

## Analisis Kadar Logam Berat Pb dan Pertumbuhan Tanaman Padi di Area Persawahan Dusun Betas, Desa Kapulungan, Gempol-Pasuruan

### *Analysis of Lead Level and the Growth of Rice Plants in Rice Fields in Betas Village, Kapulungan, Gempol-Pasuruan*

Rizka Ayu Amelia\*, Fida Rachmadiarti, Yuliani

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Surabaya

\*e-mail: rizkaayuamelia20@gmail.com

#### ABSTRAK

Pencemaran logam berat timbal pada aliran irigasi persawahan padi dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman padi. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kadar logam Pb pada buah padi (terkait status keamanan pangan yang ditetapkan oleh WHO dan BPOM) dan mendeskripsikan pengaruh kadar Pb terhadap pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa*) di area Dusun Betas, Desa Kapulungan, Gempol-Pasuruan. Sampling ditetapkan sebanyak lima plot yang masing-masing diambil tiga subplot. Analisis kadar Pb menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Pengaruh kadar Pb air dan Pb substrat terhadap kadar Pb pada buah padi, tinggi padi dan biomassa dianalisis dengan uji regresi linier berganda. Pengaruh kadar Pb air dan Pb substrat terhadap jumlah daun padi dianalisis dengan uji korelasi spearman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di kadar logam berat Pb pada buah padi pada 90 hari setelah tanam (HST) rata-rata nilai tertinggi sebesar 2,298 ppm dan terendah sebesar 0,897 ppm, hasil tersebut melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh WHO/FAO dan BPOM. Logam berat Pb di air dan tanah berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman padi (meliputi tinggi tanaman, jumlah daun dan biomassa).

**Kata kunci:** Logam berat Pb; Tanaman Padi; Desa Kapulungan; Gempol-Pasuruan

#### ABSTRACT

Heavy metal pollution of lead in rice irrigation flow can influence the growth of rice plant. This study aimed to measure the level of lead in rice grains (related to food security status set by WHO and BPOM) and describe the effect of Pb on the growth of the rice plants in the area of Betas, Village Kapulungan, Gempol-Pasuruan. Sampling was conducted in five plots and each of them consisted of three subplots. Analysis of lead was done by using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) method. The effect of lead water and lead substrate against the fruit of rice, rice height and biomass were analyzed by using linear regression. Effect of lead water and lead substrate on the amount of rice leaves was analyzed using correlation of spearman. The results showed that levels of heavy metals Pb on rice grains at 90 days after planting on average a high of 2.298 ppm and the lowest level was as 0.897 ppm, these results exceed the quality standards set by WHO / FAO and BPOM. The content of lead in the water and substrate of rice field give positive influence to the level of lead in rice grains as well as influence the growth of rice plant.

**Key words:** heavy metal lead; rice plant; Kapulungan Village; Gempol-Pasuruan

#### PENDAHULUAN

Sektor industri yang semakin pesat memberikan dampak negatif terhadap sektor pertanian di wilayah Dusun Betas, Desa Kapulungan, Gempol-Pasuruan. Pencemaran logam berat pada aliran irigasi persawahan padi dapat disebabkan dari pembuangan limbah rumah tangga, limbah industri dan limbah pertanian yang mengakibatkan pertumbuhan tanaman padi di area tersebut tidak dapat tumbuh dengan baik. Berdasarkan hasil uji pendahuluan yang dilakukan, terdapat timbal (Pb) pada air irigasi sebesar 0,322 ppm, serta pada tanah dan

akar padi masing-masing sebesar 0,358 ppm dan 0,282 ppm.

Timbal yang masuk ke dalam badan perairan memiliki bermacam bentuk seperti  $Pb^{2+}$ ,  $PbS$  (golema),  $PbCO_3$  (cerusite) dan  $PbSO_4$  (anglesite). Air buangan (limbah) dari industri yang mengandung Pb di antaranya dari buangan sisa industri baterai dan pertambangan bijih timah hitam (Palar, 2008).

Logam berat timbal (Pb) juga dapat dihasilkan dari berbagai kegiatan lainnya, seperti kegiatan industri yang berpotensi sebagai sumber pencemaran Pb di Dusun Betas, Desa Kapulungan Gempol - Pasuruan. Industri yang memakai Pb untuk bahan baku maupun bahan pendukung,

misalnya industri sablon dan industri, yang menggunakan bahan pewarna serta industri kimia. Industri tersebut juga menghasilkan limbah cair yang dibuang di sekitar sungai yang nantinya dijadikan sebagai sumber air irigasi untuk mengairi sawah milik warga sekitar.

Air irigasi yang digunakan dalam kegiatan pertanian tidak terlepas dari unsur kimia. Logam berat timbal (Pb) yang berada pada kadar batas baku mutu air dalam sumber air irigasi apabila digunakan untuk mengairi tanaman akan terserap oleh akar tanaman, sehingga nantinya akan tersimpan di dalam tubuh tanaman. Tanaman yang mengandung logam berat timbal dapat mengakibatkan keracunan apabila dikonsumsi oleh manusia (Yunita, 2011).

Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, kadar ambang batas baku mutu air untuk kelas IV (untuk keperluan kegiatan pertanian) logam berat timbal (Pb) yaitu sebesar 1 ppm. Menurut Singh (2011), tanaman yang diari dengan air irigasi yang tercemar timbal (Pb) dengan kadar 1 ppm tidak dapat dikatakan aman jika dikonsumsi secara terus menerus. Hal ini dikarenakan kadar timbal (Pb) yang diserap oleh tanaman lebih tinggi dibandingkan dengan kadar logam berat timbal (Pb) yang diperbolehkan menurut BPOM dan WHO/FAO yaitu 0,5 ppm. Penelitian Rachmadiarti *et al.*, (2012) menunjukkan bahwa tanaman air yaitu genjer dan kangkung air mampu mengakumulasi logam berat Pb. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengukur kadar logam Pb pada buah padi (terkait status keamanan pangan yang ditetapkan oleh WHO dan BPOM) dan mendeskripsikan pengaruh kadar Pb terhadap pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa*) di area Dusun Betas, Desa Kapulungan, Gempol-Pasuruan.

## BAHAN DAN METODE

Sampel padi diambil dari Dusun Betas, Desa Kapulungan, Gempol-Pasuruan, Pada tanggal bulan Mei sampai Juli 2015. Pengambilan sampel buah padi dilaksanakan pada waktu pemanenan dengan menimbang buah padi sebesar 3 gram dan pertumbuhannya diukur pada 10, 30, 45, 50, 60, 90 (HST) meliputi tinggi tanaman, jumlah daun serta biomassa. Sampel diambil dengan menentukan lima plot pengamatan, yang berukuran 3x3 m. Pada setiap plot diambil tiga subsampel. Pengambilan sampel tanaman padi dipilih yang seragam beratnya antara 200-300 g pada waktu musim panen padi, setelah itu ambil buah padi dicuci dengan air sampai bersih dan dibilas tiga

kali dengan menggunakan air akuades. Preparasi selanjutnya, melakukan destruksi kering dengan memasukkan buah padi ke dalam cawan cruss, dikeringkan dalam oven (tannur) pada suhu 500° C sampai kering dan didapat berat konstan. Buah padi yang telah kering kemudian dihaluskan menjadi serbuk serta disimpan dalam wadah gelas yang kering dan tertutup rapat. Serbuk buah padi ditimbang sebanyak  $\pm 1$  g, kemudian dimasukkan dalam beaker glass ditambahkan akuades sampai volume tepat 50 ml lalu ditambah HNO<sub>3</sub> pekat 5 ml ditambahkan HCL pekat 2 ml dan dipanaskan di atas "hot plate" selama 30 menit. Setelah dingin ditambahkan aquades sampai volumenya 50 kemudian dituangkan ke dalam botol kaca dan disaring dengan corong kaca yang telah dilapisi kertas saring. Kemudian ditutup dengan aluminium foil. Analisis kadar logam timbal (Pb) dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Dalam menganalisis kandungan logam berat timbal (Pb) pada buah padi dilakukan secara deskriptif. Selain itu, pengaruh kadar Pb air dan Pb substrat terhadap kadar Pb pada buah padi, tinggi padi dan biomassa dianalisis dengan uji regresi linier berganda. Pengaruh kadar Pb air dan Pb substrat terhadap jumlah daun padi dianalisis dengan uji korelasi spearman.

## HASIL

Kadar Pb dalam buah padi yang diambil dari Dusun Betas, Desa Kapulungan, Gempol-Pasuruan melebihi baku mutu. Berdasarkan hasil analisis kadar logam Pb pada buah padi di area persawahan Dusun Betas, Desa Kapulungan Gempol-Pasuruan yaitu dengan nilai rata-rata sebesar 1,341 ppm. Hasil tersebut telah melebihi standar baku mutu BPOM kadar Pb buah padi (Tabel 1). Kadar Pb tertinggi yakni sebesar 2,298 ppm dan kadar Pb terendah, yakni sebesar 0,987 ppm.

**Tabel 1.** Kadar Pb buah padi di area persawahan Dusun Betas, Desa Kapulungan, Gempol-Pasuruan

| Plot   | Kadar Pb Buah Padi (ppm) $\pm$ SD | Baku Mutu (ppm) |
|--------|-----------------------------------|-----------------|
| Plot 1 | 2,298 $\pm$ 0,432                 | 0,5             |
| Plot 2 | 1,251 $\pm$ 0,321                 |                 |
| Plot 3 | 1,256 $\pm$ 0,271                 |                 |
| Plot 4 | 1,005 $\pm$ 0,250                 |                 |
| Plot 5 | 0,897 $\pm$ 0,130                 |                 |

Tinggi tanaman padi di area persawahan Dusun Betas, Desa Kapulungan, Gempol-Pasuruan yaitu dengan nilai rata-rata sebesar 70,16. Nilai rata-rata tinggi tanaman tertinggi sebesar 78,6 dan kadar Pb terendah yakni sebesar 61,6 ppm (Tabel 2). Setiap rumpun padi memiliki daun 112,28 helai. Rata-rata jumlah daun tertinggi sebesar 146,6 helai dan terendah yakni sebesar 117,6 helai (Tabel 2). Setiap rumpun padi memiliki biomassa dengan nilai rata-rata sebesar 244,64. Nilai rata-rata biomassa tertinggi sebesar 276,6 g dan terendah yakni sebesar 203,3 g.

Hasil perhitungan model persamaan regresi linier berganda dari kadar Pb di air, kadar Pb di substrat, dan Pb pada buah padi, menunjukkan bahwa kadar Pb di air dan kadar Pb di substrat berpengaruh positif terhadap kadar Pb pada buah padi. Nilai koefisien korelasi berganda (R) square dari persamaan linear berganda sebesar 0,883 (Tabel 3), menunjukkan bahwa kadar Pb pada buah padi 88,3% dipengaruhi oleh kadar Pb air dan substrat.

Hasil perhitungan model persamaan regresi linier berganda dari kadar Pb di air, kadar Pb di substrat, terhadap tinggi tanaman padi, menunjukkan bahwa kadar Pb di air dan kadar Pb

di substrat berpengaruh positif terhadap kadar Pb pada buah padi. Nilai koefisien korelasi berganda (R) square dari persamaan linear berganda sebesar 0,974, menunjukkan tinggi tanaman padi 97,4% dipengaruhi oleh kadar Pb air dan substrat.

Hasil perhitungan model persamaan regresi linier berganda dari kadar Pb di air, kadar Pb di substrat, terhadap biomassa tanaman padi, menunjukkan bahwa kadar Pb di air dan kadar Pb di substrat berpengaruh positif terhadap biomassa tanaman padi. Nilai koefisien korelasi berganda (R) square dari persamaan linear berganda sebesar 0,946, menunjukkan biomassa tanaman padi 94,6% dipengaruhi oleh kadar Pb air dan substrat.

Hasil perhitungan korelasi spearman dari kadar Pb di air, kadar Pb di substrat, terhadap jumlah daun tanaman padi, menunjukkan bahwa kadar Pb di air dan kadar Pb di substrat berpengaruh positif terhadap jumlah daun tanaman padi. Nilai koefisien korelasi berganda  $r_s$  sebesar 0,955, menunjukkan bahwa kadar Pb di air dan substrat berhubungan dengan jumlah daun tanaman padi.

**Tabel 2.** Pertumbuhan tanaman padi berdasarkan tinggi tanaman, jumlah daun, biomassa tanaman padi pada 90 HST

| Plot | Rata-rata $\pm$ SD tinggi (cm) | Rata-rata $\pm$ SD jumlah | Rata-rata $\pm$ SD biomassa (g) |
|------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| 1    | 61,6 $\pm$ 1,527               | 117,6 $\pm$ 2,516         | 203,3 $\pm$ 5,773               |
| 2    | 65,3 $\pm$ 2,516               | 126 $\pm$ 2,645           | 213,3 $\pm$ 15,275              |
| 3    | 70 $\pm$ 2,081                 | 135,3 $\pm$ 3,511         | 260 $\pm$ 26,457                |
| 4    | 75,3 $\pm$ 1,154               | 146,6 $\pm$ 3,605         | 276,6 $\pm$ 36,055              |
| 5    | 78,6 $\pm$ 2,516               | 141,6 $\pm$ 1,436         | 270 $\pm$ 25,166                |

**Tabel 3.** Hasil perhitungan model persamaan regresi linier berganda kadar Pb di air, kadar Pb di substrat, dan Pb pada buah padi serta terhadap pertumbuhan (tinggi tanaman, biomassa).

| Parameter                                               | Persamaan                              | sig  | R square |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------|------|----------|
| Pb di air dan di tanah terhadap kadar Pb pada buah padi | $Y = -8,967 + 0,129 X_1 + 0,291 X_2$   | .000 | 0,883    |
| Pb di air dan tanah terhadap tinggi tanaman padi        | $Y = 14,614 + 1,216 X_1 + 0,843 X_2$   | .000 | 0,974    |
| Pb di air dan tanah terhadap biomassa tanaman padi      | $Y = -156,882 + 1,433 X_1 + 8,069 X_2$ | .000 | 0,946    |

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis uji kadar logam berat pada buah padi didapatkan nilai kadar Pb tertinggi nilai rata-rata sebesar 2,298 ppm dan nilai terendah dengan nilai rata-rata sebesar 0,897

ppm. Hal tersebut disebabkan karena penyerapan logam berat dalam setiap tanaman berbeda-beda, selain itu tempat pengambilan sampel yang dekat dengan pengirigasian yang tercemar oleh limbah pabrik tekstil yang terdapat di sebelah area

persawahan sehingga akumulasi Pb terlebih dahulu masuk ke area persawahan. Hal tersebut sesuai dengan kadar Pb di tanah dan air hasil uji logam berat kadar Pb tertinggi di air dengan nilai rata-rata 12,27 ppm dekat dengan lokasi pembuangan limbah pabrik dan nilai terendah terdapat pada nilai rata-rata 9,21 ppm yang jauh dari tempat pembuangan dan kadar Pb tertinggi di tanah dengan nilai rata-rata 13,12 ppm, yaitu lokasinya tempat pengirigasian dekat dengan pembuangan limbah pabrik dan nilai terendah dengan nilai rata-rata 10,05 ppm jauh dari pembuangan limbah selain itu lokasi sawah yang sengkedan membuat aliran irigasi terkadang terhambat karena perbedaan musim yang tidak menentu, curah hujan juga dapat mempengaruhi kadar Pb yang terakumulasi pada air irigasi dan penyerapan pada tanah. Adapun faktor lain yang memengaruhi kadar Pb pada tanah seperti pada waktu pemberian pupuk saat bertanam baik pupuk organik maupun anorganik karena di dalam pupuk anorganik mengandung bahan-bahan kimia guna menambah atau menggantikan unsur hara yang hilang terserap oleh pertanian sebelumnya, juga dapat tercuci oleh aliran air hujan atau bereaksi dengan unsur kimia lain yang berpengaruh terhadap kadar Pb pada tanah (Hernawati dkk., 2014).

Berdasarkan perhitungan model persamaan regresi linier berganda terdapat pengaruh kadar Pb pada air dan tanah terhadap kadar Pb pada buah padi. Kadar Pb di air dan tanah memengaruhi kadar Pb pada buah padi. Pb di air yang kemudian masuk dalam tanah akan terserap oleh akar, dan akan disebarkan ke bagian tanaman lainnya. Logam berat yang menembus endodermis akar menyebabkan logam lain terbawa oleh aliran transpirasi ke bagian atas tanaman melalui jaringan pengangkut (xilem) menuju bagian tanaman yang lainnya. Menurut Priyanto dan Prayitno (2007) pada sel dan jaringan tanaman logam berat Pb akan mengalami mekanisme detoksifikasi, misalnya dengan menyimpan (menimbun) logam di dalam organ tertentu seperti buah, daun, dan akar tanaman.

Berdasarkan hasil pengukuran pertumbuhan tanaman padi yang meliputi tinggi, jumlah daun dan biomassa. Tinggi tanaman didapatkan nilai tertinggi dengan nilai rata-rata sebesar 7,86 ppm dan nilai terendah pada 6,16. Pada perhitungan jumlah daun nilai tertinggi dengan rata-rata sebesar 146,6 dan nilai rata-rata terendah 117,6 sedangkan pada biomassa tanaman nilai rata-rata tertinggi sebesar 276,6 dan nilai rata-rata terendah sebesar 203,3. Hasil analisis persamaan regresi linier berganda dari kadar Pb di air, kadar Pb di substrat, dan Pb pada buah padi, menunjukkan bahwa kadar Pb di air dan kadar Pb di substrat

berpengaruh positif terhadap tinggi dan biomassa tanaman padi. Hasil perhitungan korelasi spearman dari kadar Pb di air, kadar Pb di substrat, terhadap jumlah daun tanaman padi, menunjukkan bahwa kadar Pb di air dan kadar Pb di substrat berpengaruh positif terhadap jumlah daun tanaman padi. Hal ini dikarenakan logam berat pada air akan terakumulasi dalam tanah dan bercampur dengan unsur hara lainnya, serapan tanaman terhadap ion logam berat dalam tanah secara luas ditentukan oleh jumlah total ion logam berat dalam tanah.

Menurut Alloway (1995) logam Pb diserap oleh tanaman pada saat kandungan bahan organik dan kondisi kesuburan tanah rendah, selain itu komposisi dan pH tanah, serta Kapasitas Tukar Kation (KTK) juga mempengaruhi perpindahan Pb dari tanah ke tanaman. Logam berat Pb pada keadaan ini akan terlepas dari ikatan tanah berupa ion yang bergerak bebas kemudian diserap oleh tanaman melalui pertukaran ion. Logam berat Pb terserap oleh akar tanaman apabila logam lain tidak mampu menghambat keberadaannya. Hal ini akan mengakibatkan tanah akan didominasi oleh kation Pb, sehingga menyebabkan kation kation lain ketersediaannya berkurang dalam kompleks serapan akar. Kation Pb yang terserap oleh akar masuk kedalam tanaman akan menjadi inhibitor pembentukan enzim kemudian akan menghambat proses metabolisme tanaman, yang meliputi proses respirasi yang nantinya akan menghasilkan ATP yang digunakan untuk fotosintesis, kemudian hasil fotosintesis akan digunakan diedarkan untuk pembelahan sel (tinggi, jumlah dan biomassa) dan reproduksi akan terganggu. Apabila ini dilakukan terus menerus dalam jangka waktu panjang akan menyebabkan menurunnya kualitas pertumbuhan tanaman padi dan mengakibatkan pertumbuhan tanaman terganggu.

Menurut Priyanto dan Prayitno (2007) logam berat yang masuk ke dalam tanaman akan berikatan dengan unsur hara lain dan mengalami imobilisasi ke bagian tanaman tertentu dan tidak dapat diedarkan ke seluruh tanaman karena telah mengalami proses detoksifikasi (penimbunan pada organ tertentu) sehingga tanaman masih dapat tumbuh dan unsur hara yang diperlukan tanaman masih mampu untuk mensuplai pertumbuhan tanaman meskipun tercemar logam berat Pb. Salah satu unsur hara yang dapat dijadikan contoh dalam proses KTK (Kapasitas Tukar Kation) adalah unsur hara K.

Rohyanti *et al.*, (2011) menyatakan bahwa unsur K berperan dalam mendukung pertumbuhan tanaman, yaitu unsur K berperan dalam hal fotosintesis tanaman. Proses fotosintesis

tanaman akan menghasilkan karbohidrat, protein dan senyawa organik lainnya. Senyawa-senyawa yang dihasilkan dipergunakan dalam proses pembelahan dan pembesaran atau diferensiasi sel-sel tanaman. Berlangsungnya pembelahan dan perpanjangan sel-sel tanaman akan memacu pertumbuhan pada tunas-tunas pucuk tanaman dan akhirnya akan mendorong terjadinya penambahan tinggi tanaman. Senyawa-senyawa yang dihasilkan dipergunakan dalam proses pembelahan dan pembesaran atau diferensiasi sel-sel tanaman. Berlangsungnya pembelahan dan perpanjangan sel-sel tanaman akan memacu pertumbuhan pada tunas-tunas pucuk tanaman dan akhirnya akan mendorong terjadinya penambahan tinggi tanaman, jumlah daun dan biomassa tanaman.

Kandungan unsur K rendah dan logam berat Pb sangat tinggi pada menyebabkan konsentrasi unsur hara dalam tanah tidak seimbang. Pb yang tinggi akan menyebabkan proses penyerapan unsur hara oleh tanaman akan mengalami perbedaan karena jumlah kation Pb dalam tanah lebih banyak dibandingkan unsur hara yang diperlukan oleh tanaman (Silaban dkk., 2013).

Dwidjoseputro (1998) menyatakan bahwa suatu tanaman akan tumbuh baik dan subur apabila semua unsur hara yang dibutuhkan berada dalam jumlah yang cukup dan tersedia bagi tanaman. Lingga dan Marsono (1999) juga mengemukakan jika unsur hara yang dibutuhkan tanaman tersedia dalam jumlah yang cukup, maka hasil metabolisme seperti sintesis biomolekul akan meningkat. Hal ini menyebabkan pembelahan sel, pemanjangan dan pendewasaan jaringan menjadi lebih sempurna dan cepat, sehingga pertambahan volume dan bobot semakin cepat yang pada akhirnya pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik.

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan dapat disimpulkan bahwa kadar timbal (Pb) pada buah padi, rata-rata sebesar 2,298 ppm dan terendah sebesar 0,897 ppm, hasil tersebut melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh WHO/FAO dan BPOM yaitu sebesar 0,5 ppm. Pengaruh logam berat Pb di air dan substrat berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman padi (meliputi tinggi tanaman, jumlah daun dan biomassa). Oleh karena itu, harus tetap diperhatikan keamanan konsumsi buah padi yang diirigasi tercemar Pb.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alloway B J, 1995. *Heavy Metals in Soils. Second Edition*. Blackie Academic & Professional. An Imprint of Chapman & Hall. Glasgow.
- Dwidjoseputro D, 1998. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Gramedia. Jakarta. 232 hal.
- Hernawati D, dan Istiqomah I, 2014. Analisis Kandungan Kromium pada Biji Padi (*Oryza sativa* L.) yang Ditanam Di Daerah Sukaregang Garut. *Jurnal Ilmiah*. Vol 1-9.
- Kurnia U, 2005. Prospek Pengairan Tanaman Semusim Lahan Kering. *Jurnal Litbang Pertanian* 23(4) : 1-24.
- Lingga P dan Marsono, 1994. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta. 250 hal.
- Palar H, 2008. *Pencemaran & Toksikologi Logam Berat*. Jakarta. Penerbit: Rineka Cipta.
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. [http://www.minerba.esdm.go.id/library/sijh/PP-8201\\_KualitasAir.pdf](http://www.minerba.esdm.go.id/library/sijh/PP-8201_KualitasAir.pdf) diakses pada Rabu 22 April 2015.
- Priyanto B dan Prayitno J, 2007. Fitoremediasi Sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran Khususnya Logam Berat. <http://lil.bppt.tripod.com/sublab/lflora1.html>. diakses pada Rabu 25 Agustus 2015.
- Rachmadiarti F, Soehono L A, Utomo W H, Yanuwiyadi B, Fallowfield H, 2012. Resistance of Yellow Velvet Leaf (*Limncharis flava* (L.) Buch.) Exposed to Lead. *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, 2(6) : 210-215.
- Rohyanti, Muchyar, dan Hayani N, 2011. Pengaruh Pemberian Bokashi Jerami Padi terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* mill) di Tanah Podsolik Merah Kuning. *Jurnal Wahana-Bio*. VI: 26-29.
- Silaban, Nia S, Nelvia, Idwar, 2013. Pertumbuhan Tanaman Padi Fase Vegetatif dan Akumulasi Logam Berat Pada Jaringan Tanaman Padi Varietas Payo Besar dan Inpari 12 di Lahan Gambut yang diberi Amelioran Dregs. Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru.
- Singh J, Upadhyaya SK, Pathaka RK, Guptab V, 2011. *Accumulation of heavy metals in soil and paddy crop (Oryza sativa), irrigated with water of Ramgarh Lake, Gorakhpur, UP, India*. Department of Environmental Sciences, Dr. R.M.L. Avadh University, Faizabad 224001, UP, India Environmental Monitoring Section, Indian Institute of Toxicology Research, Lucknow 226001, India.
- SNI-01-7387-2009. Batas Maksimum Logam Berat dalam Pangan. Dewan standarisasi BPOM. Bandung. [http://sertifikasibbia.com/upload/logam\\_berat.pdf](http://sertifikasibbia.com/upload/logam_berat.pdf). Diakses pada Rabu 22 April 2015.
- Yunita N, 2011. Evaluasi Penggunaan Air Irigasi yang Mengandung Logam Berat Timbal (Pb) pada Ambang Batas Kualitas Air Pertanian Terhadap Kadar Timbal pada Tanaman Bayam (*Amarantus* sp.). *Skripsi*. Universitas Andalas: Padang.