapat jenuh. Penyerapan ion logam pada waktu yang lama akan menyebabkan konsentrasi ion dalam sel menjadi tinggi. Konsentrasi ion logam berat yang tinggi dapat menyebabkan keracunan pada tumbuhan [18]. Secara keseluruhan tanaman kangkung darat yang ditanam pada tanah yang dicampur dengan air lindi memiliki pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan tanaman kontrol yang ditanam pada tanah yang tidak dicampur lindi. Adanya perbedaan pertumbuhan tanaman kontrol dan tanaman yang mendapat perlakuan berupa penambahan air lindi pada media tanam disebabkan adanya kandungan nitrogen dan bahan organik yang tinggi pada air lindi. Dari hasil analisis pendahuluan air lindi yang digunakan dalam penelitian ini mengandung Nitrogen total sebesar 73 mg/L.

Berdasarkan Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.00.06.1.52.4011 [21] tentang penetapan batas maksimum cemaran mikroba dan kimia dan SNI 7387 tahun 2009 tentang batas maksimum kandungan logam berat timbal (Pb) pada buah dan sayur serta olahannya adalah sebesar 0,5 mg/kg, maka kadar ion  $Pb^{2+}$  untuk seluruh sampel pada bagian akar tanaman kangkung darat melebihi ambang batas aman.

Untuk bagian batang dan daun, sampel yang masih di bawah ambang batas dan layak untuk dikonsumsi adalah semua sampel batang dan daun tanaman kangkung kontrol pada usia 2 minggu, 3 minggu dan 4 minggu. kemudian sampel batang dan daun kangkung lindi-1 pada usia 2 minggu serta sampel batang dan daun

kangkung lindi-2 pada usia 2 minggu. Sedangkan untuk seluruh bagian tanaman kangkung darat, pada saat berusia 2 minggu, 3 minggu dan 4 minggu, semua sampel kangkung darat melebihi ambang batas maksimal kadar ion  $Pb^{2+}$  pada sayuran, sehingga tidak layak dikonsumsi.

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Ion  $Pb^{2+}$  terakumulasi pada tanaman kangkung darat, terutama dibagian akar yang memiliki kadar ion Pb tertinggi. kemudian bagian batang dan kadar ion Pb terendah terdapat pada daun. Kangkung darat memiliki kemampuan menyerap dan mengakumulasi ion Pb, akan tetapi sulit mentranslokasikannya ke bagian tajuk tanaman.
2. Kadar ion  $Pb^{2+}$  tertinggi terdapat pada bagian akar tanaman kangkung darat yang media tanamnya ditambahkan 1,5 liter air lindi saat berumur 3 minggu sebesar 2,0642 mg/kg berat basah dan kadar ion Pb terendah terdapat pada bagian daun tanaman kangkung darat kontrol pada saat berusia 2 minggu, yaitu : 0,0177 mg/kg berat basah.

### SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat disarankan sebagai berikut :

1. Perlu penelitian lebih lanjut dalam upaya penurunan kadar ion Pb pada air lindi yang berasal dari tempat pembuangan akhir (TPA) sampah Bukit Pinang Samarinda.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh pemberian air lindi terhadap pertumbuhan tanaman.
3. Bagi Pemerintah Kota Samarinda, khususnya Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Samarinda agar dapat menerapkan proses penanganan dan pemilahan sampah serta pengolahan air lindi secara tepat untuk mengurangi kadar ion Pb dalam air lindi sebelum dibuang ke lingkungan sehingga tidak mencemari lingkungan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hadisuwito, S. 2007. *Membuat Kompos Pupuk Cair*. Jakarta. Agromedia Pustaka. 1, 4-6, 15.
- [2] Kettunen, R.H., Marttinen R.H., Sormunen, K.M., Soimasuo, R.M. and Rintala, J.A.

2002. *Screening Of Physical Chemical Methods For Removal Of Organic Material, Nitrogen And Toxicity From Low Strength Landfill Leachates*. Finland. Science Direct. (Diakses 28 Januari 2014 : 4.00 PM)

- [3] Damanhuri, T.P. 1993. *Pengelolaan Persampahan*. Jakarta. Erlangga.
- [4] Asbar, I. 2001. *Pengaruh Aluminium Sulfat Dan Kalsium Monoksida Terhadap Efek Akut Cairan Lindi TPA (Tempat Pembuangan Akhir) Sampah*. Disertasi Tidak Diterbitkan. Surabaya : Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
- [5] Siregar, S.A. 2005. *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta : Kanisius. 20, 110.  
Plant Physiology. Vol. 17 no. 1. (Diakses 13 Oktober 2014 : 9. 51 AM).
- [6] Notohadiprawiro, T., Suryanto, Hidayat M.S. dan Asmara A. A. 2006. *Nilai Pupuk Sari Kering Limbah Kawasan Industry Dan Dampak Penggunaannya Sebagai Pupuk Atas Lingkungan*. Tidak di terbitkan. Yogyakarta : Ilmu tanah Universitas Gadjah Mada. (Diakses 11 Maret 2014 : 12.28 AM)
- [7] Palar, H. 1994. *Pencemaran Dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta. Rineka Cipta. 23-24, 37, 55, 79.
- [8] Sharma, P., and Dubey R.S. (2005). *Lead toxicity in plants*. Londrina.Brazilian Journal of
- [9] Kohar, I., Hardjo, P.H. dan Lika, I.I. 2005. *Studi Kandungan Logam Pb Dalam Tanaman Kangkung Umur 3 dan 6 Minggu Yang Ditanam Di Media Yang Mengandung Pb*. Makara, Sains, Vol. 9, No. 2, Nopember 2005: 56-59.(Diakses pada tanggal 11 Maret 2013 : 7. 23 AM )
- [10] SNI 7387: 2009. *Batas Maksimum Cemar Logam Berat Dalam Pangan*. Badan standarisasi nasional, ICS 67.220.20. (Diakses 19 April 2014 : 8.58 PM)
- [11] SNI 06-6992.3-2004. *Cara Uji Timbal (Pb) Secara Destruksi Asam Dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)*. Badan Standarisasi Nasional, ICS 13.080.99. (Diakses 18 April 2014 : 8.40 PM)
- [12] Subroto. 2003. *Tanah Pengelolaan dan Dampaknya*. Samarinda. Fajar Gemilang. 45, 61, 69.

- [13] Rosmarkam, A. dan yuwono, N. W. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Yogyakarta. Kanisius. 32, 44, 166, 205.
- [14] Mulyani, S. E.S. 2006. *Anatomi Tumbuhan*. Yogyakarta. Kanisius. 157, 201, 250.
- [15] Salisbury F.B. dan Ross C. W. 1995. *Fisiologi Tanaman*. Jilid Dua: *Biokimia Tumbuhan*. Edisi keempat. Bandung. Penerbitn ITB Bandung. 32, 11, 129, 154.
- [16] Agustina, L. 2004. *Dasar Nutrisi Tanaman*. Jakarta. Rineka Cipta. 28, 41, 47, 52
- [17] Liong, S., Noor A., Taba P. dan Abdullah A.2011. Studi Fitoakumulasi Pb Dalam Kangkung Darat (*Ipomoea reptans Poir*). Makassar. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. (Diakses 13 Oktober 2014 : 8. 51 AM).
- [18] Lakitan, B. 2012. *Dasar Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta. RajaGrafindo Persada. 43, 65, 78, 82
- [19] Hanafiah, K.M. 2005. *Dasar Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta. RajaGrafindo Persada. 117, 167, 267
- [20] Mas'ud P. 1992. *Telaah Kesuburan Tanah*. Yogyakarta. Angkasa. 36, 55, 202, 213, 219.
- [21] Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. 2009. *Penetapan Batas Maksimum Cemaran Mikroba dan Kimia Dalam Makanan*. Nomor HK. 00.06.1.52.4011. Jakarta. Hal : 23. (Diakses 19 April 2014 : 8.32 PM)