

ISSN 0854 - 1957

JURNAL TEKNIK LINGKUNGAN

Volume 13 Nomor 1, April 2007

<i>Reginawanti Hindersah, Barti S. Muntalif dan A. Marthin Kalay</i> PENGARUH LUMPUR IPAL TERHADAP KANDUNGAN Pb DAN Cd PADA BIJI JAGUNG MANIS, TANAH DAN BAKTERI RIZOSFER	1
<i>Ruslan Ramang, Enri Damanhuri, Tri Padmi dan Benno Rahardyan</i> POLA PENANGAN SAMPAH DI DAERAH PERKOTAAN BERDASARKAN KARAKTERISTIK TIPE RUMAH (STUDI KASUS KOTA CIMAHI)	8
<i>Dewi Fitria dan Suprihanto Notodarmojo</i> PENURUNAN WARNA DAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK AIR GAMBUT DENGAN CARA TWO STAGE COAGULATION	17
<i>Hery Budianto, Suprihanto Notodarmojo, Benjamin Soenarko dan Wisjnuprpto</i> PENGARUH TINGGI REAKTOR FLOTASI UDARA TERLARUT TERHADAP EFISIENSI PENYISIHAN MINYAK	27
<i>Prayatni Soewondo dan Chaidir Akbar</i> STUDI KEMAMPUAN HORIZONTAL SUBSURFACE FLOW CONSTRUCTED WETLAND DALAM MENGOLAH LIMBAH CAIR DOMESTIK (STUDI KASUS : PUSAT PEMBERDAYAAN KOMUNITAS PERKOTAAN SURABAYA)	36

JURNAL

TEKNIK LINGKUNGAN

Diterbitkan oleh Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan ITB
Bekerjasama dengan Ikatan Ahli Teknik Penyehatan dan Lingkungan Indonesia (IATPI)

Penanggung Jawab:

Dr. Ir. Puti Farida Marzuki (Dekan FTSL ITB)
Dr. Ir. Saptahari Sugiri (WDA FTSL ITB)
Dr. Ir. Dwina Roosmini, MS (WDS FTSL ITB)

Penyunting Utama:

Prof. Ir. Suprihanto Notodarmojo, Ph.D

Dewan Redaksi:

Dr. Barti S. Muntalif (Ketua)
Dr. Eng. Rofiq Iqbal
Dr. Sukandar, S.Si., MT.

Penelaah Ahli:

Prof. Dr. Hadi Soesilo (IPB)
Dr. Akhmad Sabarudin (INIBRAW)
Dr. Ir. Datu Rizal (LIPI Serpong)
Dr. Ir. Edwan Kardena (ITB)
Dr. Ir. Arwin Sabar, M.Si (ITB)

Alamat Redaksi:

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan ITB
Jl. Ganesha 10 Bandung 40132
Tel/Fak: 022-2534187
Email: kandar@ftsl.itb.ac.id

Reginawanti Hindersah, Barti S. Muntalif dan A. Marthin Kalay
PENGARUH LUMPUR IPALTERHADAP KANDUNGAN Pb DAN Cd PADA BIJI JAGUNG MANIS, TANAH DAN BAKTERI RIZOSFER ... 1

Ruslan Ramang, Enri Damanhuri, Tri Padmi dan Benno Rahardyan
POLA PENANGAN SAMPAH DI DAERAH PERKOTAAN BERDASARKAN KARAKTERISTIK TIPE RUMAH (STUDI KASUS KOTA CIMAHI)..... 8

Dewi Fitria dan Suprihanto Notodarmojo
PENURUNAN WARNA DAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK AIR GAMBUT DENGAN CARA TWO STAGE COAGULATION 17

Hery Budianto, Suprihanto Notodarmojo, Benjamin Soenarko dan Wisjnuprpto
PENGARUH TINGGI REAKTOR FLOTASI UDARA TERLARUT TERHADAP EFISIENSI PENYISIHAN MINYAK 27

Prayatni Soewondo dan Chaidir Akbar
STUDI KEMAMPUAN HORIZONTAL SUBSURFACE FLOW CONSTRUCTED WETLAND DALAM MENGOLAH LIMBAH CAIR DOMESTIK (STUDI KASUS : PUSAT PEMBERDAYAAN KOMUNITAS PERKOTAAN SURABAYA) 36

Pengaruh Lumpur IPAL Terhadap Kandungan Pb dan Cd Pada Biji Jagung Manis, Tanah dan Bakteri Rizosfer

The Effect of Domestic Sludge on Pb and Cd Concentration in Sweet Corn Kernels, Soil, and Rhizosphere Bacteria

Reginawanti Hindersah^{1*}, Barti S. Muntalif², A. Marthin Kalay³

¹Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

Jalan Raya Jatinangor Km.21, Bandung 40600, telp/fax 022 7796316,

²Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan

Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha 10, Bandung 40132

³Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura, Kampus Poka, Ambon 98233

*Korespondensi email: reginawanti@yahoo.com

ABSTRAK

Penggunaan lumpur limbah domestik pada agrikultur dapat meningkatkan materi organik tanah dan nutrisi untuk tanaman. Tetapi, lumpur limbah domestik yang mengandung logam berat seperti timbal (Pb) dan kadmium (Cd) akan mempengaruhi kualitas tanah dan keamanan makanan. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi dampak penggunaan lumpur limbah domestik terhadap akumulasi Pb dan Cd dalam biji jagung manis. Percobaan ini juga ditujukan untuk mempelajari efeknya terhadap kuantitas Pb dan Cd pada tanah, dan pengaruhnya terhadap bakteri tanah dan jamur *mycorrhizal*. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa penggunaan lumpur limbah domestik meningkatkan konsentrasi Pb dan Cd pada tanah. Walaupun konsentrasi Pb dan Cd pada tanah bertambah, tetapi penggunaan lumpur limbah domestik ini tidak meningkatkan akumulasi Pb dan Cd pada biji. Penelitian ini telah membuktikan bahwa penggunaan lumpur limbah domestik telah meningkatkan jumlah bakteri tanah.

Kata kunci: lumpur, timbal dan kadmium, biji jagung manis, tanah, mikroba

ABSTRACT

Using domestic sludge in agriculture could increase soil organic matter and plant nutrients. However, sludge which contains heavy metals Lead (Pb) and Cadmium (Cd) would threat soil quality and food safety. This green house trial was conducted mainly to ensure the effect of domestic sludge on Pb and Cd accumulation in sweet corn kernels. Also, this experiment was intended to study its effect on Pb and Cd in soil, and the survival of soil bacteria and mycorrhizal fungi. The results confirmed that sludge amendment increased Pb and Cd in soil. However, this enhancement did not increase Pb and Cd accumulation in kernels. Undoubtedly, adding domestic sludge could enhance the amount of soil bacteria.

Key words: sludge, Pb and Cd, sweet corn kernels, soil, microbe

1. PENDAHULUAN

Fraksi padat dari kolam *anaerob* merupakan limbah dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) domestik perlu dimanfaatkan untuk menurunkan risiko kontaminasi lingkungan akibat logam berat yang dikandungnya. Penggunaan lumpur kering pada lahan pertanian merupakan salah satu pemanfaatan yang praktis, mudah, murah, dan sudah banyak dilakukan di berbagai negara maju. Lumpur kering dianggap menguntungkan bagi tanaman karena mengandung nutrisi tanaman baik unsur hara makro maupun mikro. Namun lumpur mengandung pula logam berat seperti Pb dan Cd. Keberadaan logam berat ini akan menjadi kendala jika lumpur digunakan dengan jumlah dan frekuensi yang tinggi sehingga mengganggu kesehatan tanah dan keamanan pangan bagian tanaman yang dipanen.

Lumpur mengandung sejumlah unsur hara N, P, K, dan sejumlah unsur hara makro dan mikro lainnya (Kalay dan Hindersah, 2003) sehingga meningkatkan konsentrasi unsur hara terutama N dan P bagi tanaman (Karboulewsky dkk., 2002). Logam berat Pb dan Cd tidak diperlukan tanaman sehingga bersifat toksik jika terakumulasi dalam jumlah besar di jaringan tanaman yang dikonsumsi. Menurut Departemen Kesehatan RI batas maksimal Pb dan Cd di dalam makanan adalah 4 mg/kg dan 2 mg/kg. Meskipun konsentrasi Pb dan Cd Lumpur IPAL, masing-masing 173.98 dan 3.72 mg/kg, masih di bawah batas maksimal *amelioran*, namun diperlukan kehati-hatian dalam memanfaatkan lumpur dalam pertanian. Logam berat di dalam tanah dapat berada dalam bentuk *immobile* dan mobil. Bentuk terakhir berisiko meracuni tanaman karena dapat diserap tanaman. Salah satu mekanisme *imobilisasi* logam berat oleh tanah adalah melalui pertukaran *kation* di permukaan fraksi padat, yaitu partikel tanah dan bahan organik. Logam berat yang diadsorpsi di permukaan bersifat *immobile* dan tidak diserap tanaman. Penambahan bahan organik akan meningkatkan pH tanah akibat terjadinya disosiasi gugus fungsi yang menyebabkan bahan organik bermuatan negatif. Penelitian rumah kaca ini bertujuan untuk memanfaatkan lumpur sebagai bahan organik dalam produksi tanaman jagung manis, mendapatkan dosis lumpur kering serta pupuk kandang sapi yang tepat untuk menurunkan konsentrasi Pb dan Cd di tanah serta akumulasi kedua logam tersebut di biji jagung, dan memastikan pengaruhnya terhadap kehidupan bakteri tanah.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dampak penggunaan dari lumpur limbah domestik terhadap akumulasi Pb dan Cd dalam biji jagung manis. Penelitian ini juga ditujukan untuk mempelajari efeknya terhadap kuantitas Pb dan Cd di tanah, dan pengaruhnya terhadap bakteri tanah dan jamur *mycorrhizal*.

2. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran dari bulan Juli sampai Oktober 2004. Analisis logam berat dilakukan di Balai Penelitian Pasca Panen Litbang Pertanian Bogor. Analisis mikrobiologis dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran.

Jagung manis ditanam di pot yang dengan Inceptisols Jatinangor (berliat, pH 4.9, C organik 2,13%, N total 0,17%, C/N 13, Pb 19,78 mg/kg dan Cd 0,14 $\mu\text{g}/\text{kg}$) yang diberi pupuk kandang sapi dan lumpur dengan dosis sebagai berikut:

A : Tanpa Lumpur dan tanpa pupuk kandang sapi

B : Tanpa Lumpur, 5 t/ha pupuk kandang sapi

C : 5 t/ha lumpur, 5 t/ha pupuk kandang sapi

D : 10 t/ha lumpur, 5 t/ha pupuk kandang sapi

Pupuk kandang sapi mengandung 8,65 mg/kg Pb dan 0,12 $\mu\text{g}/\text{kg}$ Cd. Lumpur kering yang digunakan berasal dari kolam *anaerob* IPAL PDAM Bojong Soang Bandung, dan telah berada di bak pengering selama kurang lebih 6 bulan. Pupuk dasar urea, SP-36, dan KCl diberikan bersamaan dengan penanaman dengan dosis masing-masing 100, 150, dan 50 kg/ha. Setelah tanaman berumur enam minggu, tanaman diberi pupuk urea sebanyak 200 kg/ha. Tanaman dipelihara di rumah kaca sampai saat panen yaitu 80 hari setelah tanam.

Pada percobaan ini respon yang diukur adalah:

1. Tinggi tanaman pada 1, 3, 5 dan 8 minggu setelah tanam.
2. Pb dan Cd total di dalam tanah dengan metode oksidasi basah dengan HClO_4 , HNO_3 dan HCl .
3. Akumulasi Pb dan Cd di biji jagung manis dengan metode oksidasi basah HCl 6N.
4. Berat basah tongkol jagung tanpa kelobot
5. Bakteri total di *rizosfer* dengan metode *Total Plate Count* agar nutrisi pada pengenceran 10^{-7} dan 10^{-8} .

Selain parameter pertama, seluruh parameter diukur waktu panen pada saat rambut jagung sudah berwarna coklat dan tongkol terisi penuh, tetapi kelobot masih berwarna hijau.

Fercobaan dirancang dalam Rancangan Acak Kelompok dengan 5 ulangan. Untuk menentukan signifikansi perlakuan dilakukan analisis ragam dengan uji F dan signifikansi di dalam perlakuan diuji dengan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pertumbuhan vegetatif

Pemberian limbah 5 maupun 10 t/ha dengan nyata mendorong pertumbuhan tajuk di minggu pertama awal (Tabel 1). Induksi perkembangan vegetatif awal pada jagung manis oleh lumpur ini sejalan dengan hasil penelitian Kalay dan Hindersah (2003) meskipun dengan konsentrasi yang berbeda.

Tabel 1

Perkembangan tinggi tanaman pada fase vegetatif awal dan akhir

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)			
	Minggu 1	Minggu 3	Minggu 5	Minggu 8
Kontrol	4,2 a	22,7 a	63,0 a	272,0 a
Tanpa lumpur, 5 t/ha PK sapi	4,9 a	31,6 b	84,6 b	225,3 c
5 t/ha lumpur, 5 t/ha PK sapi	7,7 b	25,0 a	79,6 b	247,0 b
10 t/ha lumpur, 5 t/ha PK sapi	7,0 b	20,8 a	62,62 a	246,7 b

Keterangan: angka dengan huruf yang sama dalam kolom tidak berbeda nyata menurut uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Pada minggu ketiga dan kelima, pemberian 5 maupun 10 t/ha lumpur menekan perkembangan tajuk tanaman dibandingkan dengan tanaman yang hanya mendapatkan pupuk kandang sapi. Penekanan ini dapat disebabkan oleh penurunan porositas tanah karena lumpur mengandung 77% liat yang dapat memampatkan tanah yang sejalan dengan hasil penelitian Hindersah dkk. (2004). Selain itu, keterbatasan ruang pada polibag akan menekan pertumbuhan tanaman.

Setelah memasuki fase generatif, tanaman kontrol lebih tinggi daripada tanaman yang mendapatkan pupuk kandang sapi dengan maupun tanpa lumpur. Tinggi tanaman yang hanya mendapatkan pupuk kandang sapi lebih rendah daripada tanaman yang diberi lumpur. Pada percobaan ini, hasil jagung manis tanaman kontrol adalah 151.43 g/tanaman yang lebih kecil daripada ketiga perlakuan lainnya. Pertumbuhan vegetatif yang lebih aktif di masa generatif dapat menurunkan produksi tanaman karena akumulasi *fotosintat* di bagian vegetatif menyebabkan distribusi dan transport *fotosintat* ke bagian generatif terhambat.

3.2 Konsentrasi Pb dan Cd tanah dan akumulasi di biji jagung

Pemberian lumpur kering sebanyak 5 ton/ha meningkatkan konsentrasi Pb total tanah dengan nyata (Tabel 2), sedangkan peningkatan Cd total tanah yang nyata diperoleh dari tanah yang diberi 10 t/ha lumpur. Pb maupun Cd total di dalam tanah adalah Pb dan Cd yang berada dalam bentuk *immobile* maupun mobil.

Parameter ini lebih mencerminkan tingkat ketersediaan kedua logam untuk diserap tanaman daripada parameter pb dan Cd terlarut yang ada di air tanah. Logam yang *immobile* berada dalam kompleks jerapan baik dalam bentuk *kation* yang dipertukarkan maupun terikat pada kisi mineral liat (Harter dan Naidu, 2001). Aplikasi lumpur tidak

mengubah konsentrasi Pb dan Cd total tanah dengan drastis (Tabel 2 Peningkatan Pb dan Cd yang cukup nyata baru terjadi jika Lumpur diberikan terus menerus selama jangka waktu yang panjang.

Tabel 2

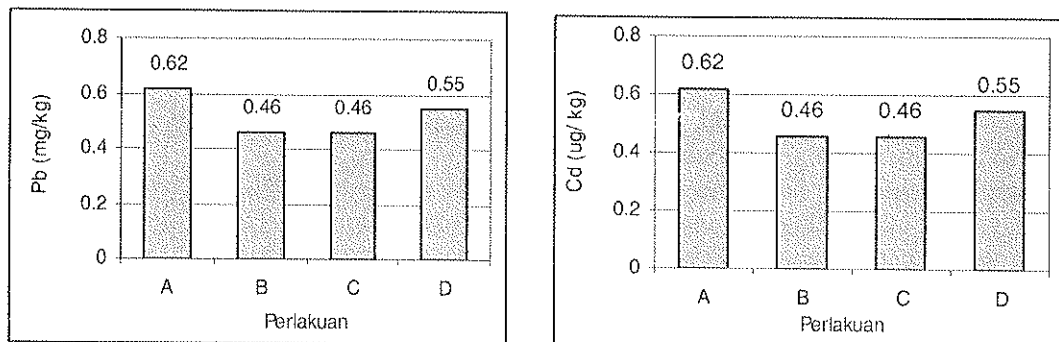
Pengaruh pemberian Lumpur dengan maupun tanpa pupuk kandang sapi terhadap konsentrasi Pb dan Cd total tanah

Perlakuan	Pb total tanah mg/kg	Cd total tanah mg/1000 g
Kontrol	12.64 a	0.12 a
Tanpa lumpur, 5 t/ha PK sapi	12.71 a	0.10 a
5 t/ha lumpur, 5 t/ha PK sapi	17.25 b	0.13 a
10 t/ha lumpur, 5 t/ha PK sapi	14.14 a	0.23 b

Keterangan: angka dengan huruf yang sama dalam kolom tidak berbeda nyata menurut uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Peningkatan Pb dan Cd tanah disebabkan oleh peningkatan *input* dari lumpur. Meskipun pupuk kandang sapi mengandung sejumlah Pb dan Cd tetapi jumlahnya terlalu kecil untuk meningkatkan kandungan kedua logam di tanah. Pada percobaan pot, *input* logam akan terkonsentrasi di tanah, sehingga peningkatan menjadi relatif jelas. Namun di lapangan, bahan organik tanah, dan bahan organik dari pupuk kandang maupun lumpur, akan membentuk ligan logam yang mobil. Selain itu, bahan organik terlarut akan meningkatkan mobilisasi logam. Mobilisasi dapat memindahkan logam ke luar perakaran tanaman sehingga tidak tersedia untuk tanaman, meskipun di lain pihak juga meningkatkan ketersediaan biologis (Kaschi dkk., 2002).

Hasil percobaan ini menunjukkan tidak terdapat perbedaan jumlah Pb maupun Cd yang diakumulasi di biji jagung (**Gambar 1**).



Gambar 1. Pengaruh pemberian Lumpur dengan maupun tanpa pupuk kandang sapi terhadap akumulasi Pb (kiri) dan Cd (kanan) di biji jagung.

A: kontrol, B: tanpa Lumpur + 5 t/ha pupuk kandang, C: 5 t/ha Lumpur + 5 t/ha pupuk kandang, D: 10 t/ha Lumpur + 5 t/ha pupuk kandang

Meskipun menurut Harter dan Naidu (2001) jumlah logam berat yang diserap tanaman merupakan fungsi dari konsentrasi total di tanah, hal tersebut tidak terlihat pada percobaan ini. Logam berat Pb dan Cd umumnya diakumulasi di akar tanaman. Pada percobaan ini Pb yang terikat pada akar berkisar antara 1,25 – 1,74 mg/kg, yaitu rata-rata hampir 4 kali lipat daripada yang terdapat di biji jagung, dan telah dilaporkan sejumlah besar logam Cd diakumulasi pada umbi kentang.

Pb merupakan logam yang relatif *immobile* karena Pb diserap dapat secara kuat oleh tanah. Pb yang *immobile* hanyalah dalam bentuk garam sulfat dan Pb-organik. Persistensi dan mobilitas Pb dan Cd di tanah tropis ditentukan oleh banyaknya logam yang diadsorpsi pada fase padat tanah yang merupakan fungsi dari pH dan kekuatan ion (Alloway, 1995). Interaksi Cd dengan permukaan tanah lebih lemah dibandingkan Pb sehingga Cd bersifat labil dan lebih mudah didesorpsi untuk selanjutnya diserap tanaman. Karena itu, potensi Cd untuk mengkontaminasi tanaman konsumsi lebih tinggi daripada Pb. Pada percobaan ini baik akumulasi Pb maupun Cd di biji jagung manis (Gambar 1) tidak melebihi batas maksimal yang ditetapkan Depkes RI yaitu 4 mg/kg dan 2 mg/kg. Akumulasi menurun pada pemberian Lumpur dosis 10 t/ha karena KTK pada bahan organik mengadsorpsi logam Pb dan Cd sehingga tidak diserap tanaman.

3.3 Berat basah tongkol jagung

Respon tanaman terhadap penambahan lumpur berbeda sesuai dengan konsentrasi yang diberikan (Tabel 3). Pemberian 5 t/ha lumpur masih meningkatkan hasil dibandingkan tanaman kontrol. Meskipun 5 t/ha lumpur mampu meningkatkan berat basah tongkol dibandingkan dengan tanpa lumpur, peningkatan ini tidak nyata. Bahkan peningkatan lumpur yang diberikan sampai 10 t/ha menurunkan berat tongkol. Agaknya lumpur mempunyai peran yang sama dengan pupuk kandang sapi. Kandungan bahan organik yang tinggi dan adanya sejumlah unsure hara memberikan kontribusi terhadap fotosintat yang diakumulasi di dalam tongkol. Namun penurunan berat tongkol pada aplikasi 10 t/ha lumpur perlu dicermati karena mengindikasikan efek negatif dari penambahan lumpur dalam konsentrasi yang relatif tinggi.

Tabel 3
Berat basah tongkol jagung manis akibat pemberian lumpur

Perlakuan	Berat basah tongkol (g)
Kontrol	151,43 a
Tanpa lumpur, 5 t/ha PK sapi	193,57 b
5 t/ha lumpur, 5 t/ha PK sapi	222,23 b
10 t/ha lumpur, 5 t/ha PK sapi	181,03 a

Keterangan: angka dengan huruf yang sama dalam kolom tidak berbeda nyata menurut uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

3.4 Populasi bakteri tanah

Berbeda dengan hasil kajian mikrobiologis pada fase vegetatif (Hindersah dkk., 2004) yang memperlihatkan penurunan populasi bakteri total di *rizosfer* jagung manis pada 23 hst, pada fase generatif tidak terjadi penurunan populasi bakteri total tanah (Tabel 4), bahkan penambahan lumpur meningkatkan populasi bakteri *rizosfer*.

Peningkatan ini menunjukkan bahwa pupuk kandang sapi dan lumpur merupakan sumber karbon dan nutrisi lainnya bagi bakteri *heterotrof* yang terisolasi dengan media nutrisi yang kami gunakan. Konsentrasi Pb dan Cd di dalam lumpur yang diaplikasikan dengan dosis 5 – 10 t/ha tidak mencapai taraf meracuni bakteri tanah. Selain itu, peningkatan umur tanaman akan meningkatkan eksudasi tanaman sehingga ketersediaan Pb dan Cd dapat menurun karena diikat oleh polisakarida dari eksudat. Hasil percobaan ini sejalan dengan percobaan Hindersah dan Kalay (2003) yang memperlihatkan peningkatan jumlah bakteri di *rizosfer pakcoy* berumur 3 minggu setelah aplikasi lumpur IPAL. Meskipun perlu dibuktikan, besar kemungkinan bahwa bakteri *rizosfer* yang terisolasi adalah bakteri yang tahan logam berat. Jadi, peningkatan populasi bakteri di tanah yang diberi lumpur pada percobaan ini dapat disebabkan meningkatnya populasi bakteri resisten logam berat.

Tabel 4

Total bakteri di rizosfer jagung manis

Perlakuan	Total bakteri rizosfer (CFU/g)
Kontrol	28,35 x 10 ⁸ a
Tanpa lumpur, 5 t/ha PK sapi	45,78 x 10 ⁸ b
5 t/ha lumpur, 5 t/ha PK sapi	93,78 x 10 ⁸ d
10 t/ha lumpur, 5 t/ha PK sapi	52,70 x 10 ⁸ c

Keterangan: angka dengan huruf yang sama dalam kolom tidak berbeda nyata menurut uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pemberian lumpur kering yang diambil dari dasar kolam *anaerob* Instalasi Pengolahan Air Limbah Perusahaan Daerah Air Minum Bandung dapat disetarakan dengan pemberian bahan organik seperti yang biasa dilakukan pada lahan pertanian. Meskipun mengandung logam berat Pb dan Cd, aplikasi dalam produksi jagung manis di rumah kaca tidak banyak mengubah konsentrasi Pb dan Cd tanah dan akumulasi Pb dan Cd pada biji jagung tidak melebihi batas maksimal yang ditetapkan Departemen Kesehatan RI. Keuntungan lain dari pemberian lumpur adalah peningkatan populasi bakteri total tanah.

Daftar Pustaka

- Alloway, B.J. 1995. *Soil processes and behaviour of metals*. in Alloway, B.J. (Ed). *Heavy Metals in Soils*. Blackie Academic & Professional. Glasgow
- Aoyama, M., and T. Nagumo. 1997. *Comparison of the effects of Cu, Pb, and As on plant residue decomposition, microbial biomass, and soil respiration*. *Soil Sci. Plant Nutr.* 43:613-622
- Bohn, H.L., B.L. McNeal., and G.A. O'Connor. 1979. *Soil Chemistry*. John Wiley & Sons. New York.
- Harter, R.D., and R. Naidu. 2001. *An assessment of environmental and solution parameters impact on trace metal sorption by soils*. *Soil Sc.Soc. Am. J.* 65:597-612.
- Hindersah, R., and A.M. Kalay. 2003. "The Use of domestic sludge as organic matter for pakchoy (*Brassica campestris* var. *chinensis*) production". Proceeding International Seminar on the organic farming and sustainable agriculture in tropics and subtrpatics: Science, Technology, Management and Social Welfare. Volume 1 pp 202-207.
- Hindersah, R., M. Kalay, dan B.S. Muntalif. 2004. *Pemanfaatan Lumpur Instalasi Pengolahan Air Limbah: Studi Pendahuluan terhadap Pertumbuhan Vegetatif Jagung Manis dan Mikroba Tanah*. *J. Mikrob. Indon.* 9:47-50
- Juwarkar, A.S., A. Shende, P.R Thawale, S. Satyanarayanan, P.B Deshbratar, A.S Bal, and A Juwarkar. 1992. *Biological and Industrial Wastes as Source of Plant Nutrients*. In Tandon H.L.S. *Fertilizers, Organic Manures, Recyclable Wastes and Biofertilizers. components of integrated plant nutrition*. Fertilizer Development and Consultation Organization. New Delhi.
- Kalay, A.M., dan R. Hindersah. 2003. *Pemanfaatan Lumpur Kering Kolam Anaerob Pengolahan Limbah sebagai Media Pembibitan Tanaman Sayuran*. Prosiding Seminar Nasional VIII Himpunan Ilmu Tanah. Hal. 504-510.
- Kaschi, A., V. Roemheld, and Y. Chen. 2002. Cadmium binding by fractions of dissolved organic matter and humic substances from municipal waste compost. *J. environ. Qual.* 31:1885-1892.
- Muntalif, B.S., and R. Hindersah. 2003. *Sludge Utilization for Seedling Growth of Vegetables Crops. The use of domestic sludge as organic matter for vegetable production. J. on Ch*
- Qodaryah ES. 2004. *Pengaruh lumpur kering dan pupuk kandang sapi terhadap pH tanah, Pb terlarut, Pb total, akumulasi Pb pada pupus tanaman dan hasil tanaman pakcoy (Brassica chinensis L.) pada Fluventic Eutrudepts (Skripsi)*. Bandung: Universitas Padjadjaran.
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Jurusan Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian Insitut Pertanian Bogor. Bogor

Ucapan Terimakasih

Kami berterimakasih kepada Kepala Marthin Kalay untuk analisis statistik dan kepada Dra. Betty Wediawati dari PDAM Bandung yang mengizinkan penggunaan lumpur untuk penelitian ini.