

TANAMAN KANGKUNG DARAT (*Ipomea reptans* Poir) SEBAGAI FITOREMEDIATOR LUMPUR SIDOARJO

MORNING GLORY (*Ipomea reptans* Poir) AS FITOREMEDIATOR OF SIDOARJO VOLCANIC MUD

Azziyaa Suchaida^{*)}, Karuniawan Puji Wicaksono dan Agus Suryanto

Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145 Jawa Timur, Indonesia

^{*)}E-mail: azziyaas@ymail.com

ABSTRAK

Fitoremediasi dengan menggunakan tanaman kangkung darat adalah salah satu cara yang ramah lingkungan untuk mengurangi jumlah logam dalam lumpur Sidoarjo. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi tanaman kangkung darat sebagai tanaman fitoremediator dan untuk mengetahui pengaruh hasil tanaman kangkung darat sebagai fitoremediator lumpur Sidoarjo. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April–Mei 2014 di Desa Pilang Kecamatan Wonoayu Kabupaten Sidoarjo. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kangkung darat varietas lokal, lumpur Sidoarjo, tanah, dan pupuk kandang kotoran ayam. Metode perlakuan menggunakan RAK (Rancangan Acak Kelompok) dengan 9 perlakuan yang diulang 3 kali. Data yang telah diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (Uji F) dan dilanjutkan dengan uji perbandingan menggunakan uji Duncan dengan taraf kepercayaan 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Tanaman kangkung darat berpotensi sebagai fitoremediator endapan lumpur Sidoarjo dengan kemampuan menyerap logam berat Fe 13,9% dan Al 11%. Tanaman kangkung yang ditanam pada media lumpur Sidoarjo akan menyerap logam dan menghasilkan bobot tanaman terendah 5,07 g/tanaman. Pemberian media tambahan tanah dan pupuk kandang pada media lumpur Sidoarjo dengan perbandingan (0,5:0,5:1) dapat menurunkan serapan logam dan mampu meningkatkan hasil tanaman hingga 16,63 g/tanaman dengan Al 0% Al dan Fe 6,88%, dibandingkan media lumpur Sidoarjo sebesar 8,37 g/tanaman dengan Fe 13,9% dan Al 11%. Tanaman kangkung darat yang

dibudidayakan di sekitar lumpur Sidoarjo sebaiknya tidak dikonsumsi karena kandungan Fe dan Al yang lebih tinggi dari batas keamanan pangan untuk konsumsi sebesar Fe 1 ppm dan Al 1 ppm.

Kata kunci: Kangkung Darat, Fitoremediator, Lumpur Sidoarjo, Pupuk Kandang.

ABSTRACT

Phytoremediation using morning glory is one of the environmentally friendly way to reduce the metal in volcanic mud. This study aims to determine the potential crop land as a morning glory fitoremediator and to determine the effect of morning glory as fitoremediator of Sidoarjo volcanic mud. This study was conducted in April-May 2014 in the village Pilang Wonoayu District of Sidoarjo. The materials used in this study are the seeds of local varieties of morning glory, Sidoarjo mud, soil, animal manure. Methods of treatment using a RAK (randomized block design) with 9 treatments were repeated three times. The data was analyzed using analysis of variance (F test) followed by Duncan's comparison test using a test with a level of 5 %. The results showed that a potential of morning glory as fitoremediator mud deposition with the ability to absorb heavy metals Fe 13.9% and Al 11%. Morning glory were planted in the media mud will absorb metals and produce the lowest plant weight 5,07 g/plant. Provision of additional medium soil and manure on the media mud with a ratio (0.5:0.5:1) lower metal uptake and can increase crop yields up to 16,63 g/plant with Al 0 % Al and Fe 6.88 %, compared to the media mud at 8,37 g/plant with 13.9% Fe

and 11% Al. Morning glory cultivated land around the mud should not be consumed because the content of Fe and Al were higher than the limit for consumption of food safety 1 ppm Fe and Al 1 ppm.

Keywords: Morning Glory, Fitoremediator, Volcanic Mud, Animal Manure

PENDAHULUAN

Semburan lumpur yang terjadi di Porong Sidoarjo merupakan suatu rangkaian kejadian dari proyek eksplorasi oleh suatu perusahaan eksplorasi minyak dan gas yang mengakibatkan air panas dari rongga di dalam tanah meluap ke permukaan dengan tekanan yang cukup besar sambil mengikis elemen pasir dan liat yang terkandung dalam tanah. Gerusan tersebut mengandung dominan air yang baru disemburkan mencapai suhu $\pm 90^{\circ}$ C sehingga membuat luapan air yang tercampur material dari perut bumi tersebut berbentuk lumpur yang panas.

Luapan lumpur yang semakin meluas hingga saat ini telah menimbulkan endapan lumpur yang padat dan mengeras dalam jumlah besar. Menurut Grusak (1999), tanah endapan lumpur Sidoarjo mempunyai tekstur atau butiran tanah yang terdiri dari liat, debu dan pasir, sedangkan hasil penelitian Rahayu (2008) menyatakan bahwa endapan lumpur Sidoarjo mengandung unsur hara seperti N, P, K, Na, Ca, Mg, C organik dan mempunyai nilai kapasitas pertukaran kation yang tinggi. Potensi terpendam tersebut merupakan bahan pertimbangan sebagai media tanam.

Salah satu cara pemanfaatan lumpur Sidoarjo agar dapat dimanfaatkan dalam bidang pertanian adalah dengan meremediasi logam dalam lumpur Sidoarjo yang bersifat racun bagi tanaman. Dengan banyaknya logam yang bersifat racun maka diperlukan sebuah teknologi untuk mengembalikan lumpur Sidoarjo ke fungsi awalnya. Salah satu cara yang direkomendasikan adalah fitoremediasi dengan menggunakan tanaman dalam merestorasi lahan yang tercemar dan merupakan teknologi yang ramah lingkungan (Lasat, 2000). Jenis tanaman

yang digunakan sebagai tanaman fitoremediasi biasanya berasal dari tempat penambangan itu sendiri yang telah memiliki toleransi terhadap tingginya akumulasi bahan kontaminan (Baker dan Whiting, 2002). Manfaat dalam meremediasi lumpur Sidoarjo adalah untuk mengurangi jumlah logam dalam lumpur Sidoarjo.

Pada penelitian ini dilakukan pemanfaatan endapan lumpur Sidoarjo dengan penambahan tanah dan pupuk kandang dari kotoran ayam sebagai media tanam campuran. Dengan penggunaan pupuk kandang dari kotoran ayam akan memberikan keuntungan yaitu memperbaiki sifat tanah dan bermanfaat dalam mengurangi logam berat yang bersifat racun bagi tanaman dan juga dapat digunakan untuk mereklamasi lahan yang tercemar pada lahan bekas tambang (Widowati *et al.*, 2005). Percobaan ini dilakukan dengan memanfaatkan endapan lumpur Sidoarjo sebagai media tanam, dengan melihat seberapa besar pengaruh endapan lumpur Sidoarjo terhadap pertumbuhan tanaman kangkung. Disekitar lumpur Sidoarjo banyak tumbuh vegetasi rumput dan tanaman kangkung. Tanaman kangkung merupakan tanaman yang mampu menyerap logam berat atau disebut juga tanaman fitoremediator (Liong *et al.*, 2009). Lebih lanjut Aiyen (2004) menjelaskan tanaman kangkung dapat mengakumulasi minimum 1000 ppm Pb. Dibandingkan dengan tanaman lainnya kangkung memiliki toleransi dalam penyerapan logam berat.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Desa Pilang Kecamatan Wonoayu Kabupaten Sidoarjo. Penelitian dilaksanakan pada ketinggian 23–32 mdpl dengan suhu rata-rata per bulan $27,5^{\circ}$ C. Penelitian dilaksanakan pada bulan April hingga bulan Mei 2014. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah polybag ukuran 30cmx30cm, cangkul, cetok, meteran, label, bambu, timbangan analitik, dan oven. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kangkung varietas lokal, endapan lumpur Sidoarjo, tanah, dan pupuk kandang yang berasal dari kotoran ayam.

Percobaan ini menggunakan metode RAK (Rancangan Acak Kelompok) dengan 9 perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali. T₀= Tanah; T₁= Lumpur Sidoarjo; T₂= Tanah+Lumpur Sidoarjo (1:1); T₃= Tanah + Pupuk Kandang (1:1); T₄= Lumpur Sidoarjo + Pupuk Kandang (1:1); T₅= Lumpur Sidoarjo + Pupuk Kandang (0,5:1,5); T₆= Lumpur Sidoarjo + Tanah + Pupuk Kandang (0,5:1:0,5); T₇= Lumpur Sidoarjo + Tanah + Pupuk Kandang (1:0,5:0,5); T₈= Lumpur Sidoarjo + Tanah + Pupuk Kandang (0,5:0,5:1) Setiap perlakuan terdiri dari 8 tanaman, 2 tanaman untuk pengamatan destruktif, 4 tanaman untuk pengamatan panen.

Pengamatan destruktif dilakukan mulai pada tanaman 14 hst, 21 hst dan 28 hst. Setiap kali pengamatan diamati 2 tanaman contoh, variabel yang diamati adalah (1) Bobot segar total per tanaman (g/tanaman) yang diperoleh dengan menimbang seluruh bagian tanaman dengan akar terlebih dahulu dibersihkan dari tanah yang masih menempel. (2) Bobot kering total per tanaman (g/tanaman) yang diperoleh dengan menimbang bagian akar batang dan daun tanaman setelah di oven dengan suhu 80°C selama 2 x 24 jam. (3) Jumlah daun yang diperoleh dengan menghitung jumlah daun yang telah membuka sempurna. (4) Luas daun per tanaman (cm²), ditentukan dengan menggunakan Leaf Area Meter (LAM). Cara mengukur masing-masing luas daun dengan cara meletakkan daun pada plastik LAM. (5) Bobot segar akar, diperoleh dengan menimbang bagian akar yang terlebih dahulu dibersihkan dari tanah yang masih menempel. (6) Bobot kering akar, diperoleh dengan menimbang bagian akar setelah dioven dengan suhu 80°C hingga beratnya konstan.

Pengamatan panen dilakukan hanya sekali pada umur 28 hst. Variabel pengamatan panen antara lain: (1) Bobot segar total per tanaman (g), diperoleh dengan menimbang bobot segar total tanaman termasuk akar, batang daun per tanaman. (2) Analisis kandungan tanaman, dilakukan setelah panen untuk mengetahui kadar logam berat pada jaringan tanaman kangkung. (3) Berat kering pucuk dan akar,

ditimbang pada akhir penelitian. Pengamatan ini dilakukan dengan cara menimbang berat akar dan berat pucuk yang telah dikeringkan dalam oven dengan suhu 80°C hingga beratnya konstan. (4) Serapan logam pada tajuk dan akar tanaman, kemampuan tanaman dalam meremediasi logam dalam tanah dapat dilihat dari nilai TF (*Translocation Factor*), BAC (*Bioaccumulation Factor*) dan BCF (*Bioaccumulation Concentrate Factor*). Ketiga nilai tersebut dapat digunakan dalam melihat kemampuan tumbuhan dalam mengekstraksi suatu logam yang mencemari tanah dan disimpan dalam tajuk tanaman, dimana nilai TF>1 dan nilai BAC>BCF disebut sebagai tanaman fitoekstraktor (Yoon *et al.*, 2006). TF = Konsentrasi logam berat pada tajuk tanaman/ Konsentrasi logam berat pada akar tanaman; BAC = Konsentrasi logam berat pada tajuk tanaman/ Konsentrasi logam berat pada tanah; BCF = Konsentrasi logam berat pada akar tanaman/ Konsentrasi logam berat pada tanah. Data yang telah diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (Uji F). Apabila terdapat pengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji perbandingan menggunakan uji Duncan dengan taraf kepercayaan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Lumpur Sidoarjo

Fitoremediasi adalah pemanfaatan tumbuhan, mikroorganisme untuk meminimalisasi dan mendetoksifikasi bahan pencemar, karena tanaman mempunyai kemampuan menyerap logam berat dan mineral yang tinggi atau sebagai fitoakumulator dan fotochelator (Elvira *et al.*, 2012). Fitoremediasi selain untuk menghilangkan atau mobilisasi logam dalam tanah yang terkontaminasi, juga dapat meningkatkan atau mempertahankan struktur dan kesuburan tanah (Watanabe, 1997). Berdasarkan analisa tanaman menggunakan metode spektrofotometri XRF didapatkan hasil analisa kandungan berbagai unsur dan logam pada semua bagian tanaman pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1 Hasil Analisa Kandungan Lumpur Sidoarjo Awal

Parameter	Kadar (%)	Metode
Al	9,6	Spektrofotometri XRF
Si	26,9	Spektrofotometri XRF
S	1,3	Spektrofotometri XRF
P	0,54	Spektrofotometri XRF
K	4,15	Spektrofotometri XRF
Ca	6,93	Spektrofotometri XRF
Ti	2,32	Spektrofotometri XRF
V	0,13	Spektrofotometri XRF
Cr	0,13	Spektrofotometri XRF
Mn	0,73	Spektrofotometri XRF
Fe	44,1	Spektrofotometri XRF
Ni	1,39	Spektrofotometri XRF
Cu	0,26	Spektrofotometri XRF
Zn	0,1	Spektrofotometri XRF
Sr	0,91	Spektrofotometri XRF
Eu	0,4	Spektrofotometri XRF
Re	0,3	Spektrofotometri XRF

Tabel 2 Hasil Analisa Kandungan Berbagai Unsur Pada Seluruh Bagian Tanaman Kangkung Pada Saat Panen

Perlakuan	Hasil Analisa Tanaman										
	Ni %	Cu %	Zn %	Sr %	Eu %	Re %	Br %	Mo %	Ba %	Rb %	Yb %
T ₀	2,88	0,61	0,2	-	0,2	0,7	-	8,34	0,3	-	-
T ₁	1,91	0,5	0,1	0,72	0,1	0,4	1,2	8,99	0,3	-	-
T ₂	2,02	0,48	0,2	-	0,2	0,5	1,1	8,04	-	-	-
T ₃	2,08	0,41	0,2	-	0,2	0,4	-	5,31	-	-	-
T ₄	2,18	0,49	0,2	-	0,5	0,3	0,41	2,1	0,2	-	-
T ₅	1,6	0,44	0,2	-	0,4	0,3	-	1	0,3	0,49	0,63
T ₆	1,66	0,42	0,1	-	0,11	0,4	0,4	6,05	0,3	-	-
T ₇	1,75	0,45	0,1	-	0,2	0,5	0,66	6,13	0,2	-	-
T ₈	1,7	0,39	0,25	-	0,3	0,3	-	2	0,11	-	0,3

Tabel 3 Lanjutan Hasil Analisa Kandungan Berbagai Unsur Pada Seluruh Bagian Tanaman Kangkung Pada Saat Panen

Perlakuan	Hasil Analisa Tanaman										
	Al %	Si %	S %	P %	K %	Ca %	Ti %	V %	Cr %	Mn %	Fe %
T ₀	-	1,7	-	1,4	31,3	42,1	0,90	-	0,18	2,5	6,85
T ₁	11	4	-	2,1	18,7	33,7	1,1	0,06	0,13	1,1	13,9
T ₂	-	2	-	1,5	47,1	27,1	0,88	-	0,13	1,3	7,54
T ₃	-	-	-	0,95	57,5	26,8	0,54	-	-	2,3	3,27
T ₄	-	-	0,97	1,4	57,1	28,8	0,54	-	0,14	1,7	3,11
T ₅	-	-	1,1	1,5	65,3	20,9	0,45	-	-	1,5	3,62
T ₆	-	1,5	-	1,5	48,7	29,6	0,7	-	-	1,5	7,02
T ₇	-	1,6	-	1,2	51,7	26,5	0,67	-	-	1,5	6,88
T ₈	-	-	0,9	1,3	61,3	22,5	0,83	0,03	0,15	1,7	6,48

Keterangan: n= 9, T₀= Tanah, T₁= Lumpur Sidoarjo, T₂= Tanah+Lumpur Sidoarjo (1:1), T₃= Tanah+Pupuk Kandang (1:1), T₄= Lumpur Sidoarjo+Pupuk Kandang (1:1), T₅= Lumpur Sidoarjo+Pupuk Kandang (0,5:1,5), T₆= Lumpur Sidoarjo+Tanah+Pupuk Kandang (0,5:1:0,5), T₇= Lumpur Sidoarjo+Tanah+Pupuk Kandang (1:0,5:0,5), T₈= Lumpur Sidoarjo+Tanah+Pupuk Kandang (0,5:0,5:1).

Penelitian ini menggunakan tanaman kangkung darat (*Ipomea reptans* Poir) yang merupakan tanaman yang mampu tumbuh disekitar daerah yang lumpur Sidoarjo. Media tanam yang digunakan selain endapan lumpur Sidoarjo adalah tanah dan pupuk kandang kotoran ayam. Tanah dan pupuk kandang kotoran ayam selain sebagai media tanam juga untuk mengurangi plastisitas pada endapan lumpur, mengurangi kandungan logam pada lumpur Sidoarjo dan sebagai penyedia unsur hara.

Hasil analisa kandungan lumpur Sidoarjo pada Tabel 1 sebelum fitoremediasi logam yang paling mendominasi adalah Al dan Fe. Berdasarkan Tabel 2 & 3 tanaman kangkung paling banyak mengangkut Al dari Lumpur Sidoarjo ke dalam tanaman, sedangkan Fe hanya sedikit yang dapat diserap oleh tanaman kangkung darat pada perlakuan endapan lumpur Sidoarjo. Berdasarkan Tabel 3. tanaman kangkung darat pada perlakuan yang menggunakan campuran dari endapan lumpur Sidoarjo memiliki kandungan logam berat pada tanaman yang membahayakan bagi kesehatan. Dan pada hasil analisa tersebut dapat diketahui tingkat Kadar logam tanaman kangkung pada perlakuan

endapan lumpur Sidoarjo dapat menyerap logam dengan jumlah tinggi dibandingkan dengan logam yang lain. Pada perlakuan tersebut juga paling banyak mengekstraksi logam Fe dan Al dibandingkan dengan perlakuan lain yang mendapatkan tambahan tanah dan pupuk kandang pada media tanamnya. Pada perlakuan yang mendapat tambahan pupuk kandang menunjukkan hasil kandungan logam yang rendah dalam tanaman. Hal tersebut membuktikan bahwa pupuk kandang kotoran ayam dapat bermanfaat dalam mengurangi logam berat yang bersifat racun bagi tanaman. Hal tersebut sesuai dengan penelitian (Widowati, *et al.*,2005).

Serapan logam pada tajuk dan akar tanaman

Hasil analisis ragam serapan logam pada tajuk dan akar tanaman kangkung darat menunjukkan bahwa nilai dari TF (*Translocation Factor*), BAC (*Bioaccumulation Factor*) dan BCF (*Bioaccumulation Concentrate Factor*) Fe dan Al berbeda nyata pada setiap perlakuan. Tingkat ekstraksi dari tanaman yang digunakan untuk meremediasi tanah yang tercemar dapat diukur dengan TF, BAC dan BCF yang disajikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Serapan logam Fe dan Al pada tajuk dan akar tanaman kangkung darat

Perlakuan	TF		BCF		BAC	
	Fe	Al	Fe	Al	Fe	Al
T ₀	2,83 ab	0,00 a	0,08 ab	0,00 a	0,02 abc	0,00 a
T ₁	3,13 abc	3,09 b	0,09 abc	0,35 b	0,02 abc	0,07 b
T ₂	3,12 abc	0,00 a	0,09 abc	0,00 a	0,02 abc	0,00 a
T ₃	2,10 ab	0,00 a	0,06 ab	0,00 a	0,01 ab	0,00 a
T ₄	1,34 a	0,00 a	0,04 a	0,00 a	0,02 a	0,00 a
T ₅	2,11 ab	0,00 a	0,06 ab	0,00 a	0,02 a	0,00 a
T ₆	5,08 c	0,00 a	0,15 c	0,00 a	0,03 bc	0,00 a
T ₇	5,14 c	0,00 a	0,15 c	0,00 a	0,04 c	0,00 a
T ₈	3,90 bc	0,00 a	0,12 bc	0,00 a	0,02 abc	0,00 a
JND 5%	*	*	*	*	*	*

Keterangan: n= 9, Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji JND 5%; tn= tidak nyata; hst= hari setelah tanam; T₀= Tanah, T₁= Lumpur Sidoarjo, T₂= Tanah + Lumpur Sidoarjo (1:1), T₃= Tanah + Pupuk Kandang (1:1), T₄= Lumpur Sidoarjo + Pupuk Kandang (1:1), T₅= Lumpur Sidoarjo+Pupuk Kandang (0,5:1,5), T₆= Lumpur Sidoarjo + Tanah + Pupuk Kandang (0,5:1:0,5), T₇= Lumpur Sidoarjo + Tanah + Pupuk Kandang (1:0,5:0,5), T₈= Lumpur Sidoarjo + Tanah + Pupuk Kandang (0,5:0,5:1).

Kangkung darat hanya dapat memfitoremediasi logam Al pada perlakuan media tanam lumpur Sidoarjo. Akan tetapi tanaman kangkung darat tidak dapat mengekstraksi logam Al pada perlakuan yang diberikan penambahan tanah dan pupuk kandang.

Untuk mengetahui tanaman yang ditanam merupakan tanaman fitoekstraksi atau fitostabilisasi dilihat dari nilai BAC dan TF. Apabila nilai TF dari tanaman tersebut memiliki nilai lebih dari 1 dan nilai BAC lebih besar dari nilai BCF (Tabel 4) maka tanaman tersebut termasuk dalam tanaman yang mampu mengekstraksi logam berat. Sedangkan apabila nilai TF kurang dari 1 dan nilai BAC lebih rendah dari nilai BCF, maka tanaman tersebut termasuk dalam tanaman fitostabilisasi. Berdasarkan perhitungan pada Tabel 4 diatas, nilai TF lebih dari 1 dan nilai BAC lebih tinggi dari nilai BCF, maka tanaman kangkung darat tergolong kedalam tanaman yang memiliki kemampuan sebagai fitoekstraktor logam Fe dan Al pada lumpur Sidoarjo. Pada semua perlakuan nilai BCF logam Fe tertinggi pada perlakuan lumpur Sidoarjo+tanah+pupuk kandang dengan perbandingan (1:0,5:0,5) sebesar 0,04. Sedangkan BCF logam Al tertinggi pada perlakuan lumpur Sidoarjo sebesar 0,07. Nilai ini menunjukkan bahwa kemampuan tanaman untuk mengakumulasi logam yang berada di tanah menuju ke dalam akar tanaman kangkung darat. Untuk nilai TF logam Fe tertinggi pada perlakuan lumpur Sidoarjo+tanah+pupuk kandang dengan perbandingan (1:0,5:0,5) sebesar 5,14. Sedangkan BCF logam Al tertinggi pada perlakuan lumpur Sidoarjo sebesar 3,09. Nilai TF menunjukkan bahwa tanaman kangkung darat termasuk sebagai tanaman ekstraktor untuk logam Fe dan Al. Sedangkan nilai BAC merupakan nilai untuk menunjukkan konsentrasi logam Fe dan Al yang terakumulasi pada tajuk tanaman dengan konsentrasi Fe dan Al pada tanah. Dari ketiga nilai pada Tabel 4, disimpulkan bahwa tanaman kangkung darat termasuk sebagai tanaman fitoekstraktor logam Fe dan Al.

Berdasarkan penelitian Salt, (1998) menyimpulkan bahwa Genus *Ipomea* mampu menyerap unsur Fe dengan waktu penyerapan optimum. Berdasarkan hasil analisa tanaman kangkung darat pada setiap perlakuan dapat dikatakan bahwa tanaman kangkung darat berpotensi dalam remediasi tanah yang mengandung logam berat Al dan Fe dalam lumpur Sidoarjo. Penjelasan tersebut ditambahkan menurut Fitter and Hay (1991) bahwa tumbuhan memiliki kemampuan untuk menyerap ion dari lingkungannya kedalam tubuh melalui membrane sel. Dua sifat penyerapan ion oleh tumbuhan adalah faktor konsentrasi, dimana kemampuan tumbuhan dalam menyerap ion sampai tingkat konsentrasi tertentu, bahkan dapat mencapai beberapa tingkat lebih besar dari konsentrasi ion di dalam mediumnya, dan perbedaan kuantitatif akan kebutuhan hara yang berbeda pada tiap jenis tumbuhan.

Pertumbuhan Tanaman Kangkung Darat

Pertumbuhan tanaman juga sebagai parameter bagaimana logam dari lumpur Sidoarjo dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman kangkung darat. Produksi biomassa merupakan salah satu parameter yang digunakan dalam keberhasilan fitoremediasi. Dari penelitian ini didapat data biomassa tanaman saat panen dan dioven pada suhu 40⁰ C.

tanaman kangkung darat pada perlakuan lumpur Sidoarjo menunjukkan produksi biomassa yang paling rendah pada setiap pengamatan hingga panen dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Daun yang dibentuk berjumlah sedikit dan berukuran kecil menyebabkan produk fotosintesis yang dihasilkan sedikit sehingga pati yang dihasilkan juga hanya sedikit. Sedangkan produksi biomassa pada perlakuan lainnya selain perlakuan lumpur Sidoarjo mendapatkan hasil biomassa tanaman yang tinggi. Oleh karena itu untuk meningkatkan biomassa tanaman maka dapat dilakukan pencampuran media tanam tanah, lumpur Sidoarjo, dan pupuk kandang dengan perbandingan yang tepat agar dapat menghasilkan biomassa yang optimal.

Tabel 5 Biomassa Total Tanaman

Perlakuan	Biomassa total tanaman (gram)		
	14 hst	21 hst	28 hst
T ₀	0,16 abc	0,33 ab	0,72 ab
T ₁	0,09 ab	0,25 a	0,37 a
T ₂	0,20 abc	0,38 ab	0,68 ab
T ₃	0,36 d	0,95 d	1,20 b
T ₄	0,08 a	0,40 ab	0,70 ab
T ₅	0,08 a	0,36 ab	0,87 ab
T ₆	0,23 bcd	0,51 abc	1,11 b
T ₇	0,26 cd	0,80 cd	1,35 b
T ₈	0,21 abc	0,63 bc	1,01 ab
JND 5%	*	*	*

Keterangan: n= 9, Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji JND 5%; hst= hari setelah tanam; T₀= Tanah, T₁= Lumpur Sidoarjo, T₂= Tanah + Lumpur Sidoarjo (1:1), T₃= Tanah + Pupuk Kandang (1:1), T₄= Lumpur Sidoarjo + Pupuk Kandang (1:1), T₅= Lumpur Sidoarjo+Pupuk Kandang (0,5:1,5), T₆= Lumpur Sidoarjo + Tanah + Pupuk Kandang (0,5:1:0,5), T₇= Lumpur Sidoarjo + Tanah + Pupuk Kandang (1:0,5:0,5), T₈= Lumpur Sidoarjo + Tanah + Pupuk Kandang (0,5:0,5:1).

Kandungan logam yang tinggi juga memengaruhi biomassa tanaman kangkung darat, semakin tinggi kandungan logam pada tanaman maka semakin menurunkan biomassa tanaman kangkung darat. Ada beberapa tanaman fitoremediasi yang mampu mengakumulasi logam berat dalam jumlah besar namun tidak diimbangi dengan biomassa yang meningkat, namun ada beberapa tanaman yang mampu mengakumulasi logam berat dalam jumlah besar, dengan menghasilkan biomassa yang rendah. Tanaman kangkung darat pada penelitian ini menunjikan bahwa dengan meningkatnya logam berat dalam tanaman, maka biomassa pada tanaman kangkung semakin rendah. Dengan hasil analisis logam Fe dan Al pada tanah, tajuk dan akar tanaman kangkung didapat nilai BAC, BCF dan TF dalam menentukan kemampuan tanaman kangkung dalam meremediasi lumpur Sidoarjo. Semua perlakuan menunjikan bahwa tanaman kangkung memiliki nilai TF >1. Nilai TF menunjikan kemampuan tanaman dalam mentranslokasikan logam dari akar tanaman ke tajuk tanaman. Tanaman kangkung dengan nilai TF >1 menunjikan bahwa tanaman termasuk fitoekstraksi dengan akumulasi logam yang terkonsentrasi di tajuk lebih besar dibanding pada akar tanaman (Yoon *et al.*, 2006). Selain dari nilai TF, nilai BCF yang

merujuk pada akar juga sebagai parameter untuk mengetahui kemampuan tanaman dalam meremediasi lumpur Sidoarjo. Nilai BCF menunjikan kurang dari 1 dan nilai BAC yang merujuk pada tajuk tanaman menunjikan nilai lebih tinggi dibandingkan dengan nilai BCF, hal tersebut menunjikan bahwa tanaman kangkung termasuk tanaman fitoekstraktor untuk logam Fe dan Al pada lumpur Sidoarjo.

KESIMPULAN

Tanaman kangkung darat berpotensi sebagai fitoremediator endapan lumpur Sidoarjo dengan kemampuan menyerap logam berat Fe 13,9 % dan Al 11 %. Tanaman kangkung yang ditanam pada media lumpur Sidoarjo akan menyerap logam dan menghasilkan bobot tanaman terendah 5,07 g/tanaman. Pemberian media tambahan tanah dan pupuk kandang pada media lumpur Sidoarjo dengan perbandingan (0,5:0,5:1) dapat menurunkan serapan logam dan mampu meningkatkan hasil tanaman hingga 16,63 g/ tanaman dengan Al 0% dan Fe 6,88%, dibandingkan media tanah sebesar 8,37 g/ tanaman dengan Fe 6,85% dan Al 0%. Tanaman kangkung darat yang dibudidayakan di sekitar lumpur Sidoarjo sebaiknya tidak dikonsumsi karena kandungan Fe dan Al

yang lebih tinggi dari batas keamanan pangan untuk konsumsi sebesar Fe 1 ppm dan Al 1 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiyen. 2004.** Importance of Root Growth Parameters to Cd and Zn Acquisition by Non hyperaccumulator and hyperaccumulator Plants. Dissertation University of Hohenhein, Institute of Plants Nutrition, Verlag Graner- Meuren-Stuttgart.
- Baker, A.J.M. and S.N. Whiting. 2002.** In Search of Holy grail a Further Step in Understanding Metal Hyperaccumulation. *Journal New Phytol.* 155:1-4.
- Elvira, T.H., I. Ishak dan S. Nita. 2012.** Fitoremediasi Pada Media Tanah yang Mengandung Cu dengan Tanaman Kangkung darat. *Jurnal Sainstek.* 6 (6): 578-693.
- Fitter, A. H. and R. KM. Hay. 1991.** Fisiologi Lingkungan Tanaman. (diterjemahkan oleh: Sri Andani dan E.D. Purbayanti). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. p. 67.
- Grusak, M.A., J.N Pearson and E. Marentes. 1999.** The physiology of Micronutrient Homeostasis in Field Crops. *Journal Field Crop Research.* 60:41-56.
- Lasat, M. M. 2000.** Phytoextraction of Metal from Contaminated Soil: A Review of Plant /Soil/ Metal interaction and Assessment of Pertinent Agronomic Issues. *Journal Hazard. Subs.Res.2:* 5 – 25.
- Liong, S., A. Noor., P. Taba., and H. Zubair. 2009.** Dinamika Akumulasi Kadmium Pada Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* Poir). *Jurnal Indonesia Chimica Acta, ISSN 2085-014X.* 2(1): 1-7.
- Salt, D.E., R. D. Smith and I. Raskin. 1998.** Phytoremediation. *Ann. Rev. Journal Plant Mol Biol.* 49: 643-668.
- Van Assche, F. and H. Clijsters. 1986.** Inhibition of photosynthesis in *Phaseolus vulgaris* by Treatment With Toxic Concentration of Zinc: effect on ribulose-1,5-biphosphate carboxylase/oxygenase. *Journal of Plant Physiology.* 125, 355-360.
- Watanebe, H., S. Aiba. 1997.** Flow characteristics of a bluff body cut from a circular cylinder. *Journal of Fluids Engineering.* 119: 453-457.
- Widowati, L.R., Sri Widati, U. Jaenudin, dan W. Hartatik. 2005.** Pengaruh Kompos Pupuk Organik yang Diperkaya dengan Bahan Mineral dan Pupuk Hayati terhadap Sifat-sifat Tanah, Serapan Hara dan Produksi Sayuran Organik. Laporan Proyek Penelitian Program Pengembangan Agribisnis, Balai Penelitian Tanah, TA 2005.
- Yoon, J., X. Cao., Q. Zhou., and Q. Ma. Lena. 2006.** Accumulation of Pb, Cu, and Zn in Native Plants Growing on a Contaminated Florida site, *Journal Science of the Environment,* 368 (2006):456-464.