

UJI EFEKTIVITAS BEBERAPA JENIS ARANG AKTIF DAN TANAMAN AKUMULATOR LOGAM PADA LAHAN BEKAS PENAMBANGAN EMAS

THE EFFECTIVENESS TEST OF SOME TYPES OF ACTIVATED CHARCOAL AND METAL ACCUMULATOR PLANTS ON GOLD MINING OF USED LAND

Dwi Raharjo, Elly Mustamir, Uray Edi Suryadi

Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura
Jl. Jenderal Ahmad Yani, Pontianak 78124 Telp. (0561) 740191
E-mail : draharjo11@gmail.com, HP. 081345396794

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas jenis arang aktif yang berasal dari bahan baku tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit dan sekam padi serta tanaman akumulator sawi hijau, sawi huma dan sawi pahit dalam menyerap logam berat Cu (Tembaga) dan Hg (Merkuri). Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial, dengan faktor jenis arang aktif dan faktor jenis sawi. Faktor jenis arang aktif (A) terdiri dari: arang aktif sekam padi (a_1), tempurung kelapa sawit (a_2) dan tempurung kelapa dalam (a_3). Sedangkan sebagai faktor jenis sawi (S) adalah (s_1) sawi huma (*Brassica juncea*), (s_2) sawi pahit (*Brassica juncea* L) dan (s_3) sawi hijau (*Brassica rapa*). Sehingga perlakuan penelitian sebanyak 27 perlakuan. Hasil yang diperoleh adalah arang aktif yang berasal dari bahan baku sekam padi menyerap Cu 6,95 ppm (setelah inkubasi), 4,85 ppm (tanah saat panen sawi), tempurung kelapa sawit menyerap Cu 7,08 ppm (setelah inkubasi), 4,77 ppm (tanah saat panen sawi), dan tempurung kelapa menyerap Cu 5,45 ppm (setelah inkubasi) sawi hijau lebih efektif menyerap logam berat Cu dan Hg yang terakumulasi ke daun tanaman masing-masing sebanyak 0,64 ppm dan 5,96 ppb, sawi huma menyerap Cu sebanyak 5,97 ppm (saat panen), 0,42 ppm (dalam akar) dan menyerap Hg sebanyak 16,64 ppb (saat panen), 6,64 ppb (dalam akar), sedangkan sawi pahit menyerap logam berat Cu sebanyak 4,67 ppm (saat panen), 0,53 ppm (dalam akar), Hg 14,19 (saat panen), 3,43 (dalam akar), tidak adanya interaksi antara jenis arang aktif dan tanaman akumulator dalam menyerap logam berat Hg dan Cu. Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa arang aktif yang berasal dari bahan baku sekam padi dan tempurung kelapa sawit lebih efektif untuk menyerap logam berat Hg dan Cu, sawi hijau lebih efektif menyerap logam berat Cu dan Hg yang terakumulasi ke daun tanaman, sedangkan sawi huma dan sawi pahit lebih efektif menyerap logam berat Hg dan Cu yang tersimpan di akar tanaman, tidak adanya interaksi antara jenis arang aktif dan tanaman akumulator dalam menyerap logam berat Hg dan Cu.

Kata kunci : Arang aktif, tanaman akumulator, Cu, Hg, dan sawi

ABSTRACT

*The purpose of this study was to examine the effectiveness of types of activated charcoal from coconut shell, palm shell and rice husk as a raw materials as well as accumulator plants green mustard, huma mustard and bitter mustard in absorbing heavy metals like Cu (copper) and Hg (mercury). Research design used a factorial randomized block design. Firstly, factor of activated charcoal types (A) consists of: rice husk (a_1), palm shell (a_2) and coconut shell (a_3) of activated charcoal. Secondly, factor of types of mustard (S) consists of: (s_1) huma mustard (*Brassica juncea*), (s_2) bitter mustard (*Brassica juncea* L) and (s_3) green mustard (*Brassica rapa*). So that the research threathments are many 27 treatments. The result showed that an activated charcoal from rice husk of raw material to absorbs of 6.95 ppm Cu (after incubation), 4.85 ppm in soil at harvest mustard and palm shell absorbs 7.08 ppm Cu (after incubation), 4.77 ppm (soil at harvest collards), green mustard is more effective to absorb heavy metals of Cu and Hg are accumulated into plant leaves respectively are 0.64 ppm and 5.96 ppb, huma mustard are absorbed as much as 5.97 ppm Cu (at harvest), 0.42*

ppm (the root) and absorb as much as 16.64 ppb Hg (at harvest), 6.64 ppb (the root), while the bitter mustard are absorbed to heavy metals of Cu as 4.67 ppm (at harvest), 0.53 ppm (the root), Hg 14.19 ppb (at harvest), and 3.43 ppb (in the root). This research concluded that activated charcoal from rice husk and palm shell raw material are more effective to absorb heavy metals of Hg and Cu than coconut shell, mustard greens more effective to absorb heavy metals of Cu and Hg are accumulated into plant leaves, while the huma mustard and bitter mustard are more effective to absorb heavy metals of Hg and Cu are stored in the roots of plants, the lack of interaction between the types of activated charcoal and accumulator plants to absorb heavy metals of Hg and Cu.

Keywords: activated charcoal, accumulator plants, Cu, Hg, mustard

PENDAHULUAN

Usaha penambangan emas oleh sebagian masyarakat sering dianggap sebagai penyebab kerusakan dan pencemaran lingkungan. Lahan bekas penambangan emas di Kalimantan Barat telah berlangsung lama sejak jaman penjajahan. Saat itu kegiatan eksploitasi masih dalam bentuk tradisional dan masih sederhana sekali, namun sejak belakangan ini penambangan emas di Kalimantan Barat khususnya di Kecamatan Mandor telah menggunakan alat-alat mesin sehingga areal yang digunakan menjadi semakin luas dan menjadi tempat terbuka dan didominasi oleh adanya pasir kemudian menyebabkan tanah itu tandus.

Kualitas lingkungan yang semakin memburuk akibat pencemaran pada tanah merupakan ancaman besar bagi kelangsungan kehidupan makhluk hidup di bumi, tidak terkecuali manusia. Kegiatan yang diakibatkan dari aktifitas manusia khususnya pertambangan emas liar di Kalimantan Barat menyebabkan kerusakan alam dan lingkungan saat ini telah mencapai 4.358,7 Ha, khusus untuk di daerah Mandor seluas 161,4 Ha (65,17%) dari luas areal Desa Mandor (Departemen Pertambangan dan Energi Kalimantan Barat, 2003 dalam Kardi, 2008).

Untuk menekan jumlah limbah yang berasal dari usaha penambangan emas tersebut, maka perlu dilakukan perbaikan sistem pengelolaan yang dapat menekan jumlah limbah yang dihasilkan akibat proses pemurnian emas. Untuk mencapai hal tersebut, maka digunakan beberapa penggunaan arang aktif dan tanaman akumulator logam untuk penanganan limbah Cu dan Hg pada lahan bekas penambangan emas.

Pemanfaatan bahan baku yang berasal dari limbah tempurung kelapa dalam dan sawit

serta sekam padi yang mengandung karbon dapat dibuat menjadi arang aktif. Penggunaan arang aktif selama ini untuk penyerapan logam Hg dan Cu pada lahan bekas penambangan emas masih belum ada informasi ilmiahnya. Selain itu terdapat jenis tanaman, khususnya spesies *Brassicacea* dikenal sebagai tanaman yang mampu juga menyerap logam-logam berat. Dengan demikian aplikasi arang aktif yang dikombinasikan dengan tanaman akumulator dari spesies *Brassicacea* pada tanah bekas penambangan emas yang mengandung senyawa beracun seperti logam berat Hg dan Cu dapat dikurangi kadarnya. Akhirnya dapat diharapkan tanah bekas penambangan emas tersebut dapat digunakan sebagai lahan budidaya tanaman pangan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas arang aktif yang berasal dari bahan baku tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit dan sekam padi dalam menyerap logam berat Hg dan Cu; mengetahui efektivitas tanaman akumulator sawi hijau, sawi huma dan sawi pahit dalam menyerap logam berat Hg dan Cu; dan mengetahui interaksi jenis arang aktif, dan tanaman akumulator dalam menyerap logam berat Hg dan Cu.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di areal bekas penambangan emas tanpa izin (PETI) di Kecamatan Mandor. Waktu pelaksanaan penelitian dari bulan Mei 2009 sampai dengan bulan November 2009. Adapun alat-alat yang digunakan antara lain perangkat AAS, pH meter, kamera, meteran, kertas labeling, kantong plastik, spidol, ember, gayung, cangkul, drum dan pipet volume untuk Hg dan Cu. Sedangkan bahan yang digunakan bibit sawi huma, sawi pahit dan sawi hijau, urea, KCl, SP36, pupuk kandang, ZnCl₂, baterai

alkaline, minyak tanah, tempurung kelapa dalam, tempurung kelapa sawit, sekam padi dan bahan kimia analisis di laboratorium.

Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial, dengan faktor jenis arang aktif dan faktor jenis sawi. Faktor jenis arang aktif (A) terdiri dari tiga perlakuan yaitu: arang aktif sekam padi (a_1), tempurung kelapa sawit (a_2) dan tempurung kelapa dalam (a_3). Sedangkan sebagai faktor jenis sawi (S) adalah sawi huma (s_1), sawi pahit (s_2) dan sawi hijau (s_3). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga jumlah kombinasi perlakuan penelitian sebanyak 27 perlakuan.

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan Arang Aktif

Dalam penelitian ini digunakan bahan baku tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, dan sekam. Ketiga bahan baku arang aktif dibakar kemudian dimasukkan dalam drum. Kemudian dinyalakan sehingga bahan baku tersebut terbakar. Pada saat pembakaran, drum ditutup sehingga hanya ventilasi yang dibiarkan terbuka agar asap dapat keluar. Disaat asap yang keluar berwarna kebiru-biruan, ventilasi ditutup dan dibiarkan selama kurang lebih 10 jam hingga tidak ada api yang menyala. Kemudian dilakukan aktivasi kimia dengan aktifator $ZnCl_2$. Setelah diperoleh arang aktif selanjutnya dihancurkan kemudian diayak dengan ukuran 80 mesh.

Penentuan Petak Penelitian di Lapangan

Areal bekas penambangan dibuat blok penelitian dengan ukuran 9,5 m x 9 m. Terdapat 3 blok masing-masing dengan ukuran 3 m x 9 m dengan jarak antar blok 0,25 m. Dalam setiap blok terdapat 3 petak dengan ukuran 3 m x 3 m, dan masing-masing petak dibagi menjadi 9 petak kecil dengan ukuran 1 m x 1 m.

Inkubasi Arang Aktif

Pemberian arang aktif dengan ukuran 80 mesh dari arang aktif sekam padi, kelapa sawit dan kelapa dengan takaran 100 gram/m². Arang aktif ditebar dan diaduk merata dalam tanah sampai kedalaman \pm 20 cm dan diinkubasi selama \pm 2,5 bulan.

Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman

Penanaman sawi dilakukan setelah masa inkubasi arang aktif selesai dan diperoleh semai bibit berusia \pm 1 bulan, dengan jarak tanam 25 cm x 25 cm. Dilakukan pemupukan urea 200 kg/ha, KCl dan SP36 masing-masing 75 kg/ha, yang diberikan 2 kali yakni pada saat tanam tanaman berusia 2 minggu. Juga dilakukan pemupukan dengan pupuk kandang kotoran sapi dengan takaran 20 ton/ha. Selama pertumbuhan dan perkembangan tanaman dilakukan penyiraman pada pagi dan sore hari.

Pengambilan Contoh Tanah dan Tanaman

Dilakukan 3 kali pengambilan contoh tanah dan 1 kali pengambilan contoh tanaman. Contoh tanah diambil pada saat sebelum inkubasi arang aktif, setelah inkubasi dan pada saat panen. Sedangkan contoh tanaman diambil pada saat panen tanaman berusia \pm 2,5 bulan (termasuk lama penyemaian).

Variabel Pengamatan

- a. Sampel tanah sebelum dan sesudah inkubasi dengan berbagai jenis arang aktif, dan tanah sesudah panen

Pengambilan sampel tanah pada area bekas penambangan emas dimaksud untuk mengukur kandungan Cu dan Hg. Sampel tanah diambil dari permukaan dan kedalaman kurang dari 30 cm. Masing-masing area sampling diambil 5 kali secara acak. Metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) digunakan untuk mengukur kadar Hg dan Cu yang terkandung dalam tanah (Akan, dkk., 2008).

- b. Penentuan toleransi atau akumulator tanaman sawi pada saat panen,

Pendekatan untuk menentukan toleransi atau akumulator pada spesies *Brassicacea* dilakukan dengan mengukur kandungan logam seperti Cu (ppm) dan Hg (ppb) yang terdapat pada akar dan bagian atas tumbuhan seperti daun. Akar dan daun dikeringkan dan digiling sebelum dianalisis dengan metode AAS (Akan, dkk., 2008).

Analisis Data

Data yang diperoleh dilakukan analisis varians (ANOVA) dengan taraf 5% dan jika terdapat perlakuan yang berpengaruh maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kandungan Cu dan Hg Tanah Setelah Inkubasi

Analisis varians menyatakan bahwa pemberian arang aktif berpengaruh terhadap kandungan Cu dan Hg dalam tanah setelah masa inkubasi. Uji Beda Nyata Jujur untuk perlakuan yang berpengaruh terhadap kandungan Cu dan Hg dalam tanah setelah masa inkubasi seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa pengaruh pemberian arang aktif berbahan baku tempurung kelapa berbeda nyata dengan perlakuan lainnya terhadap kandungan Cu dalam tanah. Sedangkan pengaruh pemberian arang aktif tempurung kelapa sawit tidak berbeda nyata dengan pemberian arang aktif sekam padi terhadap kandungan Cu dalam tanah.

Uji BNJ di atas diketahui bahwa pengaruh arang aktif tempurung kelapa berbeda nyata dengan arang aktif tempurung kelapa sawit terhadap kandungan Hg dalam tanah. Sedangkan pengaruh arang aktif sekam padi tidak berbeda nyata dengan arang aktif tempurung kelapa sawit terhadap kandungan Hg dalam tanah.

Kandungan Cu dan Hg Tanah Saat Panen

Analisis varians diketahui bahwa perlakuan penanaman sawi dan pemberian arang aktif berpengaruh terhadap kandungan Cu dan Hg dalam tanah saat panen. Tidak terdapat interaksi perlakuan antara jenis arang aktif dengan penanaman sawi terhadap kandungan Cu dan Hg dalam tanah. Uji Beda Nyata Jujur untuk pengaruh pemberian arang aktif terhadap kandungan Cu dan Hg dalam tanah saat panen seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 menyatakan bahwa pengaruh perlakuan pemberian arang aktif dari tempurung kelapa berbeda nyata dengan perlakuan lainnya terhadap kandungan Cu dalam tanah saat panen. Sedangkan pengaruh perlakuan pemberian arang aktif kelapa sawit dan sekam padi tidak berbeda nyata terhadap kandungan Cu dalam tanah. Pada kandungan Hg, pemberian arang aktif tempurung kelapa berpengaruh nyata dengan pemberiaan arang aktif sekam padi serta tidak berbeda nyata dengan pemberian arang aktif tempurung kelapa sawit terhadap kandungan Hg dalam tanah. Sedangkan pemberian arang aktif tempurung kelapa sawit tidak berbeda nyata dengan pemberiaan arang aktif sekam padi terhadap kandungan Hg dalam tanah di saat panen sawi.

Tabel 1. Uji Beda Nyata Jujur Pengaruh Pemberian Arang Aktif Terhadap Kandungan Cu (ppm) dan Hg (ppb) Dalam Tanah Sebelum dan Setelah Inkubasi

Jenis Arang Aktif	Sebelum Inkubasi		Setelah Inkubasi	
	Cu	Hg	Nilai Rerata Cu	Nilai Rerata Hg
Tempurung Kelapa Sawit			7,08 ^b	29,25 ^b
Sekam Padi	8,39	42,02	6,95 ^b	26,86 ^{ab}
Tempurung Kelapa			5,45 ^a	25,70 ^a
<i>BNJ 5%</i>			0,95	2,88

Tabel 2. Uji Beda Nyata Jujur Pengaruh Pemberian Arang Aktif terhadap Kandungan Cu (ppm) dan Hg (ppb) dalam Tanah saat Panen Sawi

Jenis Arang Aktif	Nilai Rerata Cu	Nilai Rerata Hg
Sekam Padi	4.85 ^b	16,51 ^b
Tempurung Kelapa Sawit	4.77 ^b	14,46 ^{ab}
Tempurung Kelapa	3.62 ^a	12,81 ^a
<i>BNJ 5%</i>	0,95	2,36

Tabel 3. Uji Beda Nyata Jujur Pengaruh Penggunaan Tanaman Sawi Terhadap Kandungan Cu (ppm) dan Hg (pbb) Dalam Tanah Saat Panen

Jenis Sawi	Nilai Rerata Cu	Nilai Rerata Hg
Sawi Huma	5,97 ^c	16,69 ^b
Sawi Pahit	4,67 ^b	14,19 ^a
Sawi Hijau	2,60 ^a	12,89 ^a
BNJ 5%	0,95	2,36

Perlakuan penanaman sawi berpengaruh terhadap kandungan Cu dan Hg dalam tanah saat panen, sehingga dapat dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur seperti Tabel 3 berikut:

Tabel 3 menyatakan bahwa pengaruh perlakuan penanaman sawi hijau berbeda nyata dengan perlakuan lainnya terhadap kandungan Cu dalam tanah saat panen. Demikian juga pengaruh perlakuan penanaman sawi pahit berbeda nyata dengan perlakuan penanaman sawi huma terhadap kandungan Cu. Pada kandungan Hg, menjelaskan bahwa pengaruh perlakuan penanaman sawi hijau dan pahit berbeda nyata dengan perlakuan penanaman sawi huma terhadap kandungan Hg dalam tanah saat panen. Sedangkan antara perlakuan penanaman sawi hijau dan pahit tidak berbeda nyata pengaruhnya terhadap kandungan Hg dalam tanah.

Kandungan Cu dan Hg pada Akar Tanaman

Hasil analisis varians menyatakan perlakuan jenis sawi berpengaruh terhadap kandungan Cu dan Hg pada akar tanaman. Dari analisis varians itu juga, tidak diperoleh interaksi perlakuan jenis arang aktif dan tanaman akumulator terhadap kandungan Cu dan Hg pada akar tanaman. Uji BNJ pengaruh perlakuan jenis sawi terhadap kandungan Cu dan Hg pada akar tanaman seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji Beda Nyata Jujur Pengaruh Perlakuan Penanaman Sawi terhadap Kandungan Cu (ppm) dan Hg (pbb) pada Akar Tanaman

Jenis Sawi	Nilai Rerata Cu	Nilai Rerata Hg
Sawi Huma	0,42 ^{ab}	6,64 ^b
Sawi Pahit	0,53 ^b	3,43 ^a
Sawi Hijau	0,11 ^a	1,33 ^a
BNJ 5%	0,36	2,79

Tabel 4 menyatakan bahwa pengaruh perlakuan penanaman sawi hijau berbeda nyata dengan perlakuan penanaman sawi pahit serta tidak berbeda nyata dengan perlakuan penanaman sawi huma terhadap kandungan Cu pada akar tanaman. Sedangkan pengaruh perlakuan penanaman sawi pahit tidak berbeda nyata dengan perlakuan penanaman sawi huma terhadap kandungan Cu pada akar tanaman. Pada rerata kandungan Hg, perlakuan penanaman sawi hijau dan sawi pahit tidak berbeda sedangkan berbeda dengan perlakuan sawi huma terhadap kandungan Hg pada akar tanaman.

Kandungan Cu dan Hg pada Daun Tanaman

Analisis varians perlakuan penanaman sawi terhadap kandungan Cu dan Hg pada daun tanaman, menunjukkan bahwa perlakuan penanaman sawi berpengaruh terhadap kandungan Cu dan Hg pada daun tanaman. Tidak terdapat pengaruh interaksi perlakuan jenis arang aktif dengan jenis sawi terhadap kandungan Cu dan Hg pada daun tanaman. Uji BNJ pengaruh jenis penanaman sawi terhadap kandungan Cu dan Hg pada daun tanaman seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji Beda Nyata Jujur Pengaruh Jenis Tanaman Sawi Terhadap Kandungan Cu (ppm) dan Hg (pbb) Pada Daun Tanaman

Jenis Sawi	Nilai Rerata Cu	Nilai Rerata Hg
Sawi Huma	0,25 ^a	2,71 ^a
Sawi Pahit	0,60 ^b	4,51 ^b
Sawi Hijau	0,64 ^b	5,96 ^c
BNJ 5%	0,17	0,17

Tabel 5 menyatakan bahwa pengaruh perlakuan penanaman sawi huma berbeda nyata dengan perlakuan lainnya terhadap kandungan Cu pada daun tanaman. Sedangkan pengaruh perlakuan penanaman sawi pahit tidak berbeda nyata dengan perlakuan penanaman sawi hijau terhadap kandungan Cu pada daun tanaman. Pada tabel rerata kandungan Hg menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan penanaman sawi huma berbeda nyata dengan perlakuan sawi pahit dan sawi hijau. Demikian juga perlakuan penanaman sawi pahit berbeda nyata dengan perlakuan penanaman sawi hijau terhadap kandungan Hg pada daun tanaman.

Pembahasan

Masa Inkubasi

Penyerapan Cu oleh arang aktif sekam padi dan tempurung kelapa sawit sama baiknya. Sedangkan jenis arang aktif tempurung kelapa kurang baik. Sehingga arang aktif sekam padi dan tempurung kelapa sawit lebih efektif menyerap Cu dalam tanah dibandingkan arang aktif tempurung kelapa. Hal ini disebabkan bahwa sekam memiliki daya serap yang tinggi terhadap Cu, walaupun sekam padi memiliki karbon 1,33%. Akan tetapi bahan sekam padi yang lunak juga memiliki pori yang besar sehingga luas permukaannya bertambah besar. Sembiring dan Sinaga (2003) menyatakan bahwa arang aktif yang memiliki pori yang besar akan memiliki luas permukaan yang bertambah besar sehingga berpengaruh terhadap daya adsorpsi yang menjadi lebih besar.

Penambahan arang aktif selama inkubasi menyebabkan pH tanah meningkat dari pH 2,60 menjadi pH rata-rata 3,89. Hal ini disebabkan karena arang aktif sebagian besar memiliki kandungan karbon yang relatif besar sehingga bersifat basa. Hasil penelitian Ardiwinata (2008) menyatakan bahwa pH arang aktif sekam adalah 8,7, sedangkan pH

arang aktif tempurung kelapa 9,05. Lebih lanjut Ardiwinata (2009) memaparkan bahwa kadar abu sekam padi 52,2% sedangkan tempurung kelapa 1,5%. Besarnya kadar abu pada arang aktif tersebut menyebabkan pH mendekati basa.

Saat Panen

Tanaman jenis sawi huma paling efektif menyerap Cu dalam tanah dibandingkan jenis sawi pahit dan sawi hijau. Sedangkan jenis sawi pahit lebih efektif menyerap Cu dibandingkan sawi hijau. Hasil penelitian Wang *et al.* (2008) menyatakan bahwa akumulasi logam terjadi di dalam daun pada tanaman kubis. Peningkatan kandungan logam dalam daun kubis seiring peningkatan penambahan lumpur yang mengandung logam berat. Kandungan logam berat yang terserap di daun antara lain As, Cd, Cr dan Zn. Sedangkan kandungan logam berat lainnya terserap oleh akar tanaman seperti Cu, Pb, Ni dan logam lainnya. Wang *et al.* (2008) lebih lanjutnya menyatakan rasio konsentrasi kadar Cu di dalam daun dan akar kubis adalah sebesar 9,44% - 20,90%.

Jenis sawi huma lebih efektif menyerap Hg dalam tanah, sedangkan jenis lainnya sawi pahit dan sawi hijau kurang efektif menyerap Hg. Hal ini disebabkan bahwa sawi huma merupakan jenis pengikat logam terutama yang berada di akar. Sehingga Hg lebih banyak diserap oleh sawi huma. Selain itu, adanya bantuan arang aktif sangat efektif penggunaannya di fase padat dan menyebabkan Hg lebih mudah terserap oleh akar sawi huma, karena akar sawi huma yang mengikat arang aktif mempunyai kemampuan lebih baik untuk menyerap logam berat. Penelitian Kumar (1995) menyatakan bahwa akar tanaman dapat menyerap kontaminan bersamaan dengan penyerapan nutrient dan air. Akar tanaman mengekstrak logam berat dalam tanah untuk diserap masuk ke dalam jaringan

akar, kemudian logam berat diakumulasi pada bagian tanaman tertentu. Dunagan *et al.* (2007) menyatakan bahwa Hg dalam tanah dapat ditransfer oleh akar tanaman jika tanaman tersebut dalam kondisi baik.

Jenis tanaman sawi pahit dan sawi huma lebih banyak menyerap Cu dalam tanah yang disimpan dalam akar tanaman dibandingkan sawi hijau. Sama halnya dengan penyerapan Hg oleh akar tanaman sawi huma, akar dari jenis sawi pahit dan sawi huma lebih mampu menyerap Cu dan disimpan dalam akar tanaman. Hal ini karena akar tanaman diperkuat adanya senyawa jenis protein seperti metalloprotein yang mampu mengikat senyawa logam. Dunagan *et al.* (2007) menyatakan bahwa logam protein (metalloprotein) yang terdapat dalam jaringan tanaman dapat membantu penyerapan logam berat yang berada di tanah.

Jenis sawi huma lebih banyak menyerap Hg yang disimpan dalam akar tanaman dibandingkan jenis sawi pahit dan sawi hijau. Hal ini karena akar tanaman diperkuat adanya senyawa jenis protein seperti metalloprotein yang mampu mengikat senyawa logam. Adanya kemampuan dari akar dapat menahan logam berat, sehingga akar bisa mampu menyimpan logam di akar tanaman. Britannica (2009) menyatakan bahwa protein yang mana golongan logam berat terikat dalam rantai asam amino yang biasa disebut logam protein (metalloprotein) yang terdapat dalam jaringan tanaman dapat membantu penyerapan logam berat yang berada di tanah. Selain itu, sawi huma yang menyimpan Hg di dalam akar terjadi efek terhadap pertumbuhan yaitu terjadi kekerdilan pada tanaman. Hal ini karena, akar sudah tidak mampu menahan senyawa logam yang berada di akar yang menjadi akar tumbuh tidak normal

Jenis sawi hijau dan sawi pahit sama-sama efektif dan banyak menyerap Cu dalam tanah yang disimpan dalam daun. Pertumbuhan sawi hijau dan sawi pahit dapat tumbuh dengan normal dibandingkan sawi huma yang mengalami kekerdilan. Hal ini karena kelebihan penyerapan Cu dalam akar dapat terakumulasi ke daun. Di daun dapat menahan senyawa racun, sehingga ketahanannya sangat toleran terhadap logam berat yang bersifat toksin. Hal ini didukung oleh penelitian Wang *et al.* (2008) menyatakan bahwa pertumbuhan

tanaman kubis dapat lebih baik dikarenakan logam berat dapat terakumulasi ke dalam daun.

Jenis sawi hijau yang lebih efektif dan banyak menyerap Hg dalam tanah yang disimpan dalam daun. Sama juga halnya dengan penyerapan Cu di dalam daun. Sawi hijau dapat tumbuh baik tidak terjadi kekerdilan. Hal ini dikarenakan akar pada sawi hijau sudah tidak mampu untuk menahan Hg, sehingga terjadi akumulasi Hg dari akar ke daun yang menyebabkan di daun banyak terdapat kandungan Hg. Akan tetapi daun dapat menahan senyawa Hg, sehingga ketahanannya sangat toleran terhadap senyawa racun karena masih mampu menahan senyawa racun tersebut. Hal ini didukung oleh penelitian Wang *et al.* (2008) menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman kubis dapat lebih baik dikarenakan logam berat dapat terakumulasi ke dalam daun.

Peningkatan penyerapan kadar logam dalam tanaman dapat juga disebabkan proses transpirasi. Suhu rata-rata di daerah lahan PETI mandor di siang hari mencapai 33°C, sehingga proses transpirasi dapat menyebabkan absorbs logam berat. Hal ini juga didukung oleh Sumarsih, S. (2007) yang menyatakan bahwa penyerapan logam berat terjadi saat proses transpirasi. Transpirasi tanaman sebagai akibat meningkatnya suhu lingkungan pada siang hari. Logam berat setelah diabsorpsi masuk ke dalam perakaran maka akan diakumulasi pada bagian-bagian tertentu dari tanaman, seperti akar, batang, daun, atau biji.

Penambahan arang aktif dan penanaman sawi menyebabkan pH tanah setelah panen meningkat dari pH 2,60 menjadi pH rata-rata 4,77. Hal ini disebabkan karena arang aktif sebagian besar memiliki kandungan karbon yang relatif besar sehingga bersifat basa dan sawi sebagai tanaman akumulator dapat mendekomposisi tanah. Hasil penelitian Ardiwinata (2008) menyatakan bahwa pH arang aktif sekam adalah 8,7, sedangkan pH arang aktif tempurung kelapa 9,05. Lebih lanjut Ardiwinata (2009) memaparkan bahwa kadar abu sekam padi 52,2% sedangkan tempurung kelapa 1,5%. Besarnya kadar abu pada arang aktif tersebut menyebabkan pH mendekati basa.

Pemberian pupuk kandang saat tanam memberikan peranan terhadap pertumbuhan

sawi menjadi lebih baik. Karena daerah lahan PETI yang sangat kecil kandungan organiknya perlu ditambah pupuk organik yang berasal dari pupuk kandang. Sutanto (2002) menjelaskan bahwa pupuk organik yang berasal dari pupuk kandang memberikan manfaat perbaikan terhadap sifat fisika dan kimia tanah, sifat biologi tanah dan kondisi sosial. Sedangkan Iqbal (2008) menjelaskan bahwa pemberian pupuk kandang dapat menyebabkan ketersediaan hara N, P dan K di dalam larutan tanah menjadi seimbang, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman.

SIMPULAN

Dari hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan sebagai berikut : Arang aktif yang berasal dari bahan baku sekam padi dan tempurung kelapa sawit lebih efektif dalam menyerap logam berat Hg dan Cu, sawi hijau lebih efektif menyerap logam berat Cu dan Hg yang terakumulasi ke daun tanaman, sedangkan sawi huma dan sawi pahit lebih efektif menyerap logam berat Hg dan Cu yang tersimpan di akar tanaman, tidak adanya interaksi antara jenis arang aktif dan tanaman akumulator dalam menyerap logam berat Hg dan Cu.

DAFTAR PUSTAKA

- Akan J.C, Abdulrahman F.I, Dimari G.A, Ogugbuaja V.O, 2008. Physicochemical Determination of Pollutants in Wastewater and Vegetable Samples along The Jakara Wastewater Channel in Kano Metropolis, Kato State, Nigeria. *European Journal of Scientific Research* 23 (1) : 122 – 133.
- Ardiwinata, A.N., 2008. Teknologi Arang Aktif untuk Pengendali Residu Pestisida di Lingkungan Pertanian. <http://www.balingtan.litbang.deptan.go.id>. Diakses tanggal 23 Februari 2009.
- Britannica, 2009. Metalloprotein. In *Encyclopædia Britannica*. from Encyclopedia Britannica Online: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/377658/metalloprotein>. Diakses tanggal 24 November 2009.
- Dunagan, S.C., Gilmore M.S dan Varekamp J.C, 2007. Effects of Mercury on Visible/Near-Infrared Reflectance Spectra of Mustard Spinach Plant (*Brassica rapa* P.). Elsevier Ltd. *J. Environmental Pollution* 148: 301-311.
- Iqbal A., 2008. Potensi Kompos dan Pupuk Kandang untuk Produksi Padi Organik di Tanah Inceptisol. *Jurnal Akta Agrosia* 11: 13 – 18.
- Kardi, 2008. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan N, P, K Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jarak Pagar Pada Tanah Bekas Penambangan Emas. Skripsi Fakultas Pertanian UNTAN, Pontianak. Tidak dipublikasikan.
- Kumar, N., PBA., Dushenkov, V., Motto, H., and Raskin, I. 1995. Hytoextraction: The use of plants to remove heavy metals from soils. *Journal Environmental Science and Technology*: 29 (5).
- Sembiring, M.T. dan Sinaga T.S., 2003. Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya). Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara. *USU digital library*.
- Sumarsih, S, 2007. Fitoremediasi. Rekayasa Bioproses. Penerbit Teknik Lingkungan UPNVY.
- Sutanto, R., 2002. Pertanian Organik (Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan). Penerbit Kanisius, Jakarta.
- Wang, P.F., S.H. Zhang, C. Wang, J. Hou, P.C. Guo dan Z.P. Lin, 2008. Study of Heavy Metal in Sewage Sludge and in Chinese Cabbage Grown in Soil Amended with Sewage Sludge. *African Journal of Biotechnology* 7 (9): 1329-1334.