

**PENGARUH BAHAN ORGANIK PADA TAILING EMAS TERHADAP  
PERTUMBUHAN DAN TRANSLOKASI MERKURI (Hg)  
PADA SAWI (*Brassica parachinensis* L.) DAN  
TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill.)**

**Incorporating organic matter into gold tailing and its impact on growth and  
mercury (Hg) uptake by chinese cabbage (*Brassica parachinensis* L.) and  
tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.)**

**Nur Ainun<sup>1)</sup>, Aiyen<sup>2)</sup>, Sakka Samudin<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Mahasiswa Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu

<sup>2)</sup> Staf Dosen Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu

Email: ainsyahrilgo@gmail.com

**ABSTRACT**

Gold mining often has negative impact when amalgamation process uses mercury to capture fine gold. Later, tailing will be disposed or deposited. This will cause environmental problems and might contaminate to food cycle. Plant could be well grown on a contaminated land due to its adaptation ability. It could adapt to contaminants by exclude or take up the contaminants. This study aims to examine the adaptive/tolerant level of chinese cabbage and tomato if grown in gold tailing besides their ability to translocate Hg. Total of 6 treatments with 3 repetitions was determined for each plant species. The treatments were namely tailing only, tailing mixed with anorganic fertilizer (100 mg N, 50 mg P, and 50 mg K kg<sup>-1</sup> tailing), tailing with a mixture of chicken manure, tailing with a mixture of dried seaweed, tailing with a low dose of anorganic fertilizer (50 mg N, 25 mg P and 25 mg K kg<sup>-1</sup> tailing), and non tailing soil mixed with low doses of N, P, K fertilizer. Chinese and tomato, each has 18 units; 18 for Chinese cabbage and 18 for tomato. Dose of dried seaweed and chicken manure was 5g kg<sup>-1</sup> tailing or soil. Statistical analysis was using one-way ANOVA and tested to HSD. Chinese cabbage and tomato which were grown on tailing with concentration of 85 700 ng g<sup>-1</sup> Hg, has taken up 17 477 and 6 281 ng g<sup>-1</sup>, respectively. Chinese cabbage is very efficient to remove Hg contaminants, at least 68 planting times more efficient than tomato. Incorporate N, P, K into tailing contributed negatively to the growth of both plants species, however chicken manure improved growth but reduced Hg uptake.

**Key words:** mercury, chinese cabbage, tomato, adaptive

**ABSTRAK**

Pertambangan emas yang menggunakan metode arsenik dan merkuri dalam proses pemurnian akan selalu menimbulkan dampak lingkungan. Sisa tanah hasil penambangan (tailing) akan dibuang atau didepositkan, dan akan menimbulkan masalah lingkungan dan juga mencemari pangan. Tanaman yang ditumbuhkan pada lahan terkontaminasi dapat bersifat adaptif terhadap kontaminan tetapi tidak mentranslokasikan, ataupun bersifat adaptif dan mentranslokasikan dengan dan tanpa translokasi kontaminan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji sifat adaptif/toleran Sawi dan Tomat jika ditanam pada tanah tercemar merkuri dan juga kemampuan translokasi merkuri. Total 6 perlakuan dengan 3 kali pengulangan ditentukan untuk setiap jenis tanaman supaya dapat menarik kesimpulan penelitian, seperti perlakuan tanah tailing saja, tanah tailing campur pupuk (100 mg N, 50 mg P, dan 50 mg K), tanah tailing dengan kotoran ayam, tanah tailing dengan campuran rumput laut, tanah tailing dengan dosis pupuk rendah (50 mg N, 25 mg P dan 25 mg K), dan tanah non tailing yang dicampur pupuk N,P,K dosis rendah. Untuk sawi dan tomat digunakan masing-masing 18 unit percobaan untuk tomat. Dosis rumput laut maupun kotoran ayam adalah 5g kering angin kg<sup>-1</sup> tanah. Statistik menggunakan analisa Anova 1 arah dengan uji lanjut BNJ. Sawi yang tumbuh pada

tanah tailing terkontaminasi  $85.700 \text{ ng g}^{-1}$  mentranslokasikan Hg hingga  $17.477 \text{ ng g}^{-1}$  dan hanya  $6.281 \text{ ng g}^{-1}$  pada tomat. Efisiensi Sawi sangat tinggi untuk membersihkan kontaminan Hg, minimal 68 kali lebih efisien dari tomat. Pemberian N, P, K pada tanah tailing berkontribusi negatif pada pertumbuhan tanaman berbeda dengan pemberian bahan organik asal kotoran ayam yang memberikan kontribusi positif pada pertumbuhan sawi maupun tomat, juga menurunkan penyerapan Hg.

**Kata Kunci** : merkuri, sawi, tomat, adaptif

## PENDAHULUAN

Pertambangan secara umum menimbulkan pencemaran baik pada tanah maupun lingkungannya dan pertambangan rakyat sering tidak diikuti dengan rehabilitasi lahan setelah tambang. Besarnya manfaat ekonomi dari eksploitasi emas tersebut tidak akan dapat menutupi dampak negatif yang ditimbulkan bagi lingkungan dan kesehatan masyarakat (cost lingkungan lebih tinggi dari benefit) sekitarnya jika tidak dikelola dengan baik. Proses penambangan dan ekstraksi mineral terutama emas yang menggunakan berbagai bahan kimia terutama Merkuri (Hg) dan Sianida (CN) dapat merusak lingkungan dan berbahaya bagi kesehatan penambang dan juga makhluk hidup lainnya (makhluk mikro dan makro).

Pertambangan rakyat di kota Palu marak dilakukan di Desa Paboya, Kec. Palu Timur, masuk wilayah administratif kota Palu. Pertambangan rakyat ini menggunakan Merkuri dan juga Sianida. Aktivitas tambang dilakukan pada daerah DAS dan juga sungai. Pencemaran limbah merkuri dan sianida diprediksi meningkat dari waktu ke waktu. Paparan bukan hanya terjadi pada lingkungan tetapi juga pada penambang. Dari hasil pemeriksaan darah terhadap para penambang, ditemukan kadar paparan Merkuri sebesar  $22,5 \text{ mg l}^{-1}$  berada di atas ambang batas  $10 \text{ mg l}^{-1}$  dan pada masyarakat  $14,3 \text{ mg l}^{-1}$  dalam darah mengandung merkuri. Sedangkan pada rambut penambang  $32,4 \text{ mg l}^{-1}$  melebihi ambang batas  $20 \text{ ug l}^{-1}$  dan pada masyarakat juga melebihi ambang batas yakni  $28,6 \text{ ug l}^{-1}$  (Yeni, 2011). Badan Lingkungan Hidup Provinsi Sulawesi Tengah pada bulan Maret 2011 melaporkan konsentrasi merkuri pada air tanah masih aman dikonsumsi, antara

$0,004$  hingga  $0,006 \text{ mg l}^{-1}$  dan masih dibawah baku mutu  $0,5 \text{ mg l}^{-1}$ . Namun air sungai Poboya bagian tengah sangat berbahaya karena nilai Merkurnya  $0,0037 \text{ mg l}^{-1}$  melebihi standar baku mutu klas 2 yakni  $0,002 \text{ mg l}^{-1}$ . Pada pertengahan tahun 2011, diperkirakan jumlah penambang di tambang rakyat tersebut mencapai 5000 orang dengan jumlah tromol beroperasi berkisar 20.000 unit, dan setiap unit menggunakan Merkuri  $0,5 \text{ kg hari}^{-1}$  (Yeni, 2011). Merkuri yang menguap diudara juga merupakan kontribusi pencemaran, karena presipitasi nantinya merupakan sumber sumbangan Merkuri pada tanah dan air (Andersson, 1967).

Keterkaitan pencemaran lingkungan dengan pertanian sangat erat, dimana lingkungan yang tercemar akan menghasilkan produk pertanian yang tercemar juga, khususnya jika tanaman yang ditanam pada lahan tercemar adalah tanaman dari jenis "*includer/penyerap*" kontaminan. Pemilihan spesies tanaman yang tepat yang diusahakan di daerah pertambangan menjadi tantangan tersendiri. Hal ini untuk menghindari bioakumulasi pencemaran bagi konsumen pangan itu sendiri. Sisi lain, diketahui juga beberapa spesies tanaman (dikenal sebagai *excluder*) tidak menyerap kontaminan (logam berat) walaupun tumbuh di tanah tercemar. Sehingga perlu dilakukan seleksi tanaman yang cocok ditumbuhkan di lahan tercemar (jika lahan tercemar logam dijadikan lahan pertanian produktif) dan teknologi tepat guna dalam produksi pertanian seperti mempelajari interelasi tanah tercemar merkuri dan pertumbuhan tanaman pada tanah terkontaminasi. Tanah yang terkontaminasi merkuri hingga beberapa ribu mg sering ditemukan pada daerah industri dan pertambangan (Biester

dan Scholz, 1997; Reis *et al.*, 2009). Kontaminan pada media tanah, tingkat akuisisi oleh tanaman sering ditentukan oleh konsentrasi bahan organik tanah (Walker *et al.*, 2003; Walker *et al.*, 2004). Sumber amelioran bahan organik pada tanah dapat menggunakan kompos heterogen (kompos dengan campuran berbagai material) maupun homogen (kompos dengan material tunggal), ataupun bahan organik segar tanpa melalui proses pengomposan.

Menurut Basmal *et al.*, (2009) rumput laut tidak hanya dapat digunakan sebagai bahan pangan tetapi juga dapat digunakan sebagai pupuk organik karena rumput laut banyak mengandung trace mineral (Fe, B, Ca, Cu, Cl, K, Mg, dan Mn) dan juga zat pengatur tumbuh (ZPT) seperti auksin, sitokinin, dan giberilin yang berguna untuk memacu pertumbuhan dan meningkatkan produksi tanaman. Kandungan ZPT tersebut banyak terdapat pada thallus (batang) rumput laut.

Kemajuan sains dan teknologi telah memungkinkan potensi komoditas rumput dimanfaatkan di berbagai bidang, seperti bidang farmasi, bidang kedokteran, bidang peternakan, bidang Industri, dan bidang pertanian. Rumput laut juga digunakan dalam bidang pertanian yaitu sebagai bahan pupuk organik. Rumput laut mengandung zat pengatur tumbuh tanaman sehingga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman pertanian. Selain itu rumput laut juga mengandung gel yang mempunyai kemampuan menyerap air sehingga dapat menambah kelembaban apabila digunakan sebagai pupuk organik kapasitas penyimpanan dan penyerapan sel algae dengan ukuran potongan tertentu sangat berperan penting apabila dihubungkan dengan aplikasinya di bidang pertanian (Soegiarto, 1978).

Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan penelitian mengenai pengaruh bahan organik pada tanah tailing emas terhadap pertumbuhan dan penyerapan Hg pada tanaman Sawi dan Tomat.

Pada penelitian ini akan diuji toleransi tanaman tomat dan sawi terhadap pencemaran merkuri (Hg) dan juga tingkat akuisisi merkuri pada kedua tanaman tersebut

serta mengidentifikasi peranan BO (bahan organik) terhadap tingkat translokasi Hg pada tailing.

## BAHAN DAN METODE

Kedua tanaman ditumbuhkan di *Green House* Produksi Tanaman. Analisis merkuri juga kegiatan penelitian lainnya di lakukan di Lab Ilmu Tanah dan Lab Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako. Mulai bulan Juli sampai Desember 2012.

Bahan tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sawi hijau (*Brassica parachinensis* L.) dan tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Sedangkan tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah asal Desa Poboya, Kecamatan Palu Timur, penambangan emas rakyat, merupakan tailing (tanah yang telah diproses dan merupakan tanah sisa tambang). Tanah diberikan pupuk dasar sebelum ditanam yaitu pupuk P ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ), pupuk N ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), pupuk K (KCl), bahan organik asal rumput laut ataupun pupuk kandang (kotoran ayam) sesuai dosis, pot plastik (kapasitas 1,5 kg), dan kertas label.

Desain penelitian menggunakan rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri dari enam perlakuan antara lain: A = Tailing (tanpa N,P,K, tanpa bahan organik), B = Tailing + N,P,K (100 mg N, 50 mg P dan 50 mg K  $\text{kg}^{-1}$  tailing), C = Tailing + Kotoran Ayam (bo1), D = Tailing + Rumput Laut (bo2), E = Tailing +  $\frac{1}{2}$  dosis N,P,K (1/2 dari perlakuan 2) +  $\frac{1}{2}$  bo1 +  $\frac{1}{2}$  bo2, F = Tanah (bukan tailing) +  $\frac{1}{2}$  dosis N,P,K (1/2 dari perlakuan 2).

Dosis pemupukan dan bahan organik dalam percobaan ini diberikan seperti dosis berikut: N = 100 mg atau 50 mg  $\text{N kg}^{-1}$  tanah, P = 50 mg atau 25 mg  $\text{P kg}^{-1}$  tanah, K = 50 mg atau 25 mg  $\text{K kg}^{-1}$  tanah, bo1 = kotoran ayam = 5 g  $\text{kg}^{-1}$  tanah atau 2,5 g  $\text{kg}^{-1}$ , bo2 = rumput laut kering halus = 5 g  $\text{kg}^{-1}$  tanah atau 2,5 g  $\text{kg}^{-1}$ . Setiap percobaan diulang sebanyak 3 kali, sehingga diperoleh 36 unit percobaan. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan analisis keragaman

(ANOVA) dan jika diperoleh pengaruh yang nyata atau sangat nyata diuji lanjut menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Rata-rata Total Luas Daun Sawi dan Tomat.

Tabel 1. Rata rata Total Luas Daun Sawi dan Tomat (cm<sup>2</sup>)

Perlakuan <sup>1)</sup>	Rata rata Total Luas Daun Sawi (cm <sup>2</sup> )	Rata rata Total Luas Daun Tomat (cm <sup>2</sup> )
A	136.29 ± 80.01 <sup>ab2)</sup>	3.55 ± 0.67 <sup>a</sup>
B	198.18 ± 58.66 <sup>ab</sup>	4.14 ± 1.00 <sup>a</sup>
C	432.19 ± 315.97 <sup>b</sup>	11.48 ± 0.63 <sup>a</sup>
D	10.58 ± 0.60 <sup>a</sup>	3.03 ± 0.06 <sup>a</sup>
E	144.06 ± 66.02 <sup>ab</sup>	4.22 ± 1.00 <sup>a</sup>
F	467.06 ± 128.28 <sup>b</sup>	79.89 ± 28.40 <sup>b</sup>

- 1). A (tailing), B (tailing + N, P, K), C (tailing + kotoran ayam/bo1), D (tailing + rumputlaut/bo2), E (tailing + 1/2 N,P,K+ bo1+bo2), F (tanah bukan tailing+1/2 N, P, K).
- 2). Rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama pada masing-masing jenis tanaman tidak berbeda pada uji BNJ 5%.

Pada pengamatan luas daun, total luas daun tertinggi sawi yaitu 467.06 cm<sup>2</sup> dan 79.89 cm<sup>2</sup> pada tomat, didapat dari perlakuan tanah bukan tailing (non tailing/ tidak tercemar) dengan dosis N,P,K setengah dosis (Perlakuan F). Pada tanaman sawi perlakuan C (*tailing plus kotoran ayam*) dan F (*non tailing*) hanya berbeda nyata dengan perlakuan tanah tailing yang ditambahkan bahan organik berasal dari rumput laut (D), sedangkan pada tomat perlakuan F berbeda nyata dengan keseluruhan perlakuan lainnya. Tidak terjadinya beda nyata antar perlakuan

pada tanaman sawi mungkin disebabkan oleh deviasi yang tinggi antar perlakuan.

**Rata-rata Berat Basah Tajuk, Berat Kering Tajuk, Berat Kering Akar Sawi dan Tomat.** Berat basah dan kering tajuk tanaman sawi pada dasarnya memiliki tendensi yang sama (lihat Tabel 2), ditunjukkan oleh notasi statistik yang sama. Berat basah dan kering tajuk sawi yang terbaik sama seperti pada luas daun ada terdapat pada perlakuan F (*non tailing dengan dosis setengah NPK*). Perlakuan F yaitu tanah biasa (*tanah bukan tailing*) menunjukkan berat basah tajuk tertinggi, beda nyata dengan semua perlakuan lainnya kecuali dengan perlakuan C (*tailing plus kotoran ayam*). Berbeda dengan berat basah dan kering tajuk sawi, berat kering akar tidak berbeda nyata untuk semua perlakuan. Hal ini disebabkan oleh deviasi yang tinggi antar perlakuan.

Berat basah dan kering tajuk tomat pada secara umum juga memiliki tendensi yang sama, dimana F (*non tailing dengan NPK dosis setengah*) merupakan perlakuan terbaik dan C (*tailing plus kotoran ayam*) terbaik (Tabel 3). Perlakuan F berbeda sangat nyata dengan semua perlakuan lainnya pada berat basah. Pada berat kering tajuk walaupun F berbeda nyata dengan perlakuan A,B,D,E tetapi tidak dengan C. Tren yang agak berbeda didapat pada berat kering akar tomat, dimana perlakuan F (*non tailing dengan NPK dosis setengah*) tetap terbaik hanya berbeda nyata dengan perlakuan E (*tailing plus setengah dosis NPK, kotoran ayam dan rumput laut*) dan B (*tailing plus NPK full dosis*).

Tabel 2. Rata-rata Berat Basah Tajuk, Berat Kering Tajuk, Berat Kering Akar Sawi (g)

Perlakuan <sup>1)</sup>	Berat Basah Tajuk (g)	Berat Kering Tajuk (g)	Berat Kering Akar (g)
A	8.00 ± 3.61 <sup>a2)</sup>	0.93±0.45 <sup>a</sup>	0.39±0.15 <sup>a</sup>
B	16.90 ± 5.98 <sup>ab</sup>	1.52±0.57 <sup>ab</sup>	0.57±0.25 <sup>a</sup>
C	31.07 ± 11.06 <sup>bc</sup>	3.26±1.58 <sup>bc</sup>	0.59±0.40 <sup>a</sup>
D	2.37 ± 2.67 <sup>a</sup>	0.27±0.29 <sup>a</sup>	0.06±0.06 <sup>a</sup>
E	14.83 ± 5.15 <sup>ab</sup>	1.35±0.45 <sup>ab</sup>	0.25±0.11 <sup>a</sup>
F	47.06 ± 8.73 <sup>c</sup>	4.11±0.73 <sup>c</sup>	0.28±0.08 <sup>a</sup>

- 1). A (tailing), B (tailing + N, P, K), C (tailing + kotoran ayam/bo1), D (tailing + rumputlaut/bo2), E (tailing + 1/2 N,P,K+ bo1+bo2), F (tanah bukan tailing+1/2 N, P, K).
- 2). Rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama pada masing-masing jenis tanaman tidak berbeda pada uji BNJ 5%.

Tabel 3. Rata-rata Berat Basah Tajuk, Berat Kering Tajuk, Berat Kering Akar Tomat (g)

Perlakuan <sup>1)</sup>	Berat Basah Tajuk (g)	Berat Kering Tajuk (g)	Berat Kering Akar (g)
A	2.14± 1.86 <sup>a2)</sup>	0.31±0.27 <sup>a</sup>	0.11±0.08 <sup>ab</sup>
B	0.30± 0.04 <sup>a</sup>	0.04±0.01 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>
C	8.67± 4.92 <sup>a</sup>	1.39±0.82 <sup>ab</sup>	0.20±0.15 <sup>ab</sup>
D	1.32± 0.18 <sup>a</sup>	0.92±0.04 <sup>a</sup>	0.08±0.11 <sup>ab</sup>
E	2.12± 1.97 <sup>a</sup>	0.26±0.25 <sup>a</sup>	0.03±0.03 <sup>a</sup>
F	34.69±22.22 <sup>b</sup>	4.78±3.16 <sup>b</sup>	0.53±0.37 <sup>b</sup>

1). A (tailing), B (tailing + N, P, K), C (tailing + kotoran ayam/bo1), D (tailing + rumputlaut/bo2), E (tailing + 1/2 N,P,K+ bo1+bo2), F (tanah bukan tailing+1/2 N, P, K).

2). Rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama pada masing-masing jenis tanaman tidak berbeda pada uji BNJ 5%.

Tabel 4. Rata-rata Konsentrasi Hg Pada Tajuk Sawi dan Tomat (ng g<sup>-1</sup>)

Perlakuan <sup>1)</sup>	Konsentrasi Hg pada Sawi (ng g <sup>-1</sup> )	Konsentrasi Hg pada Tomat (ng g <sup>-1</sup> )
A	17477± 4020 <sup>b2)</sup>	6281±1534 <sup>b</sup>
C	2120± 290 <sup>a</sup>	2257± 337 <sup>a</sup>
F	778± 23 <sup>a</sup>	420± 53 <sup>a</sup>

1). A (tailing), C (tailing+kotoran ayam/bo1), F (tanah bukan tailing+1/2 N, P, K).

2). Rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama pada masing-masing jenis tanaman tidak berbeda pada uji BNJ 5%.

#### Rata-rata Konsentrasi Hg Pada Tajuk Sawi dan Tomat.

Perlakuan yang dianalisa konsentrasi merkuri (Hg) tajuknya hanya A (tailing), C (tailing dan kotoran ayam) dan F (non tailing dengan setengah dosis NPK). Tabel 4. menunjukkan hasil analisa, dimana membuktikan bahwa konsentrasi merkuri pada tajuk perlakuan F dan C baik pada tomat maupun sawi tidak berbeda nyata, tetapi berbeda sangat nyata dengan perlakuan A (tanah tailing). Sawi dan tomat yang ditanam pada tailing (A) memiliki konsentrasi merkuri tertinggi dibandingkan pada tanah tailing yang telah dicampurkan dengan kotoran ayam (C), dan tanah biasa (non tailing) F.

**Rata-rata Kandungan Hg Pada Tajuk Tanaman.** Kandungan suatu unsur pada bahagian tanaman adalah hasil perkalian konsentrasi unsur tersebut dengan berat biomassa kering bahagian tanaman tersebut. Kandungan tertinggi merkuri didapat pada

perlakuan A yaitu sebesar 15094 ng atau 15,094 mg Hg pada tajuk sawi, dan berbeda

Tabel 5. Rata-rata Kandungan Hg Pada Tajuk Sawi dan Tomat (ng)

Perlakuan <sup>1)</sup>	Kandungan Hg pada Sawi (ng)	Kandungan Hg pada Tomat (ng)
A	15094±4170 <sup>b2)</sup>	1675±1019 <sup>a</sup>
C	7004±3913 <sup>a</sup>	3308±2167 <sup>a</sup>
F	3190± 512 <sup>a</sup>	2065±1560 <sup>a</sup>

1). A (tailing), C (tailing+kotoran ayam/bo1), F (tanah bukan tailing+1/2 N, P, K).

2). Rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama pada masing-masing jenis tanaman tidak berbeda pada uji BNJ 5%.

nyata dengan C dan F. Kandungan Hg pada tomat berbeda dengan kandungan Hg pada sawi tanah tailing tidak menghasilkan kandungan yang berbeda nyata antar perlakuan (Tabel 5.).

Selama kurang lebih 20-30 tahun kandungan kimia pada tanaman telah digunakan dalam penelitian lingkungan untuk menggambarkan tingkat toksisitas elemen dalam emisi antropogenik, sebagai biomonitoring polusi udara, pemetaan biogeokimia, bioremediasi, dan eksplorasi mineral (Reimann et al., 2001; Migaszewski et al., 2001). Akar adalah jalur utama penyerapan unsur dalam tumbuhan tidak terkecuali pada kontaminan logam berat ataupun metaloid seperti merkuri. Kondisi fisik, biologi dan kimia lingkungan tumbuh dapat dimodifikasi sedemikian rupa agar unsur-unsur yang ditargetkan lebih tersedia untuk penyerapan. Sisi lain, akar juga dapat mencegah unsur beracun ini tidak terserap (Baker, 1981). Secara umum

urutan konsentrasi ion logam terserap tertinggi adalah daun, kemudian batang, rimpang akar dan akar adalah terendah, tetapi tergantung juga pada spesies tanaman dan titik jalur masuk kontaminan apakah melalui akar, stomata ataupun imbibisi lainnya (Windham et al., 2003).

Dalam penelitian ini, tailing emas (tanah sisa pengolahan tambang) yang digunakan memiliki kandungan  $85.700 \text{ ng g}^{-1}$  ataupun  $85,7 \text{ mg kg}^{-1}$ , sangat tinggi dibandingkan tanah pada lahan produksi misal di Inggris,  $0.13 \text{ mg kg}^{-1}$  (Environment Agency UK, 2007). Sawi dapat tumbuh dengan baik dan mentranslokasikan Hg ke tajuk oleh akar. Tanaman yang toleran terhadap keberadaan kontaminan pada media tumbuh ataupun atmosfer dapat tumbuh dengan baik, namun demikian belum tentu mentranslokasi kontaminan tersebut. Tanaman intoleran umumnya sulit tumbuh dengan baik, ataupun pertumbuhan yang baik hanya pada periode tertentu kemudian mengalami kerdil (*stunted growth*).

Sawi juga mampu mentranslokasikan merkuri jauh lebih tinggi daripada tomat dengan rata-rata  $17.477 \text{ ng g}^{-1}$  dan tomat hanya  $6.281 \text{ ng g}^{-1}$  jika di tumbuhkan pada tanah bekas tambang (tailing) yang ditambahkan pupuk dasar N, P, dan K. Tailing yang digunakan untuk menanam sawi dan tomat memiliki konsentrasi merkuri  $85.700 \text{ ng g}^{-1}$ . Untuk mengetahui berapa tinggi efektivitas tanaman Sawi dibandingkan Tomat dalam membersihkan pencemaran Merkuri pada tanah tailing asal poboya, perhitungan di tampilkan pada Tabel 6.

Dari perhitungan didapatkan tanah tailing tercemar merkuri dapat dibersihkan dengan menanam 8-9 kali Sawi atau 76-77 kali Tomat. Sawi menunjukkan

kemampuan 68 kali lebih efektif dari pada tomat. Dalam perhitungan ini *translocation rate* (tingkat translokasi) merkuri dari tanah ke tanaman dianggap sama untuk setiap panen. Penelitian ini juga memberikan gambaran bahwa pemilihan spesies tanaman yang cocok untuk usaha-tanikan merupakan mitigasi yang baik pada lahan tercemar metaloid. Tanaman yang dipilih tergantung jenis kontaminannya dan juga tujuannya jika untuk usaha-tani/produksi maka harus dipilih spesies yang adaptif tetapi tidak mentranslokasikan kontaminan. Untuk tujuan membersihkan kontaminan harus memilih spesies yang cocok dengan jenis kontaminan, adaptif dan mampu mentranslokasikan kontaminan ke tajuk. Kemampuan mentranslokasikan kontaminan tergantung dari spesies tanaman dan jenis kontaminan, sehingga penelitian jenis spesies yang cocok pada kontaminan baik pada pencemaran tanah, air dan udara menjadi sangat penting. Dengan demikian tanaman juga dapat digunakan sebagai tanaman indikator (bio indikator) dalam menentukan tingkat dan jenis kontaminasi.

Perbedaan peranan yang mencolok dari penambahan N, P, K dengan bahan organik terutama berasal dari kotoran ayam pada tailing terjadi baik pada tanaman Sawi dan Tomat. Secara umum bahan organik berfungsi membentuk senyawa kompleks (*Organo Metalic Complex*) (Stevenson, 1994), sehingga menurunkan konsentrasi ketersediaan logam dan penelitian membuktikan bahwa bahan organik berasal dari kotoran ayam juga mampu mengkompleks metaloid seperti Hg dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Penambahan N, P, K tidak meningkatkan pertumbuhan Sawi dan Tomat, hal ini dapat disebabkan oleh 2 (dua) kemungkinan; yaitu (1) dosis N, P, K yang digunakan adalah

Tabel 6. Membandingkan Kemampuan Sawi Dengan Tomat Dalam Membersihkan Pencemaran Merkuri

Bahan	Konsentrasi Hg ( $\text{ng g}^{-1}$ )	Kandungan Hg (mg)	Jumlah pertanaman
Tailing ( $1.5 \text{ kg pot}^{-1}$ )	85.700	128,55	
Sawi*	17.477	15,09	8-9
Tomat*	6.281	1,68	76-77

\*) Sawi dan tomat ditanam pada tanah tailing tanpa perlakuan tambahan (perlakuan A)

masih tergolong rendah, (2) penambahan N, P, K terutama N memobilisasi metaloid, sehingga terjadi peningkatan konsentrasi Hg pada rizosfir Chaignon *et al.*, 2002). Pupuk anorganik N, P, K juga tidak mempengaruhi perbaikan fisik tanah, tidak seperti bahan organik, sehingga sifat fisik tailing seperti tekstur dan struktur yang tidak optimal menjadi tidak ada perbaikan dengan penambahan tersebut. Penambahan bahan organik asal rumput laut kering tidak memberikan pengaruh positif hal ini dapat disebabkan oleh belum terurainya rumput laut ini (*slow release*) ataupun kandungan Cl (chlor) yang terikat pada natrium dan kalium juga bersifat meningkatkan ketersediaan Hg. Chlor dapat meningkatkan

konsentrasi ketersediaan logam (Liu *et al.*, 2007).

## KESIMPULAN

Sawi sangat adaptif dan efisien dalam membersihkan kontaminan Hg dibandingkan tomat, hanya dibutuhkan 8-9 pertanaman sawi untuk membersihkan 85.700  $\mu\text{g Hg g}^{-1}$  dan 76-77 kali pertanaman tomat. Pemberian bahan organik terutama berasal dari kotoran ayam secara signifikan menurunkan translokasi Hg ke tajuk, sedangkan keberadaan N, P, K pada tanah tailing menurunkan pertumbuhan tanaman dibandingkan pemberian bahan organik asal kotoran ayam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andersson, A., 1967. Mercury in soil. Grundforbattring 20: 9-5-105 Dcp. Sec. State, Transl. Bureau No. -5433.
- Baker, A.J.M., 1981. Accumulators and excluder — strategies in the response of plants to heavy metals. *J Plant Nutr* 1981;3(1-4):643-54.
- Baker, A.J.M., Reeves, R.D., Hajar. HSM., 1994. Heavy metal accumulation and tolerance in British populations of the metallophyte of *Thalpi Caerulenses* J. & C. Presl (Brassicaceae, *New Phytol* 127: 61-68).
- Basmal, J., Bakti Berlyanto Sedayu dan Sediadi Bandol Utomo., 2009. Effect of KCl on the precipitation of Carrageenan from *E.cottonii* extract. *Journal of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology – special Edition*. Balai Basar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Biester, H. dan Scholz, C., 1997. Determination of Mercury Binding Forms in Contaminated Soils: Mercury Pyrolysis versus Sequential Extractions. *Environ Sci Technol* 1997; 31: 233-239.
- Chaignon, V., Bedin, F., and Hinsinger, P., 2002. Copper bioavailability and rhizosphere pH changes as affected by nitrogen supply for tomato and oilseed rape cropped on an acidic and calcareous soil. *Plant Soil* 234, 219-228.
- Environment Agency UK, 2007. [http://www.environment-agency.gov.uk/static/documents/Research/SCHO03\\_09BPQG-e-e.pdf](http://www.environment-agency.gov.uk/static/documents/Research/SCHO03_09BPQG-e-e.pdf).

- Liu, Q., Tjoa, A., Roemheld, V., 2007. Effects of Chloride and Co-Contaminated Zinc on Cadmium Accumulation within *Thlaspi caerulescens* and Durum wheat. *Bull Environ Contam Toxicol* (2007): 79:62-65.
- Migaszewski, Z.M., Galuszka, A., Swiercz, A., Kucharzyk, J., 2001. Element concentrations in soils and plant bioindicators in selected habitats of the Holy Cross Mountains, Poland. *Water Air Soil Pollut.* 2001; 129:369–86.
- Reimann, C., Koller, F., Frengstad, B., Kashulina, G., Niskavaara, H., Englmaier, P., 2001. Comparison of the element composition in several plant species and their substrate from a 1500 000-km<sup>2</sup> area in Northern Europe. *Sci Total Environ.* 2001;278:87–112.
- Reis, A.T., Rodrigues, S.M., Araújo, C., Coelho, J.P., Pereira, E., Duarte A.C., 2009. Mercury contamination in the vicinity of a chlor-alkali plant and potential risks to local population. *Sci Total Environ* 2009; 407: 2689-2700.
- Soegiarto, A., 1978. *Rumput Laut*. Lembaga Oceanologi Nasional - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LON-LIPI) Jakarta.
- Stevenson, J.F., 1994. *Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reactions* (2<sup>nd</sup> ed.). John Willey and Sons, Inc. New York.
- Walker, D.J., Clemente, R., Bernal, M.P., (2004). Contrasting effects of manure and compost on soil pH, heavy metal availability and growth of *Chenopodium album* L. in a soil contaminated by pyritic mine waste. *Chemosphere* 57, 215-224.
- Walker, D.J., Clemente, R., Roig, A., Bernal, M.P., (2003). The effect of soil amendments on heavy metal bioavailability in two contaminated Mediterranean soils. *Environ Pollution* 22 , 303-312.
- Windham, L., Weis, J.S., Weis, P., 2003. Uptake and distribution of metals in two dominant salt marsh macrophytes, *Spartina alterniflora* (cordgrass) and *Phragmites australis* (common reed). *Estuar Coast Shelf Scien* 2003;56:63–72.
- Yeni, 2011. Penggunaan Merkuri di Tambang Emas Poboya Semakin Mengkhawatirkan. <http://rripalu.com/?q=content/penggunaan-merkuri-ditambang-emas-poboya-semakin-mengkhawatirkan>. 23 December 2011.