

Artikel Riset

## **Identifikasi dan Informasi Teknologi Penanggulangan Logam Berat pada Lokasi Pengembangan Padi Organik di Kabupaten Batang**

*Identification and Information of Metals Control Technology at Organic Rice Development Locations in Batang Regency*

**Yulis Hindarwati<sup>1\*</sup>, Wahyu Purbalisa<sup>2</sup>, Sukarjo<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Jl. Soekarno-Hatta KM 26 No. 10 Kotak Pos 124, Bergas, Semarang, Indonesia 50552

<sup>2</sup>Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Jl. Raya Jakenan-Jaken KM 5 Kotak Pos 5, Jaken, Pati, Jawa Tengah, Indonesia 59182

\*Penulis korespondensi, e-mail: [yulis\\_hindarwati@yahoo.co.id](mailto:yulis_hindarwati@yahoo.co.id)

---

### **Abstrak**

Meningkatnya permintaan pasar akan konsumsi beras organik berkorelasi dengan peningkatan kawasan pengembangan padi organik. Identifikasi ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat sebelum pengembangan dilaksanakan dan alternatif teknologi dapat diterapkan. Survei dilakukan pada hamparan lahan berteras di kawasan pengembangan padi organik Jawa Tengah di Desa Getas, Kecamatan Bawang, Kabupaten Batang. Pengambilan sampel tanah pada hamparan berteras dibagi berdasarkan aliran air pengairan atau ketinggian tempat yaitu lahan sawah bagian : atas, atas-tengah, tengah, tengah-bawah, dan bawah. Contoh tanah diambil secara zig-zag pada kedalaman 0-20 dan 20-40 cm dimana masing-masing posisi diambil 8 titik tunggal dan dikompositkan. Contoh tanah diujikan untuk mengetahui kandungan logam berat Pb, Cd, dan Cu. Berdasarkan hasil pengujian terdapat logam pada hamparan di setiap bagian kedalaman. Pada kedalaman tanah 0-20 cm mengandung logam Pb, Cd dan Cu masing-masing sebesar 24,62; 1,70; 25,07 mg/kg, dan pada kedalaman tanah 20-40 cm mengandung 25,00; 1,72 dan 25,96 mg/kg. Batas kritis logam Pb, Cd dan Cu dalam tanah berturut-turut 100-400 ; 3,3 dan 50-140 mg/kg. Teknologi yang dapat diterapkan dalam meminimalisir logam berat dengan menambahkan bahan organik dan *biochar* kedalam tanah dan melakukan fitoremediasi menggunakan tanaman air pada pintu masuk air.

**Kata Kunci:** logam berat; padi organik; teknologi remediasi

### **Abstract**

*Increasing market demand for organic rice consumption correlates with increasing organic rice development area. Identifications aim to determine residual content of heavy metal before development conducted and alternatives implemented technology. Survey conducted on a stretch of terraced land in Central Java organic rice development area in Getas Village, Bawang District, Batang Regency. Taking soil samples in terraced based on irrigation water flow or height place, namely: upper, upper-middle, middle, middle bottom and lower. Soil samples were taken zig zag in 0-20 and 20-40 cm depth where each position was taken 8 single points and composite. Soil samples were tested to determine the content of heavy metals Pb, Cd, and Cu. Based on test results, heavy metals found on each depth. In 0-20cm depth the soil contains Pb, Cd and Cu respectively of 24.62; 1.70; 25.07 mg/kg, and in 20-40 cm depth containing 25.0; 1.72 and 25.96 mg/kg. Critical limits of Pb, Cd and Cu metals in soils are 100-400; 3,3 and 50-140 mg/kg*

respectively. Implemented technology in minimizing metals by adding organic material and biochar to soil and phytoremediation using water plants at the entrance of water.

**Keywords:** metal; organic rice; remediation technology

---

## 1. Pendahuluan

Peningkatan jumlah penduduk seiring dengan bertambahnya tempat tinggal berakibat pada meningkatnya alih fungsi lahan. Dampak yang diakibatkan adalah menyempitnya luas areal lahan petani sehingga ketersediaan pangan semakin berkurang. Upaya mengantisipasi berkurangnya ketersediaan pangan tersebut dilakukan dengan meningkatkan produktivitas tanaman. Salah satu usaha petani dalam memaksimalkan produktivitas adalah dengan meningkatkan input pupuk kimia dan pestisida kimia tanpa memperhatikan kelestarian lingkungan. Maraknya penggunaan bahan anorganik berupa pupuk dan pestisida anorganik meninggalkan residu agrokimia yang merupakan salah satu penyebab terjadinya pencemaran lahan pertanian. Pernyataan tersebut dipertegas Kurnia dan Sutrisno (2008) bahwa pencemaran umumnya disebabkan oleh dampak penggunaan bahan kimia yang menghasilkan limbah berbahaya/B3 akibat aktivitas manusia seperti kegiatan pertanian yang menggunakan bahan agrokimia khususnya pupuk dan pestisida.

Pesatnya laju pertumbuhan pembangunan industri, pertanian, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memungkinkan manusia memanfaatkan berbagai jenis bahan kimia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Penggunaan pupuk anorganik dan pestisida yang intensif akan meningkatkan konsentrasi residu logam berat dalam tanah. Pupuk anorganik N dan P mengandung beberapa jenis logam berat seperti arsen, kadmium, kobalt, kromium, nikel dan lain lain (Setyorini dkk., 2003) sedangkan pupuk P juga mengandung logam Cd (Grant, 2011). Pestisida jenis insektisida, herbisida, fungisida dan algasida mengandung logam arsen (Hooda, 2010). Beberapa jenis pestisida yang beredar di pasaran mengandung logam timbal (Purbalisa dkk., 2019). Akumulasi logam berat didalam tanah akan merubah sifat fisika, kimia dan biologi tanah sehingga kemampuan tanah dalam mendukung pertumbuhan tanaman akan menurun. Hal ini menyebabkan terjadinya penurunan produktivitas.

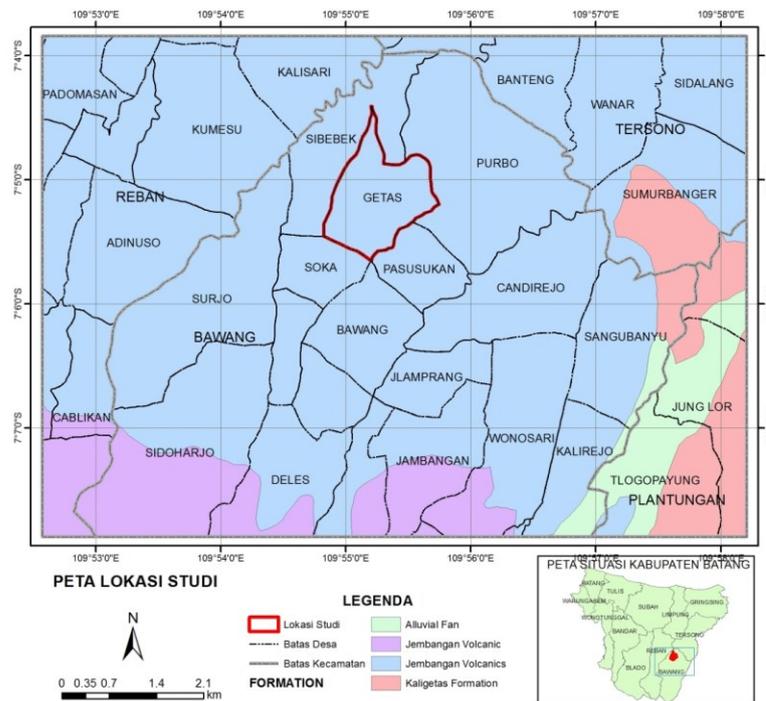
Kabupaten Batang merupakan salah satu fokus pengembangan padi organik di Jawa Tengah (DPTPH, 2016). Beralihnya pertanian konvensional ke pertanian organik sebagai salah satu teknologi ramah lingkungan yang sekarang sedang marak berkembang dimana-mana mulai dari tanaman pangan sampai dengan tanaman hortikultura. Produk-produk pangan organik mulai banyak dicari konsumen saat ini, oleh karena meningkatnya kesadaran masyarakat akan pangan yang sehat, dan bebas dari kontaminan. Upaya pemantauan lahan untuk pengembangan padi organik sangat diperlukan untuk mengetahui sampai sejauhmana tingkat pencemaran pada lokasi yang pada akhirnya dapat dicari alternatif teknologi penanggulangannya. Pernyataan tersebut dipertegas oleh Erfandi dan Juarsah (2020) yang menyebutkan bahwa dengan mengidentifikasi sumber, mengukur konsentrasi logam berat, serta variabilitas spasial dalam tanah, maka dapat diketahui metode penanggulangannya. Salah satu teknologi dalam penanggulangan cemaran logam berat diantaranya melalui remediasi. Purbalisa dkk., (2017) menyebutkan bahwa untuk menciptakan pangan yang aman dikonsumsi maka diperlukan remediasi pada lahan tercemar kadmium.

Remediasi merupakan proses dekontaminasi air dan tanah dari senyawa yang berbahaya, seperti hidrokarbon, poliaromatik hidrokarbon (PAH), *persistant organic pollutant* (POP), logam berat, pestisida dan lain-lain (Puspitasari dan Khaeruddin, 2016). Remediasi merupakan salah satu terapan teknologi untuk meminimalkan kandungan logam berat dalam tanah pada lahan pertanian. Beberapa alternatif teknologi untuk meminimalisir kandungan logam berat dengan cara remediasi dapat dilakukan baik itu menggunakan teknik bioremediasi, fitoremediasi, maupun kemoremediasi. Bioremediasi adalah proses pembersihan pencemaran tanah dengan menggunakan mikroorganisme yaitu jamur dan bakteri (Oktaviani, 2017). Fitoremediasi adalah penggunaan tanaman untuk meremediasi tanah atau air tanah yang terkontaminasi (Suthersan, 1999), sedangkan kemoremediasi yaitu memodifikasi tingkat

kemasaman tanah dengan pengapuran, pemberian bahan organik yang berfungsi untuk menekan pergerakan logam berat di dalam tanah dan penambahan karbon aktif untuk menurunkan residu pestisida dalam produk pertanian (Sutrisno, 2009). Logam Pb, Cd, dan Cu di dalam tanah terutama pada tanah pertanian dapat berasal secara alamiah dari pelapukan batuan maupun masukan antropogenik dari penggunaan pupuk, pestisida, dan sumber pengairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memberikan alternatif teknologi untuk meminimalisir residu logam berat pada kawasan pengembangan padi organik di Kabupaten Batang.

## 2. Metode Penelitian

Survei dilakukan pada kawasan pengembangan padi organik seluas 20 ha di Desa Getas, Kecamatan Bawang, Kabupaten Batang (Gambar 1). Pengambilan sampel tanah pada hamparan berteras dibagi menjadi lima bagian atau blok berdasarkan aliran air pengairan atau ketinggian tempat yaitu lahan sawah: bagian atas, bagian atas-tengah, bagian tengah, bagian tengah-bawah, dan bagian bawah dengan jarak interval kurang lebih 4 m di tiap bagian. Contoh tanah diambil secara zig-zag pada kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm dimana masing-masing posisi diambil 8 titik tunggal dan dikompositkan. Contoh tanah diujikan ke laboratorium untuk mengetahui kandungan unsur hara dan logam berat Pb, Cd, dan Cu. Analisa logam berat menggunakan metode pengabuan basah (Eviati dan Sulaeman, 2012). Bahan kimia yang digunakan yaitu asam nitrat (Merck, 65%), asam perklorat (Merck, 60%), aquades dan standard logam berat Pb, Cd, Cu (Merck, 1000 ppm). Pengukuran kadar logam menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) Varian AA240FS. Data dianalisis secara deskriptif komparatif.



Gambar 1. Peta lokasi studi

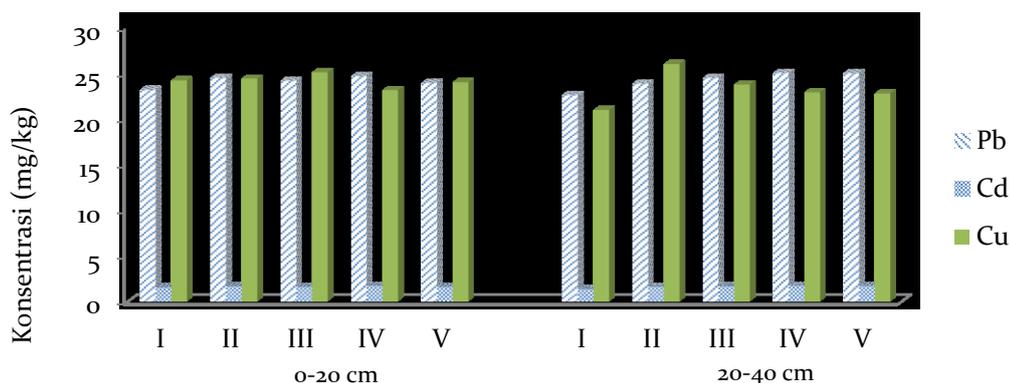
## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Karakteristik lokasi

Berdasarkan informasi dari Balai Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Jawa Tengah pengembangan padi organik masih terus akan diperluas. Pada tahun 2016, direncanakan ada 13 target Kabupaten yang saat ini menjadi fokus pengembangan padi organik dengan luasan ± 20 ha tiap kawasan diantaranya Kabupaten Batang. Komoditas yang dibudidayakan yaitu padi termasuk varietas lokal antara lain : Merah lokal Batang, Bawor, Memberamo, Pandan Wangi, Pandan Putri, Ciharang,

Menthik, Okinawa/Cimelati dan Mekongga. Penentuan lokasi pengembangan padi organik tersebut ditentukan oleh ketua dan kelompok tani dari masing-masing desa dan kecamatan. Fokus lokasi yaitu pelaku usaha padi organik yang telah disertifikasi atau telah menerapkan prinsip penggunaan organik yang baik (DPTPH, 2016). Saat ini sistem pertanian organik telah dibakukan dengan SNI nomor 6729 tahun 2016.

Dalam menjamin keberlangsungan program diperlukan manajemen sumberdaya lahan yang baik agar didapat hasil yang optimal baik kualitas maupun kuantitas. Identifikasi diperlukan untuk mengetahui kemampuan suatu lahan terkait pengelolaan sawah. Sumber dan dampak perlu dikaji agar usaha pertanian dapat berkelanjutan. Pengambilan sampel pada lahan berteras sangat diperlukan ketelitian terkait arah aliran kontribusi kontaminan bahan yang digunakan usaha tani sebelumnya. Hal ini diperlukan sebagai langkah awal program tersebut dilaksanakan identifikasi kandungan logam berat pada areal pengembangan padi organik. Berdasarkan hasil analisis tanah pada calon lokasi pengembangan padi organik di Desa Bawang Kecamatan Batang teridentifikasi kandungan logam berat yaitu Pb, Cd, dan Cu baik pada lapisan olah tanah 0-20 cm maupun kedalaman 20-40 cm (Gambar 2). Konsentrasi logam pada tiap kedalaman relatif tidak berbeda pada lahan berteras tersebut. Kandungan konsentrasi Pb berada pada kisaran 22,58-25 mg/kg, Cd 1,34-1,72 mg/kg dan Cu 20,94-25,96 mg/kg. Kadar logam berat dalam tanah tersebut masih dalam taraf aman. Menurut standar Eropa dalam Alloway (2012) batas kritis logam Pb, Cd dan Cu dalam tanah berturut-turut 100-400 mg/kg, 3,3 mg/kg dan 50-140 mg/kg. Keberadaan ketinggian pada lahan berteras tersebut kurang mencerminkan akumulasi yang ada di areal persawahan tersebut, karena konsentrasi yang dihasilkan dengan kondisi lahan berteras yang semakin curam tidak menunjukkan nilai yang semakin besar. Nilai variatif tersebut dimungkinkan karena perbedaan dalam pengelolaan lahan dari masing-masing petani pengguna lahan.



**Gambar 2.** Kandungan logam berat Pb, Cd, dan Cu di lahan sawah pada lokasi Pengembangan padi organik di Kabupaten Batang

Selisih konsentrasi terlihat pada tingkat kedalaman yang berbeda. Logam berat Pb dan Cd cenderung menurun pada Blok I dan Blok II dari kedalaman 0-20 cm ke kedalaman 20-40 cm. Begitu juga logam berat Cu sebagian besar blok juga mengalami penurunan. Hal ini dimungkinkan logam berat yang terakumulasi di permukaan tanah tidak semuanya larut dan mengendap pada lapisan bawahnya atau lapisan tapak bajak. Peningkatan konsentrasi logam Pb dan Cd terjadi pada Blok III, IV, dan V, sedangkan logam berat Cu hanya pada Blok II. Peningkatan konsentrasi searah dengan arah teras dan aliran air. Peningkatan tersebut diduga dapat berasal dari penggunaan pupuk, pestisida oleh petani maupun hasil pelapukan batuan secara alami dan kontribusi dari air hujan. Faktor lain yang tentu berpengaruh dengan keberadaan logam berat yang terdapat dalam areal persawahan tersebut yaitu karakteristik tanah itu sendiri. Keberadaan logam berat dalam tanah sangat dipengaruhi oleh kandungan pH tanah, C-organik, dan Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah. Karakteristik tanah dari masing-masing blok di areal pengembangan padi organik terdapat pada Tabel 1 dan 2.

**Tabel 1.** Karakteristik tanah *top soil* pada area pengembangan padi organik di Kabupaten Batang

Parameter	Metoda	Blok I	Blok II	Blok III	Blok IV	Blok V
		..... (0-20 cm) .....				
<i>Tekstur</i>						
- Pasir (%)	Pemipetan	20,34	18,71	24,21	24,72	24,28
- Debu (%)		56,32	60,41	55,51	55,90	41,39
- Liat (%)		23,34	20,88	20,28	19,38	34,32
pH H <sub>2</sub> O	Elektrometri	5,89	5,55	5,82	5,23	5,62
pH KCl		4,88	4,78	4,89	4,77	4,86
C-Organik (%)	Spektrofotometri	2,43	2,77	2,49	2,91	2,54
N-Kjeldahl (%)	Titrimetri	0,28	0,31	0,26	0,30	0,28
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> HCl 25 % (mg/100g)	Spektrofotometri	179,70	175,27	130,14	152,24	121,26
K <sub>2</sub> O HCl 25 % (mg/100g)	Spektrofotometri	21,48	21,88	22,93	23,90	25,69
KTK (cmol(+))kg <sup>-1</sup>	Titrimetri	19,55	15,37	18,49	12,50	19,28
<i>Kation Dapat Ditukar</i>						
K (cmol(+))kg <sup>-1</sup>	Spektrofotometri	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05
Na (cmol(+))kg <sup>-1</sup>	Spektrofotometri	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06
Ca (cmol(+))kg <sup>-1</sup>	Spektrofotometri	0,89	0,68	0,67	0,73	0,96
Mg (cmol(+))kg <sup>-1</sup>	Spektrofotometri	0,18	0,09	0,08	0,11	0,13

**Tabel 2.** Karakteristik tanah *sub soil* pada area pengembangan padi organik di Kabupaten Batang

Parameter	Metoda	Blok I	Blok II	Blok III	Blok IV	Blok V
		..... (20-40 cm) .....				
<i>Tekstur</i>						
- Pasir (%)	Pemipetan	23,57	18,90	17,77	26,70	20,90
- Debu (%)		59,34	55,35	57,37	54,57	54,20
- Liat (%)		17,09	25,74	24,86	18,73	24,90
pH H <sub>2</sub> O	Elektrometri	6,27	5,91	5,62	5,08	5,84
pH KCl		5,24	4,89	5,15	4,80	5,07
C-Organik (%)	Spektrofotometri	2,00	2,57	2,63	2,46	2,06
N-Kjeldahl (%)	Titrimetri	0,25	0,30	0,31	0,26	0,25
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> HCl 25 % (mg/100g)	Spektrofotometri	158,49	215,03	148,18	140,70	106,25
K <sub>2</sub> O HCl 25 % (mg/100g)	Spektrofotometri	29,54	20,97	27,70	21,99	27,01
KTK (cmol(+))kg <sup>-1</sup>	Titrimetri	15,61	16,32	13,21	16,81	14,02
<i>Kation Dapat Ditukar</i>						
K (cmol(+))kg <sup>-1</sup>	Spektrofotometri	0,04	0,03	0,05	0,04	0,04
Na (cmol(+))kg <sup>-1</sup>	Spektrofotometri	0,04	0,04	0,05	0,06	0,05
Ca (cmol(+))kg <sup>-1</sup>	Spektrofotometri	0,70	0,63	0,71	0,77	0,72
Mg (cmol(+))kg <sup>-1</sup>	Spektrofotometri	0,08	0,03	0,05	0,08	0,04

Tanah pada areal pengembangan bertekstur lempung berdebu (*Silt Loam*) dengan kandungan pH tanah yang cenderung agak asam. Kandungan Nitrogen dan C-organik, dan K<sub>2</sub>O tanah dinilai sedang, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dinilai sangat tinggi, KTK tanah berkriteria rendah sampai dengan sedang, dan kation dapat ditukar berkriteria sangat rendah. Berdasarkan peta geologi, wilayah studi mempunyai bahan induk formasi vulkanik Jembangan. Formasi vulkanik Jembangan terdiri dari lava andesit dan batuan vulkanik klastik, terutama andesit lokal dengan *hypersthene-augite*, yang mengandung *hornblende* (silikat kalsium-besi-magnesium, silikat aluminium-besi-magnesium, dan sebuah silikat besi-magnesium) dan *basal olivine* (mengandung magnesium, besi, silikat). Formasi ini diendapkan di atas lereng sedikit lebih jauh dari pusat erupsi (Nurcholis dkk., 2019; Condon dkk., 1996). Berdasarkan

informasi tersebut, maka sumber logam berat Pb, Cd, dan Cu bukan dari bahan induk melainkan input dari luar.

### 3.2 Informasi terapan teknologi

Remediasi tanah terpolusi logam berat di lahan pertanian dapat dilakukan melalui aplikasi bahan organik. Penambahan bahan organik bermanfaat untuk mengimobilisasi logam berat di tanah (Las dkk., 2006). Penambahan bahan organik berupa pupuk kandang atau kompos sangat baik dalam menekan residu logam berat pada lahan terkontaminasi logam berat. Bahan organik memiliki kemampuan tinggi dalam menjerap logam. Ion logam terikat pada molekul organik dengan pengomplekan dan khelasi (Aziz dkk., 2015). Kompleks terbentuk saat atom yang kaya elektron pada molekul organik berbagi sepasang elektron dengan ion logam yang memiliki lapisan luar yang kosong sehingga menghasilkan senyawa koordinat. Khelasi terjadi pada dua atau lebih posisi koordinat yang ditempati oleh dua atau lebih donor dari molekul organik yang sama dan menghasilkan senyawa organo metalik dengan kestabilan yang tinggi (Azis dkk., 2015). Penggunaan pembenah tanah organik dan biochar dapat mengurangi mobilitas logam berat di dalam tanah. Penelitian Saengwilai dkk. (2019) menunjukkan bahwa pembenah tanah organik dapat melumpuhkan Cd dalam tanah dan meningkatkan pertumbuhan dan produksi beras sambil mengurangi kandungan Cd dalam butir padi. Pemilihan varietas dan jenis pembenah tanah memainkan peran kunci dalam keberhasilan produksi beras Cd rendah. Hamid dkk. (2019) melaporkan bahwa pembenah tanah secara signifikan mengurangi Cd dan Pb yang dapat diekstraksi dalam tanah pada saat panen gandum. Fraksinasi Cd dan Pb menunjukkan penurunan yang signifikan pada fraksi yang dapat diekstraksi dengan biochar (34% dan 25%) atau GSA-4 (*Green Stabilizing Agent*) (masing-masing 35% dan 26%). Pembenah tanah GSA-4 dan biochar meningkatkan imobilisasi logam dan mengurangi serapannya oleh tanaman dan akumulasi selanjutnya dalam butiran beras dan gandum, terutama dengan GSA-4

Kombinasi pembenah tanah dan biochar secara signifikan juga dapat menurunkan ketersediaan Cd dan Zn terutama dari perubahan pH, tetapi meningkatkan konsentrasi Cu yang tersedia sebagai akibat dari peningkatan karbon organik dan kandungan total Cu yang tinggi dalam kompos. Selain itu, pembenah tanah dapat mengurangi fraksi yang mudah dipertukarkan dan meningkatkan reduksi Cd dan Zn dengan peningkatan konten kompos dalam kombinasi, sementara pembenah tanah yang mengandung kompos meningkatkan transformasi Cu dari Fe/Mn oksida dan fraksi residu menjadi ikatan organik (Liang dkk., 2017). Penelitian Zhang dkk. (2017) menemukan bahwa penerapan biochar meningkatkan pH tanah dan bahan organik tanah dan mengubah fraksi Cd dalam tanah. Fraksi Cd yang dapat ditukar menurun dan ada peningkatan dalam fraksi oksida dan terikat organik dan residu dengan aplikasi biochar, menyiratkan bahwa aplikasi biochar dapat melumpuhkan Cd di tanah rumah kaca. Tingkat imobilisasi Cd di tanah meningkat dengan jumlah biochar yang diterapkan.

Logam berat dalam air akan berdampak pada kesehatan baik langsung maupun tidak langsung, karena pergerakan masa air yang akan melarutkan kembali logam yang dikandungnya ke dalam air (Syauqiah dkk., 2011). Pembuatan drainase dengan sistem penyaringan menggunakan tanaman penyerap logam berat atau dikenal dengan fitoremediasi disinyalir dapat mengurangi cemaran logam berat. Tanaman menyerap logam-logam yang larut dalam air melalui akar-akarnya dalam bentuk ion (Fitria, 2014). Fitria (2014) menyebutkan bahwa kesuksesan fitoremediasi dipengaruhi jenis tumbuhan, tanaman yang cocok untuk mengakumulasi logam tertentu dengan jenis logam lainnya serta tingkat pencemarannya. Fitoremediasi dengan tanaman air seperti enceng gondok, *azzola*, kiambang dan tanaman obor pada pintu masuk utama saluran pengairan diharapkan dapat menurunkan cemaran logam sebelum masuk ke lahan pertanian. Cemaran logam atau kontaminan anorganik tersebut akan mengalami proses fitostabilisasi dan fitoekstraksi dalam tanaman (Suthersan, 1999). Hasil penelitian Liao dan Chang (2004) menyebutkan bahwa enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) memiliki kemampuan dalam menyerap Pb di perairan *Erh-Chung wetland* sebesar 542 mg/m<sup>2</sup> dengan kapasitas penyerapan sebesar 5,4 kg/ha. Puspita dkk. (2011) menambahkan bahwa enceng gondok tanaman yang

mampu menurunkan logam krom dari limbah cair batik. Kiambang (*Salvina molesta*) merupakan salah satu tanaman fitoremediasi yang mampu mengikat logam Cd dan Cr yang terdapat pada limbah cair dan mampu beradaptasi pada lingkungan dengan salinitas rendah (Irhamni dkk., 2017).

Kendala penerapan teknologi ramah lingkungan tersebut terdapat pada pembuatan biochar yang memerlukan proses pembakaran serta tanaman air yang mudah mati pada musim kemarau. Namun, penggunaan biochar dapat ditemukan dengan mudah yaitu dari limbah pertanian yang kaya lignin yang jumlahnya melimpah seperti sekam padi, tongkol jagung, tempurung kelapa. Demikian juga dengan tanaman air yang banyak terdapat pada lahan sawah irigasi. Kurangnya pemahaman petani terhadap manfaat tanaman air dan menganggapnya sebagai gulma sehingga dibersihkan pada saat tanam. Berbeda halnya dengan penggunaan pupuk kandang yang berasal dari limbah ternak terutama dari kotoran sapi dan kambing. Ketersediaan pupuk kandang di pasaran terbatas karena keterbatasan jumlah ternak. Petani juga terkadang menggunakan langsung pupuk kandang dalam bentuk basah tanpa diolah atau dikomposkan terlebih dahulu. Seiring dengan kemajuan teknologi kedua produk tersebut baik dari bahan dasar tanaman air maupun limbah ternak sudah tersedia dipasaran dalam bentuk produk jadi berupa kompos enceng gondok maupun pupuk kandang jadi. Aplikasi pupuk organik terutama pupuk kandang dan jerami menjadi andalan dalam peningkatan produktivitas, efisiensi input, sekaligus untuk perbaikan dan kelestarian sumber daya lahan dan lingkungan (Las, 2006).

#### 4. Kesimpulan

Lokasi pengembangan padi organik mengandung logam Pb, Cd, dan Cu yang masih dalam ambang batas aman. Alternatif teknologi yang dapat diterapkan dalam meminimalisir logam berat yaitu dengan menambahkan bahan organik dan biochar kedalam tanah serta melakukan fitoremediasi menggunakan tanaman air pada pintu masuk air. Teknologi tersebut mudah diaplikasikan oleh semua kalangan terutama oleh petani karena murah, ketersediaannya melimpah, dan mudah diperoleh. Diperlukan penambahan dosis pupuk organik, selain dapat mengikat logam berat menjadi *immobile*, penambahan pupuk organik juga dapat mendongkrak unsur N, P, dan K sebagai unsur-unsur utama yang diperlukan dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman budidaya. Aplikasi bahan organik terutama pupuk kandang sebaiknya dalam bentuk kompos karena sudah terdekomposisi sempurna.

#### 5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Bp. A. Wihardjaka, Bp. Suwanto dan Bp. Sutrisno yang telah banyak membantu dalam kegiatan penelitian ini.

#### Daftar Pustaka

- Alloway, B. J. 2012. Heavy Metals in Soils (3<sup>rd</sup> edn): Trace Metals and Metalloids in Soils and Their Bioavailability (vol. 22) Springer. Dordrecht.
- Aziz, T., Rizky, A., & Devah, V. 2015. Removal Logam Berat dari Tanah Terkontaminasi dengan Menggunakan Chelating Agent (EDTA). Jurnal Teknik Kimia, 21(2), 41-49.
- Erfandi, D., & I. Juarsah. 2020. Teknologi Pengendalian Pencemaran Logam Berat Pada Lahan Pertanian. Konservasi Tanah Menghadapi Perubahan Iklim Hal. 159-185. <http://www.litbang.pertanian.go.id/buku/konservasi-tanah/BAB-VII.pdf>. Diakses Agustus 2020
- Condon, W. H., Pardyanto, L., Ketner, K. B., Amin, T. C., Gafoer, S. and Samodra, H. 1996. Geology of Banjarnegara and Pekalongan Regencies, 2<sup>nd</sup> edition. Geological Research Center of Indonesia.
- Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura (DPTPH) Propinsi Jawa Tengah. 2016. Alokasi Pengembangan Desa Padi Organik 2016 di Jawa Tengah.
- Eviati dan Sulaeman. 2012. Petunjuk Teknis : Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk (Edisi 2). Badan Litbang Pertanian. Bogor.

- Fitria, S. N., Juswono, U. P., & Saroja, G. 2014. Potensi Tanaman Genjer (*Limnocharis flava*) untuk Mengurangi Kadar Logam Berat (Pb dan Cu) serta Radionuklida dengan Metode Fitoremediasi. *Brawijaya Physics Student Journal* 2 (1).
- Grant, C. A. 2011. Influence of Phosphate Fertilizer on Cadmium in Agricultural Soils and Crops. *Pedologist*, 143-155.
- Hamid, Y., Tang, L., Yaseen, M., Hussain, B., Zehra, A., Aziz, M. Z., He, Z., & Yang, X. 2019. Comparative Efficacy of Organic and Inorganic Amendments for Cadmium and Lead Immobilization in Contaminated Soil Under Rice-Wheat Cropping System. *Chemosphere* 214, 259-268.
- Hooda, P.S. 2010. Trace elements in soils. Wiley publication. New Jersey.
- Irhamni, Setiaty, P., Edison, P., & Wirsal, H. 2017. Kajian Beberapa Tumbuhan Air Dalam Menyerap Logam Berat Secara Fitoremediasi. Universitas Serambi Mekah.
- Kurnia, U. dan N. Sutrisno. 2008. Strategi Pengelolaan Lingkungan Pertanian. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 2(1), 59-74.
- Las, I., Subagyo K., dan Setiyanto A. P.. 2006. Isu dan Pengelolaan Lingkungan Dalam Revitalisasi Pertanian. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 25 (3).
- Liang, J., Yang, Z., Tang, L., Zeng, G., Yu, M., Li, X., & Luo, Y. 2017. Changes in Heavy Metal Mobility and Availability from Contaminated Wetland Soil Remediated with Combined Biochar-Compost. *Chemosphere* 181, 281-288.
- Liao, S. W. & Chang, W. L. 2004. Heavy Metal Phytore-mediation by Water Hyacinth at Constructed Wetlands in Taiwan. *The Journal of Aquatic Plant Management* 42, 60-68.
- Nurcholis, M., Herlambang, S., Suwartikaningsih, S. A., Fiantis, D., & Yudiantoro, D. F. 2019. Soil Layers Properties of a Profile Developed on the Past Depositional Series on Merbabu Volcano Central Java Indonesia. *Journal of Tropical Soils* 24 (2), 53-63.
- Oktaviani, A. 2017. Analisis Dampak dan Pencegahan Pencemaran Tanah. *Journal Of Infrastrutural In Civil Engineering* 1 (1).
- Purbalisa, W., Mulyadi, M., & Purnariyanto, F. 2017. Kadar Kadmium dan Hasil Produksi Padi Pada Tanah Tercemar Kadmium Yang Telah Diremediasi. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek II*.ISSN: 2527-533X, 169-175.
- Purbalisa, W., Paputri, D. M. W., Wahyuni, S. & Ardiwinata, A.N. 2019. Evaluation of chelating Agents for Remediation of Lead Contaminated Soil in Brebes Central Java. *AIP Conference Proceeding* 2120, 040015.
- Puspita, U. R., Siregar, A. S., & Hidayati, N. V. 2011. Kemampuan tumbuhan air sebagai agen fitoremediator logam berat kromium (Cr) yang terdapat pada limbah cair industri batik. *Berkala Perikanan Terubuk* 39 (1).
- Puspitasari, D. J., & Khaeruddin. 2016. Kajian Bioremediasi Pada Tanah Tercemar Pestisida. *Kovalen* 2 (3).
- Saengwilai, P., Meeinkuirt, W., Phusantisampan, T., & Pichtel, J. 2019. Immobilization of Cadmium in Contaminated Soil Using Organic Amendments and Its Effects on Rice Growth Performance. *Exposure and Health* 1-12.
- Setyorini, D., Soeparto & Sulaeman. 2003. Kadar Logam Berat Dalam Pupuk. *Prosiding Seminar Nasional Peningkatan Kualitas Lingkungan Pertanian Dan Produk Pertanian*, 219-229.
- Sutrisno, N., P. Setyanto, & U. Kurnia. 2009. Perspektif dan Urgensi Pengelolaan Lingkungan Pertanian yang Tepat. *Pengembangan Inovasi Pertanian* 2 (4).
- Suthersan, S. S. 1999. *Remediation Engineering : Design Concepts*. CRC Press. Boca Raton.
- Syauqiah, I., M. Amalia, H.A. Kartini. 2011. Analisis Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif. *Info Teknik* 12 (1).
- Zhang, R. H., Li, Z. G., Liu, X. D., Wang, B. C., Zhou, G. L., Huang, X. X., FaLin, C., Wang, A., & Brooks, M. 2017. Immobilization and Bioavailability of Heavy Metals in Greenhouse Soils Amended with Rice Straw-Derived Biochar. *Ecological Engineering* 98, 183-188.