

# Agrologia

## Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman

Volume 2, Nomor 2, Oktober 2013

STUDI PERLADANGAN BERPINDAH DARI SUKU WEMALE  
DI KECAMATAN INAMOSOL KABUPATEN SERAM BAGIAN BARAT  
Matinahoru, J. M.

LOGAM BERAT Pb PADA TANAH SAWAH DAN GABAH DI SUB-DAS  
JUWANA JAWA TENGAH  
Mulyadi

PENGGUNAAN PUPUK ORGANIK CAIR SEBAGAI MEDIA PRODUKSI  
INOKULAN *Azotobacter chroococcum*  
Hindersah, R., Yulina, H. dan A. Nurbaity

SERANGAN *Perenosclerospora* spp PADA TANAMAN JAGUNG  
DI DESA RUMAHTIGA, KECAMATAN TELUK AMBON BAGUALA  
KOTA AMBON  
Matruti, A.E., Kalay, A.M. dan C. Uruilal

Pb DAN Cu PADA BADAN AIR DAN TANAH SAWAH SUB-DAS SOLO HILIR  
KABUPATEN LAMONGAN  
Purbalisa, W. dan Mulyadi

PELESTARIAN SECARA IN VITRO MELALUI METODE PERTUMBUHAN  
LAMBAT PADA BEBERAPA GENOTIPE UBI JALAR (*Ipomea batatas* (L) Lam)  
Laisina, J. K. J.

PENGARUH BERBAGAI KOMPOSISI BOKASHI AMPAS BIJI KAKAO DAN  
PEMBERIAN EM<sub>4</sub> YANG BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN  
PRODUKSI TANAMAN PETSAI (*Brassica chinensis* L.)  
Riry, N., Rehatta, H. dan V. L. Tanasale

RESPONS TANAMAN CABAI BESAR (*Capsicum annum* L.) TERHADAP  
PEMBERIAN PUPUK ORGANIK HORMON TANAMAN UNGGUL  
Ralahalu, M. A., Hehanussa, M. L. dan L. L. Oszaer

ARAHAN STRUKTUR TATA RUANG KAWASAN AGROPOLITAN  
KECAMATAN BAROS KABUPATEN SERANG PROVINSI BANTEN  
Ma'mun, D., Karyani, T. dan N. Syamsiyah

RESPONS LIMA VARIETAS KUBIS (*Brassica oleracea* L.) TERHADAP  
SERANGAN HAMA PEMAKAN DAUN *Plutella xylostella* (Lepidoptera ; *Plutellidae*)  
Luhukay, J. N., Uluputty, M.R. dan R.Y. Rumthe

Agrologia

Vol. 2

No. 2

Halaman  
86 - 169

Ambon,  
Oktober 2013

ISSN  
2301-7287

## LOGAM BERAT Pb PADA TANAH SAWAH DAN GABAH DI SUB-DAS JUWANA JAWA TENGAH

Mulyadi

Balai Penelitian Lingkungan Pertanian  
Jalan Jakenan-Jaken km 05 Pati 59182 Jawa Tengah  
Email : mulyadi1959@yahoo.com

---

### ABSTRAK

Sub-DAS Juwana merupakan wilayah hilir dari DAS Jragung Tuntang Serang Lusi dan Juwana (Jratunseluna). Konservasi DAS hulu-tengah dari hutan atau belukar menjadi lahan budidaya sayuran akan mempercepat degradasi sumberdaya air dan memperparah pencemaran residu pupuk dan pestisida di DAS hilir. Tanah (sedimen) yang terbawa oleh aliran permukaan juga merupakan agen utama pembawa/ penyebar bahan-bahan pencemar di kawasan aliran permukaan. Identifikasi kadar logam berat Pb dalam tanah dan gabah pada lahan sawah Sub-DAS Juwana dilaksanakan tahun 2009 dengan metode survei. Tujuan penelitian adalah mendapatkan data dan sebaran logam berat Pb pada lahan sawah Sub-DAS Juwana. Survei pengambilan sampel tanah dan gabah didekati melalui wilayah Sub-DAS, bentuk lahan dan sumber pencemar, dengan demikian sampel yang diambil mewakili wilayah tertentu yang dianggap homogen. Penentuan lokasi sampel dalam penelitian ini akan digunakan sebagai dasar informasi dalam pembuatan peta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan logam Pb dalam tanah berkisar antara 0,23-2,89 ppm, dan Pb dalam gabah berkisar antara 0,23-1,23 ppm, di bawah ambang batas yang ditetapkan oleh WHO (2 ppm).

Kata kunci : DAS, Pb, tanah, gabah

### Pb HEAVY METALS IN THE SOIL AND GRAIN OF RICE FIELD ON JUWANA SUB-WATERSHEDS CENTRAL JAVA

#### ABSTRACT

Juwana sub-watershed is a downstream region of the watershed Jragung Tuntang Serang Lusi and Juwana (Jratunseluna). Upstream watershed conservation and the middle of the forest or shrub which is cultivated to vegetable farm will accelerate the degradation of water resources and aggravate the residues of fertilizer and pesticide pollution into the watershed downstream. Soil (sediment) carried by surface runoff is also a major agent of the carrier pollutants in the runoff. Identification of heavy metal content of Pb in soil and grain in Sub-watershed wetland Juwana was conducted in 2009 by survey method. The research objective was to get the data and distribution of heavy metals Pb at sub-watershed wetland Juwana. Surveys and soil sampling grain was approached along Sub-watershed, land forms and sources of contaminants, thus representing samples taken at certain areas were considered homogeneous. Determining the location of the sample in this study will be used as the basis of information in making the map. The results showed that the metal content of Pb in soils ranged from 0.23 to 2.89 ppm, and Pb in the grain ranged from 0.23 to 1.23 ppm, below the threshold determined value by WHO (2 ppm).

Keywords: watershed, Pb, soil, grain

---

#### PENDAHULUAN

Dalam sudut pandang bentang lahan (*landscape*), setiap ekosistem DAS sering dibedakan menjadi bagian atas (hulu), tengah dan bawah (hilir). Bagian hulu dipersepsikan sebagai wilayah resapan air (*recharge*),

bagian tengah sebagai *storage* dan bagian bawah sebagai *discharge*. Namun demikian dalam kenyataannya istilah hulu dan hilir sering digunakan untuk pengertian dan kepentingan yang lain (Suntoro, 2005). Sub-DAS Juwana merupakan wilayah hilir dari

DAS Jragung Tuntang Serang Lusii dan Juwana (Jratunseluna).

Perubahan penggunaan lahan di daerah hulu tidak hanya berdampak pada tempat kegiatan berlangsung, secara langsung berdampak pada daerah hilir, diantaranya dalam bentuk perubahan/ fluktuasi debit dan transpor sedimen serta material terlarut dalam sistem aliran air. Wijanarto dan Ramdani (2006), menyebutkan dampak negatif yang ditimbulkan akibat kerusakan sangat merugikan kehidupan penduduk, seperti banjir, kekeringan, erosi, sedimentasi, menurunnya kesuburan tanah, produksi pertanian menurun, tercemarnya badan air dan lahan pertanian dan dampak yang lain.

Berbagai sumber pencemar logam berat, dapat berasal dari kegiatan pertanian maupun non pertanian. Bahan-bahan tersebut terdapat sebagai unsur ikutan (*impurities*) dalam pupuk anorganik (Cd, Cr, Pb); limbah cair (*sewage sludge*) (Cd, Ni, Cu, Pb); peternakan (Cu, Zn, As); pestisida (Cu, As, Hg, Pb); serta kompos (Cd, Cu, Ni Pb). Di negara maju, regulasi pengaturan toleransi kadar logam berat dalam sumber pencemar sudah diatur dalam peraturan yang baku. Di Indonesia peraturan tersebut masih dalam tahap penelitian, kecuali untuk bahan B3 dalam limbah yang dikeluarkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup Tahun 1999.

Kadar Pb secara alami dapat ditemukan dalam batu-batuan sekitar 13 ppm. Kadar Pb yang tercampur dengan batuan fosfat dan yang terdapat dalam batuan pasir (sand stone) dapat mencapai 100 ppm. Sedangkan kadar Pb yang terdapat di tanah sekitar 5 -25 ppm dan di air bawah tanah (*ground water*) berkisar antara 1- 60 µg/liter (Sudarmaji dkk, 2006). Keberadaan logam berat dalam tanah, air dan tanaman patut mendapat perhatian karena: (1) sifat racun dan potensi karsinogeniknya, (2) mobilitasnya dalam tanah yang cepat berubah, dan (3) cenderung akumulatif dalam tubuh manusia (Notodarmojo, 2004).

Tanah mempunyai kemampuan untuk membersihkan dirinya dari pengaruh polutan dan disebut sebagai daya sangga, tetapi

kemampuan tersebut terbatas. Jika daya sangga terlampaui sebagai akibat penumpukan bahan beracun berbahaya yang terus menerus maka tanah akan tercemari. Untuk mengetahui seberapa besar tingkat pencemaran tanah sawah dan tanaman (gabah) pada Sub-DAS Juwana perlu dilakukan identifikasi. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan data dan informasi sebaran logam berat Pb dalam tanah dan gabah pada lahan sawah Sub DAS Juwana.

## METODOLOGI

- Penelitian dilaksanakan tahun 2009, lokasi penelitian ada di Sub-DAS Juwana.
- Pelaksanaan penelitian melalui metode survei lapangan, dasar penentuan titik sampel adalah sumber pencemar. Sebelum survei lapangan dibuat peta kerja, diawali dengan *overlay* peta administrasi, peta lereng, land use (masing-masing diekstrak dari peta rupa bumi skala 1:25.000), peta geologi (skala 1:100.000)..
- Survei instansional dilakukan untuk mendapatkan data sekunder dari dinas perindustrian, Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan DAS, Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, dan Dinas Pertanian.
- Pengambilan contoh tanah dilakukan dengan sistem grid yang dimodifikasi. Contoh tanah komposit diambil dari campuran 5 sub sampel contoh tanah individu. Contoh tanah individu diambil dari lapisan olah atau lapisan perakaran (0-20 cm). Satu contoh tanah komposit mewakili hamparan yang homogen sekitar 10-15 ha, sedangkan pada lahan miring dan bergelombang 1 contoh tanah kamposit mewakili areal sekitar 5 ha, bergantung kemiringan lereng (Rochayati dan Hartatik, 2004).
- Penetapan kadar logam berat total
  - Contoh tanah dari lapang dikering anginkan dihaluskan dan disaring dengan ayakan 0,5 mm. Contoh tanah

ditimbang 2 g dimasukkan dalam labu diges, ditambahkan 10 ml asam campur (HNO<sub>3</sub>:HClO<sub>4</sub>:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 5:2:1).

- Contoh mula-mula dipanaskan pada suhu 100<sup>0</sup>C sampai uap kuning muncul.
- Pada saat uap kuning muncul labu diges digoyang perlahan-lahan.
- Setelah uap kuning habis suhu ditingkatkan menjadi 200<sup>0</sup>C, distruksi diakhiri bila uap putih sudah keluar dan cairan dalam labu tersisa sekitar 0,5 ml, lalu contoh didinginkan.
- Setelah dingin ekstraktan dipindahkan ke dalam labu ukur 50 ml, disaring dengan kertas *whatman* No.41, dan diimpitkan dengan air bebas ion sampai tera
- Pengukuran : Ekstrak jernih diukur dengan alat AAS menggunakan deret standar masing-masing logam berat sebagai pembanding.
- Perhitungan : Kadar logam berat (ppm)

$$= \text{mg/kg kurva} \times \text{vol. Ekstraktan} \times 1.000 \text{ ml}^{-1} \times \text{berat contoh tanah} \text{ g}^{-1} \times 1000 \text{ g} \times \text{fk}$$

$$= \text{mg/kg kurva} \times 50/1.000 \times 1.000/2 \times \text{fk}$$

$$= \text{mg/kg kurva} \times 25 \times \text{fk}$$

Keterangan : mg/kg kurva = kadar contoh yang didapat dari kurva hubungan antara kadar deret standar dengan pembacaannya setelah dikoreksi balnko.

$$\text{Fk} = \text{faktor koreksi ksdar air} = 100/(100 - \% \text{ kadar air})$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Logam berat Pb dalam tanah

Hasil analisis logam Pb tanah, dari 12 sampel sebelas diantaranya mengandung logam Pb dan satu sampel tidak terdeteksi logam Pb. Residu logam Pb dalam tanah berkisar antara 0,23-2,89 ppm (Tabel 1), angka-angka tersebut berada dibawah ambang batas logam Pb dalam tanah sebesar 20 ppm (Kabata-Pendias dan Mukherjee 2007).

Tabel 1. Kandungan logam Pb dalam tanah sawah Sub-DAS Juana, Pati Jawa Tengah tahun 2009

No.	Koordinat		Desa	Kecamatan	Logam Pb dalam tanah (ppm)
	X	Y			
JN 08	111 01 57.5"	06 47 40.2"	Tanjung	Gabus	0,4
JN 09	111 01 55.4"	06 47 43.3"	Tlogoayu	Gabus	0,23
JN 10	111 00 53.7"	06 47 38.2"	Penambuhan	Margorejo	0,23
JN 12	111 04 21.8"	06 46 08.1"	Kedungmulyo	Jakenan	2,22
JN 13	111 06 41.8"	06 44 22.2"	Tondomulyo	Jakenan	1,39
JN 14	111 07 43.2"	06 44 21.9"	Garuan	Juwana	1,72
JN 15	111 04 35.0"	06 44 35.0"	Widorokandang	Pati	tt
JN 16	110 58 40.0"	06 51 30.0"	Talun	Kayen	2,89
JN 17	111 06 34.4"	06 43 10.7"	Margomulyo	Jakenan	1,06
JN 18	110 03 57.3"	06 49 18.3"	Mintorahayu	Winong	2,55
JN 19	111 08 30.0"	06 49 32.1"	Jetak	Pucakwangi	2,06
JN 20	111 08 28.3"	06 46 05.0"	Tondokerto	Jakenan	2,39
<b>MAC*</b>					<b>20</b>

Keter : \*= Maximum Allowable Concentration (Kabata-Pendias dan Mukherjee 2007)

tt = tidak terdeteksi

Cemaran B3 yang tertimbun di dalam tanah dapat berasal dari bahan induk pembentuk tanah, kontaminan dari limbah industri, dan input pertanian seperti pupuk fosfat dan pestisida (Roechan dkk, 1995). Hal yang sama disampaikan oleh Darmono (2001), bahwa kontaminan logam dalam tanah pertanian tergantung pada (a) jumlah

logam yang ada pada batuan tempat tanah terbentuk, (b) jumlah mineral yang ditambahkan pada tanah sebagai pupuk, (c) jumlah deposit logam ataupun merembes ke dalam tanah. Kadar logam Pb dan Cd dari batuan induk pembentuk tanah disajikan dalam (Tabel 2).

Tabel 2 Jenis batuan induk pembentuk tanah yang mengandung logam Pb dan Cd

Jenis batuan	Pb <sup>1</sup>	Cd <sup>2</sup>
	----- ppm -----	
Ultra basalt	1-14	0,01-0,12
Basalt	3-6	0,01-0,60
Granit	18-24	0,01-1,60
Sabs dan liat	20-23	0,017-11,00
Sabs hitam	20-30	0,30-2,10
Pasir	10-12	0,019-0,40
Kapur	5-9	0,007-12

Sumber : <sup>1</sup>Davies, 1990; <sup>2</sup>Alloway (1990)

Selain itu, faktor pengelolaan lahan pertanian berpengaruh pada kandungan logam berat dalam tanah. Petani di lahan sawah tadah hujan Sub-DAS Juwana umumnya memupuk padi sawah dengan pupuk anorganik dan pupuk organik untuk meningkatkan hasil tanaman. Pupuk merupakan salah satu sumber bahan pencemar yang berasal dari kegiatan pertanian (Dariah dan Rahman, 2006).

### Sebaran logam berat Pb dalam tanah

Untuk mendelineasi sebaran logam Pb tanah, dibagi dalam 3 kelas/ kisaran yaitu kelas I = 0,23-1,12 ppm; kelas II = 1,13-2,00 ppm; dan kelas III = 2,01-2,39 ppm, (Gambar 1). Dari 3 kelas tersebut, lahan sawah Sub-DAS Juwana sebagian besar (42%) masuk kelas III, sedangkan kelas I dan II masing-masing 33 dan 17% serta sebesar 8% tidak terdeteksi logam Pb dalam tanah.

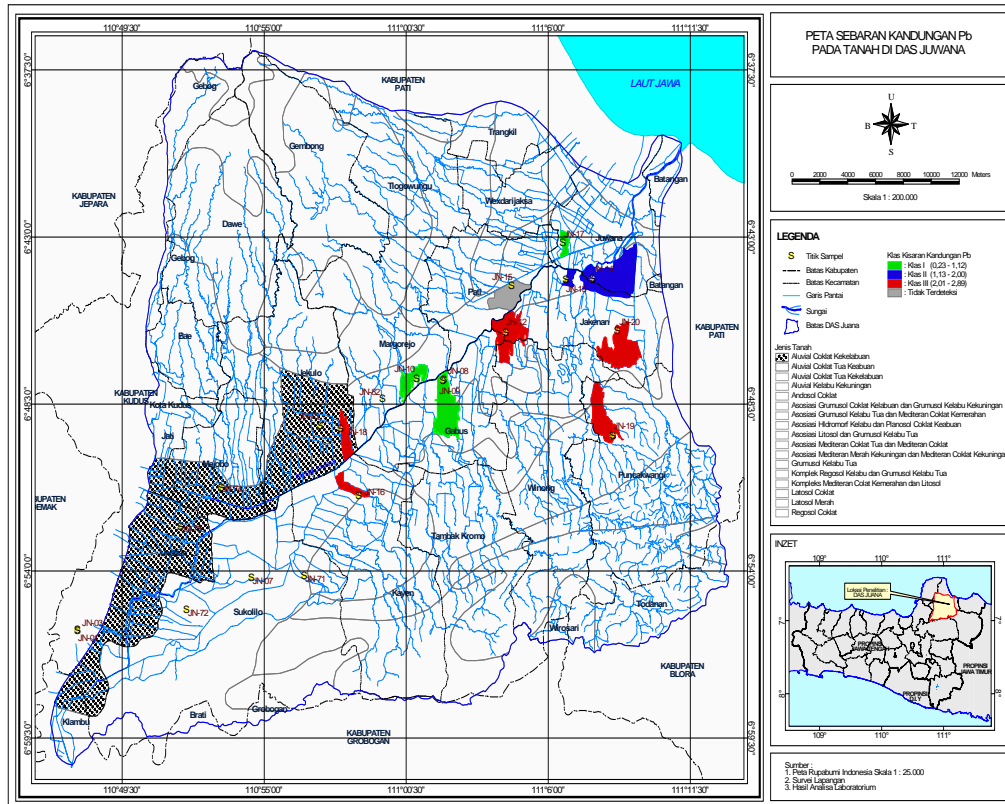
Sebaran logam Pb di lahan sawah Sub-DAS Juwana sebagian besar didominasi kelas 3 hal ini diduga faktor batuan pembentuk tanah. Di wilayah selatan dan utara sungai Juwana membentang pegunungan kapur, pada musim kemarau

masyarakat sekitar daerah tersebut banyak melakukan penggalian batu kapur sebagai bahan pembuatan batu gamping/kapur, pengerasan jalan dan bahan bangunan. Hujan yang turun pada wilayah tersebut akan membawa sedimen berupa kikisan batuan, tanah atau erosinya sehingga menambah logam dalam tanah dan badan air di kawasan hilir DAS Juwana.

Pengelolaan lahan berpengaruh keberadaan logam berat dalam tanah. Setyorini (2003), menyebutkan bahwa sebagai salah satu input pupuk anorganik yang diproduksi secara kimiawi maupun pupuk organik, berpotensi mencemari lingkungan lahan pertanian bila penggunaannya tidak bijaksana. Kandungan logam di dalam pupuk, dikhawatirkan akan terakumulasi dalam tanah dan terangkut tanaman lewat panen dan masuk ke dalam rantai makanan manusia. Selanjutnya Palar (2004), menyatakan peranan tanah terhadap pengangkutan dan menghilangkan bahan-bahan pencemar sangatlah besar. Proses pengangkutan tersebut ada bermacam-macam, diantaranya adalah pengaliran (*flow on*), peresapan (*absorption*) dan pelumeran (*leaching*).

Proses peresapan dari bahan-bahan pencemar yang terjadi pada lapisan tanah dipengaruhi oleh banyak hal, diantaranya: karakteristik

tanah, kandungan bahan organik tanah, pH tanah, ukuran partikel tanah, kemampuan pertukaran ion tanah, dan suhu tanah.



Gambar 1. Sebaran logam Pb pada tanah sawah Sub-DAS Juwana

### Logam berat Pb dalam gabah

Kandungan logam berat Pb dalam gabah berkisar antara 0,23-1,23 ppm. Kandungan logam Pb dalam gabah masih dibawah ambang batas yang ditetapkan WHO (2,0 ppm). Kandungan logam Pb dalam gabah disajikan dalam Tabel 3.

Keberadaan logam berat dalam tanah dan proses penyerapan oleh tumbuhan dikendalikan oleh faktor fisik, kimia dan biologi tanah, serta macam dan fase pertumbuhan tanaman. Faktor-faktor tersebut berlangsung secara rumit, bahkan ada faktor yang pengaruhnya saling bertentangan.

Penyerapan logam berat oleh akar tanaman lebih rendah pada tanah tercemar berat dibandingkan dengan tanah yang tercemar ringan (Verloo, 1993). Hal ini berkenaan disebabkan oleh kenaikan pH oleh bahan pencemar dan diikuti meningkatnya KTK sehingga penyerapan oleh tanah menjadi lebih kuat dan penyerapan oleh tanaman rendah.

Kemampuan meng-akumulasi logam berat juga berbeda untuk setiap jenis tanaman. Setiap jenis tanaman memiliki kemampuan berbeda dalam mengakumulasi logam berat. Menurut Sommers (1980) dalam penelitiannya mendapatkan bahwa kemampuan menerima dan mentranslokasikan logam

berat ke berbagai bagian tanaman berbeda antar jenis bahkan antar spesies tanaman.

Tabel 3. Kandungan logam berat Pb dalam gabah pada lahan sawah Sub-DAS Juwana, Pati Jawa Tengah tahun 2009

No	Koordinat		Desa	Kecamatan	Logam Cd dalam gabah (ppm)
	X	Y			
JN 08	111 01 57.5"	06 47 40.2"	Tanjang	Gabus	0,73
JN 10	111 00 53.7"	06 47 38.2"	Penambuhan	Margorejo	0,4
JN 12	111 04 21.8"	06 46 08.1"	Kedungmulyo	Jakenan	tt
JN 13	111 06 41.8"	06 44 22.2"	Tondomulyo	Jakenan	0,73
JN 14	111 07 43.2"	06 44 21.9"	Garuan	Juwana	0,89
JN 15	111 04 35.0"	06 44 35.0"	Widorkandang	Pati	0,56
JN 16	110 58 40.0"	06 51 30.0"	Talun	Kayen	1,23
JN 17	111 06 34.4"	06 43 10.7"	Margomulyo	Jakenan	0,89
JN 18	110 03 57.3"	06 49 18.3"	Mintorahayu	Winong	0,89
JN 19	111 08 30.0"	06 49 32.1"	Jetak	Pucakwangi	0,56
JN 20	111 08 28.3"	06 46 05.0"	Tondokerto	Jakenan	0,23
<b>Ambang batas*</b>					2,0

Keter : \* WHO (pada beras); tt = tidak terdeteksi

Selain itu, masuknya logam kedalam tubuh tanaman selain berasal dari dalam tanah juga dapat berasal dari pencemaran udara akibat pembakaran Industri bahan bakar. Pb dalam bentuk *tetra ethyl lead* dan *tetra methyl lead* banyak dipakai sebagai anti knock pada bahan bakar, dan berpotensi sebagai sumber pencemar Pb. sehingga baik industri maupun bahan bakar yang dihasilkan merupakan sumber pencemaran Pb. Hasil pembakaran dari bahan tambahan (*aditive*) Pb pada bahan bakar kendaraan bermotor menghasilkan emisi Pb in organik. Pencemaran logam berat Pb di udara dapat masuk tanaman melalui stomata dan atau jatuh ke tanah, kemudian diserap melalui akar. Masuknya logam berat ke dalam daun disebabkan oleh ukuran partikelnya lebih kecil dari ukuran stomata daun. Smith (1981) dalam Arianti, (2006) menyatakan ukuran celah stomata daun berkisar anatara 2 um sampai 4 um, sedangkan Elsenreich (1986) dalam Arianti, (2006) menyatakan ukuran partikel logam berat khususnya Pb rata-rata 0,2 um, sehingga

dapat masuk ke dalam stomata dan diam di dalam jaringan daun.

## KESIMPULAN

1. Tanah sawah pada Sub-DAS Juwana terdeteksi logam berat Pb pada tingkatan yang aman belum mencemari tanah, demikian pula pada gabah terdeteksi adanya logam Pb namun masih dibawah batas yang ditetapkan WHO.
2. Keberadaan logam Pb dalam gabah walaupun pada tingkatan yang aman, perlu diwaspadai karena bila dikonsumsi secara terus menerus akan terakumulasi dalam tubuh dan dampaknya pada kesehatannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arianti, F.D. 2006. Tingkat Pencemaran Logam Berat (Hg, Pb dan Cd) Di Dalam Sayuran (Studi Kasus di Kabupaten Banyumas). *Prosiding Seminar Nasional Pengendalian*

- Pencemaran Lingkungan Pertanian Melalui Pendekatan Pengelolaan DAS Secara Terpadu*. Surakarta 28 Maret 2006.
- Alloway, B.J. 1995. The Origin Of Heavy Metal In Soil. P: 38-57. in Heavy Metal In Soil (Second Edition : Alloway Ed.) Balckie Academic & Profesional, Glasgow, U.K.
- Dariah, A dan A. Rachman, 2006. Optimalisasi Multifungsi Lahan Pertanian Dalam Penanggulanagn Pencemaran Di Darah Aliran Sungai. *Prosiding Seminar Nasional Pengendalian Pencemaran Lingkungan Pertanian melalui Pendekatan Pengelolaan DAS Secara Terpadu*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan pertanian. Surakarta 28 Maret 2006.
- Darmono, 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran. Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam. UI Press. Jakarta.
- Notodarmojo, S. 2005. Pencemaran Tanah dan Air Tanah. Penerbit ITB. Bandung
- Palar, H. 2004. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta. Jakarta.
- Prasetyo, T., 2006. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Melalui Pendekatan Sistem Integrasi Tanaman Dan Ternak. *Prosiding Seminar Nasional Pengendalian Pencemaran Lingkungan Pertanian melaluia pendekatan Pengelolaan DAS Secara Terpadu*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan pertanian. Surakarta 28 Maret 2006.
- Roechan S., Nasution, I., Sukarno, L dan A.K. Makarim. 1995. Masalah pencemaran kadmium (Cd) pada padi sawah. *Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III* . Jakarta/ Bogor 23-25 Agustus 1995.
- Setyorini, D., Suparto dan Sulaeman. 2003. Kadar Logam Berat Dalam Pupuk. *Prosiding Seminar Nasional Peningkatan Kualitas Lingkungan dan Produk Pertanian. Puslitbang Tanah dan Agroklimat*. Bogor p. 219-230
- Sudarmaji., Mukono, J dan I.P. Corie, 2006. Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan FKM Universitas Erlangga*, Vol.2 No.2 129-142.
- Suntoro, 2005. Dampak Kegiatan Pembangunan Terhadap Degradasi Lahan Pertanian. Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Kritis. Uiversitas Sebelas Maret Surakarta.
- Verloo, M. 1993. Chemical Aspect of Soil Pollution. ITC-Gen Publications Series No. 4: 17 – 46
- Widowati, W., Sastiono, A dan R. Jusuf. 2008. Efek Toksik Logam, Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran. Andi Offset. Yogyakarta.
- Wijanarto, A.B dan D. Ramdani, 2006. Membangun Kerangka Kerja Pengelolaan DAS Dengan Sistem Informasi Geografis Dan Penginderaan Jauh. *Prosiding Seminar Nasional Pengendalian Pencemaran Lingkungan Pertanian melalui pendekatan Pengelolaan DAS Secara Terpadu*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan pertanian. Surakarta 28 Maret 2006.