



## ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb DAN SIFAT KIMIA TANAH PADA LAHAN HORTIKULTURA

Donatus Rendo<sup>1\*</sup> dan Maria Tensiana Tima<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Flores, Nusa Tenggara Timur, Indonesia

\*Email: donrendo2016@gmail.com

\*korespondens

### Abstract

*This research was conducted to determine the concentration of heavy metal Pb in the horticultural garden of South Rewarangga Village. Heavy metal Pb contamination is caused by the continuous use of phosphate fertilizers and Pb heavy metal also comes from domestic waste that enters through irrigation water. Heavy metal Pb was extracted using alkaline digestion method and the results of analysis by Atomic Absorption Spectrophotometer showed Pb concentration of 52 ppm. The results of the analysis of the chemical properties of the soil showed that the soil pH was neutral with a pH value of 6.2-6.8. The value of cation exchange capacity is quite high, 65.6 Meq/100g, which indicates a good level of soil fertility. C-Organic also shows a high value of 3.67%. This indicates the large number of organic compounds such as humic acid and sulfuric acid that can form complex compounds with heavy metal Pb. From the results of the analysis of soil chemical properties, it is predicted that heavy metal Pb is difficult to be adsorbed by plants, due to environmental conditions that do not allow heavy metal Pb to be in the form of Pb<sup>2+</sup> ions which are easily absorbed by plants.*

*Keywords: Horticulture, Heavy metal Pb, Phosphate fertilizer*

### Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi logam berat Pb di kebun hortikultura Kelurahan Rewarangga Selatan. Kontaminasi logam berat Pb diakibatkan oleh penggunaan pupuk fosfat secara terus menerus dan juga logam berat Pb berasal dari limbah domestik yang masuk melalui air irigasi. Logam berat Pb diekstraksi menggunakan metode destruksi basa dan hasil analisis dengan spektrofotometer serapan atom menunjukkan konsentrasi Pb sebesar 52 ppm. Hasil analisis sifat kimia tanah menunjukkan pH tanah bersifat netral dengan nilai pH 6,2-6,8. Nilai kapasitas tukar kation cukup tinggi yaitu sebesar 65,6 Meq/100g yang menunjukkan tingkat kesuburan tanah yang masih bagus. C-Organik juga menunjukkan nilai yang tinggi yaitu sebesar 3,67 %. Hal ini mengindikasikan banyaknya senyawa organik seperti asam humat dan asam fulfat yang dapat membentuk senyawa kompleks dengan logam berat Pb. Dari hasil analisis sifat kimia tanah diprediksikan bahwa logam berat Pb sulit teradsorpsi oleh tanaman, karena kondisi lingkungan yang tidak memungkinkan logam berat Pb berada dalam bentuk ion Pb<sup>2+</sup> yang mudah diserap oleh tanaman.

Kata Kunci: Hortikultura, Logam berat Pb, Pupuk fosfat.

## 1. Pendahuluan

Pencemaran tanah oleh logam berat merupakan salah satu masalah global yang menjadi perhatian utama karena berkaitan dengan masalah kualitas air bersih, kesehatan manusia dan keamanan pangan (Feng et al., 2020). Masuknya logam berat ke dalam tanah diakibatkan oleh berbagai aktivitas manusia seperti, aktivitas penambangan (Cai et al., 2015), pembakaran bahan bakar fosil (Delil & Köleli, 2019), buangan limbah industri dan rumah tangga (Liu et al., 2018) serta penggunaan pupuk dan pestisida dalam aktifitas pertanian (El-Taher & Althoyaib, 2012).

Aktifitas pertanian yang sdh berlangsung lama tentu akan mengakibatkan berkurangnya kesuburan tanah. Penggunaan pupuk kimia menjadi salah satu alternatif yang cepat dan mudah untuk meningkatkan kesuburan tanah dan hasil produksi (Milinovic et al., 2008). Sejak tahun 1950-an penggunaan pupuk kimia termasuk pupuk fosfat terus meningkat dari tahun ke tahun. Menurut El-Taher and Althoyaib (2012) lebih dari 30 juta metrik ton pupuk fosfat digunakan setiap tahun untuk peningkatkan hasil produksi. Penggunaan pupuk fosfat secara terus menerus memiliki dampak negatif yaitu terjadi akumulasi logam berat yang terbawa bersama pupuk fosfat (Jiao et al., 2012). Logam berat Pb merupakan salah satu trase elemen yang berandung bersama pupuk fosfat dalam bentuk mineral piromorfita

( $Pb_5(PO_4)_3Cl$ ) yang sangat stabil (Landrot & Khaokaew, 2018). Menurut Jaishankar et al. (2014), sumber Pb lain seperti dari bahan bakar fosil, cat rumah dan baterai, yang dibuang ke sungai, bisa masuk ke lahan pertanian melalui air irigasi.

Logam berat Pb dapat terakumulasi dalam tanah dan bersifat *non-biodegradable* (Feng et al., 2020). Logam berat Pb dapat terserap oleh tanaman dan masuk ke dalam tubuh manusia melalui rantai makanan (Chen et al., 2016). Logam berat Pb diketahui memiliki toksisitas yang tinggi dan dapat memicu berbagai penyakit, seperti gagal ginjal, karsinogenesis dan hipertensi (Feng et al., 2020). Leštan et al. (2003) mengatakan bahwa toksisitas dan mobilitas Pb masuk ke dalam jaringan tanaman tergantung pada bentuk kimianya. Spesiasi atau bentuk kimia logam Pb sangat bergantung pada sifat kimia tanah seperti pH tanah, kapasitas tukar kation dan C-organik tanah (Alloway, 2009).

Kelurahan rewarangga merupakan salah satu kawasan hortikultura yang sudah berlangsung skitar 20 tahun yang lalu. Dalam praktiknya petani sering menggunakan pupuk kimia termasuk pupuk fosfat (TSP, SP-36 dan NPK). Seperti yang diuraikan sebelumnya bahwa penggunaan pupuk fosfat secara terus menerus, berpotensi menyebabkan akumulasi logam berat di dalam tanah (Jiao et al., 2012). Selain itu, potensi masuknya logam berat Pb ke lahan pertanian diyakini juga berasal dari sumber irigasi akibat buangan limbah rumah tangga seperti baterai, kaleng cet, dan limbah cair bengkel kendaraan bermotor, yang dibuang secara sengaja atau tidak sengaja ke badan sungai.

Sejauh ini belum ada penelitian yang melaporkan tentang potensi pencemaran logam berat di kawasan hortikultura Kelurahan Rewarangga Selatan, Kabupaten Ende. Sehingga perlu dilakukan analisis kandungan logam berat Pb pada lokasi tersebut. Penelitian ini hanya ditabasi pada analisis kandungan logam berat Pb dan analisis sifat kimia tanah seperti pH tanah, kapasitas tukar kation dan C-organik tanah untuk memprediksi spesiasi logam berat Pb di dalam tanah.

## 2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Fakultas Pertanian-Universitas Flores dari bulan Agustus – Oktober 2021. Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari kelurahan Rewarangga Selatan, Kab. Ende, NTT. Bahan kimia yang digunakan yaitu: asam  $HNO_3$  65%, Asam  $HCl$  72%,  $H_2O_2$ ,  $NH_4OAc$  1M, Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: Spektrofotometer serapan atom (AAS), oven, pH meter, buret dan peralatan gelas kimia.

Sampel tanah diambil secara acak dari 8 titik pengambilan sampel. Sampel kemudian dibawa ke Lab. dan diayak menggunakan ayakan 150 mesh. Proses ekstraksi logam berat Pb dari sampel tanah dilakukan dengan metode destruksi basa (Ananda Alfian et al., 2019). Sebanyak 2,0 gram sampel tanah (150 mesh) dimasukkan ke dalam gelas beker, ditambahkan 5 ml larutan  $HNO_3$  67%, dibiarkan selama 24 jam, kemudian dipanaskan pada suhu  $100\text{ }^\circ C$  selama 1,5 jam. Sampel tersebut lalu ditambahkan lagi 2 ml larutan  $H_2O_2$  30% dan dipanaskan pada suhu  $100\text{ }^\circ C$  selama 2 jam. Ke dalam sampel tersebut kemudian ditambahkan larutan aquaregia ( $HNO_3:HCl = 1:3$ ) dan aquades 20 ml dan dibiarkan selama 2 jam. Larutan tersebut kemudian disaring menggunakan kertas saring Whatman 42, filtrat yang diperoleh kemudian disimpan dalam refrigerator pada suhu  $4\text{ }^\circ C$  sebelum dilakukan analisis Pb menggunakan Spektrofotometer serapan Atom. pH tanah tanah ditentukan secara langsung pada saat pengambilan sampel menggunakan pH soil tester. Penentuan kapasitas

tukar kation (KTK) tanah dilakukan menggunakan metode ekstraksi menggunakan ammonium asetat pada pH 7 dan C-organik ditentukan dengan metode *Walkley and Black*.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis logam berat Pb menggunakan instrumen AAS, menunjukkan konsentrasi logam berat Pb di kebun hortikultura Kelurahan Rewarangga Selatan sebesar 52,7 ppm. Konsentrasi Pb tersebut masih aman karena berada di bawah batas kritis logam Pb di dalam tanah yang ditetapkan oleh Ministry of State for Population and Environmental of Indonesia, and Dalhousie, University Canada (1992), yaitu sebesar 100 ppm. Akan tetapi, bioavailabilitas atau penyerapan Pb oleh tanaman tidak tergantung pada banyak atau sedikitnya konsentrasi logam berat Pb di dalam tanah (Delil & Köleli, 2019). Kemampuan tanaman menyerap logam berat Pb tergantung pada bentuk spesiasi dari logam berat Pb itu sendiri. Spesiasi logam berat Pb sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan atau tanah dimana logam berat Pb tersebut terkontaminasi, seperti pH tanah, Kapasitas tukar kation tanah, dan C-Organik tanah (Fahr et al., 2013).

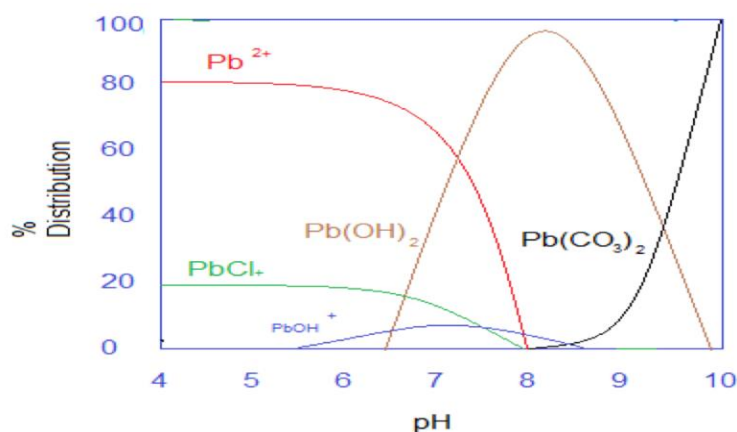
**Tabel 1.** Hasil analisis Pb dan sifat kimia tanah

	Kadar Pb (ppm)	KTK (Meq/100gr)	C-Organik (%)
Sampel tanah komposit	52	65,6	3,67

**Tabel 2.** Analisis pH tanah

Sampel tanah	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
pH	6,7	6,3	6,2	6,8	6,5	6,5	6,4	6,7

Hasil analisis pH tanah yang diperoleh pada setiap titik pengambilan sampel (Tabel 2), rata-rata berada pada kisaran pH netral (6,2-6,8). pH memiliki peranan yang sangat penting dalam tanah berkaitan dengan spesiasi hara dan logam berat yang ada di dalam tanah. Spesiasi logam berat Pb dalam tanah sangat dipengaruhi oleh perubahan nilai pH seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Semakin rendah nilai pH tanah maka logam berat Pb akan berada dalam bentuk ion  $Pb^{2+}$ . Ion  $Pb^{2+}$  yang bebas sangat mudah diserap oleh tanaman dibandingkan Pb berada dalam bentuk ikatan dengan senyawa lain (Haque et al., 2021). Pada kisaran pH 6-7,5 logam berat Pb berada dalam bentuk molekul yang stabil. Pada pH alkali ( $pH > 7,5$ ) Pb berada dalam bentuk timbal sulfa ( $PbS$ ), timbal karbonat ( $PbCO_3$ ) timbal Sulfat ( $PbSO_4$ ) (Easley & Byrne, 2011).



**Gambar 1.** Spesiasi logam Pb pada berbagai variasi nilai pH (wikipedia)

Kapasitas tukar kation tanah merupakan kemampuan tanah dalam menyerap dan melepaskan kembali unsur hara tanah. Tanah dengan KTK tinggi bila didominasi oleh kation basa, Ca, Mg, K, Na (kejenuhan basa tinggi) dapat meningkatkan kesuburan tanah, tetapi bila didominasi oleh kation asam, Al, H (kejenuhan basa rendah) dapat mengurangi kesuburan tanah. Kation yang terikat pada lempung dan partikel bahan organik dalam tanah dapat digantikan oleh kation lain seperti ion  $Pb^{2+}$ . Ion  $Pb^{2+}$  membentuk ikatan kompleks dengan senyawa organik melalui gaya elektrostatis (Aide & Braden, 2018). Semakin tinggi nilai KTK maka semakin banyak pertukaran kation yang terjadi di dalam tanah. (Fahr et al., 2013).

Hasil analisis kandungan C-organik dari sampel tanah sebesar (3,67%). Hasil ini menunjukkan kandungan C-organik dari sampel tanah tersebut tergolong tinggi (Darma et al. 2021). Tingginya kandungan C-organik juga menunjukkan banyaknya asam-asam organik yang terkandung di dalam tanah seperti asam Humat, asam fulvat (Gondar et al. 2006; Xu et al. 2018). Menurut Koralegedara et al. (2017) asam humat dan asam fulvat memiliki banyak gugus fungsional yang dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion logam berat. Gugus karboksil (-COOH) dan fenolik (-OH) pada asam humat dan asam fulvat akan membentuk ikatan yang sangat kuat dengan ion logam berat Pb (Violante et al., 2010). Terbentuknya senyawa kompleks antara asam organik dan ion logam Pb memungkinkan Pb akan sulit terserap oleh akar tanaman.

#### 4. Simpulan

Hasil analisis logam berat Pb di lahan hortikultura Kelurahan Rewarangga Selatan yaitu sebesar 52,7 ppm. Konsentrasi Pb tersebut masih aman karena berada di bawah batas kritis logam Pb di dalam tanah yang ditetapkan oleh Ministry of State for Population and Environmental of Indonesia, and Dalhousie, University Canada (1992), yaitu sebesar 100 ppm. Hasil analisis kimia menunjukkan bahwa pH tanah masih berada pada kisaran pH netral (6,2-6,8). Pada pH netral logam berat Pb berada dalam bentuk yang stabil sehingga sulit diadsorpsi oleh tanaman. Nilai KTK = 65,6 Meq/100g tergolong tinggi menunjukkan tingkat kesuburan tanah yang masih bagus. Nilai c-organik yang tinggi (3,67 %) menunjukkan banyaknya bahan organik seperti asam humat dan asam fulvat yang mampu membentuk ikatan kompleks dengan atom Pb. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut berkaitan dengan kandungan logam berat Pb yang ada didalam tanam hortikultura di Kelurahan Rewarangga Selatan.

#### 5. Referensi

- Aide, M., & Braden, I. (2018). Lead Sequestration in the Soil Environment with an Emphasis on the Chemical Thermodynamics Involving Phosphate as a Soil Amendment: Review and Simulations. *International Journal of Applied Agricultural Research*, 13(1), 9–19.
- Alloway, B. J. (2009). Soil factors associated with zinc deficiency in crops and humans. *Environmental Geochemistry and Health*, 31(5), 537–548. <https://doi.org/10.1007/s10653-009-9255-4>
- Ananda Alfian, M., Bieby Voijant, T., Anak Agung, G. K., & Kriyo, S. (2019). Study of Lead (Pb) Distribution in Soil of Jetis District, Mojokerto Regency. *Journal of Civil Engineering and Environmental Sciences*, 5(2), 005–012. <https://doi.org/10.17352/2455-488x.000032>
- Cai, L. M., Xu, Z. C., Qi, J. Y., Feng, Z. Z., & Xiang, T. S. (2015). Assessment of exposure to heavy metals and health risks among residents near Tonglushan mine in Hubei, China. *Chemosphere*, 127, 127–135. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.01.027>

- Chen, C., Tian, T., Wang, M. K., & Wang, G. (2016). Release of Pb in soils washed with various extractants. *Geoderma*, 275, 74–81. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.04.015>
- Darma, S., Ramayana, S., & Suprianto, B. (n.d.). *Comparison of Content and Status of the C-Organic, Nitrogen, C/N Ratio, Soil pH, and Organic Matter in Rainfed, Tidal and Swampy Rice Fields (Case Study in Three Villages, in East Kalimantan)*.
- Delil, A. D., & Köleli, N. (2019). Investigation of a combined continuous flow system for the removal of Pb and Cd from heavily contaminated soil. *Chemosphere*, 229, 181–187. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.04.201>
- Easley, R. A., & Byrne, R. H. (2011). The ionic strength dependence of lead (II) carbonate complexation in perchlorate media. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 75(19), 5638–5647. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2011.07.007>
- El-Taher, A., & Althoyaib, S. S. (2012). Natural radioactivity levels and heavy metals in chemical and organic fertilizers used in Kingdom of Saudi Arabia. *Applied Radiation and Isotopes*, 70(1), 290–295. <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2011.08.010>
- Fahr, M., Laplaze, L., Bendaou, N., Hocher, V., El Mzibri, M., Bogusz, D., & Smouni, A. (2013). Effect of lead on root growth. *Frontiers in Plant Science*, 4(JUN), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00175>
- Feng, C., Chen, Y., Zhang, S., Wang, G., Zhong, Q., Zhou, W., Xu, X., & Li, T. (2020). Removal of lead, zinc and cadmium from contaminated soils with two plant extracts: Mechanism and potential risks. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 187(May 2019). <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109829>
- Gondar, D., López, R., Fiol, S., Antelo, J. M., & Arce, F. (2006). Cadmium, lead, and copper binding to humic acid and fulvic acid extracted from an ombrotrophic peat bog. *Geoderma*, 135, 196–203. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2005.12.003>
- Haque, E., Thorne, P. S., Nghiem, A. A., Yip, C. S., & Bostick, B. C. (2021). Lead (Pb) concentrations and speciation in residential soils from an urban community impacted by multiple legacy sources. *Journal of Hazardous Materials*, 416(February), 125886. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125886>
- Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B. B., & Beeregowda, K. N. (2014). Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary Toxicology*, 7(2), 60–72. <https://doi.org/10.2478/intox-2014-0009>
- Jiao, W., Chen, W., Chang, A. C., & Page, A. L. (2012). Environmental risks of trace elements associated with long-term phosphate fertilizers applications: A review. *Environmental Pollution*, 168, 44–53. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2012.03.052>
- Koralegedara, N. H., Al-Abed, S. R., Rodrigo, S. K., Karna, R. R., Scheckel, K. G., & Dionysiou, D. D. (2017). Alterations of lead speciation by sulfate from addition of flue gas desulfurization gypsum (FGDG) in two contaminated soils. *Science of the Total Environment*, 575, 1522–1529. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.027>
- Landrot, G., & Khaokaew, S. (2018). Lead Speciation and Association with Organic Matter in Various Particle-Size Fractions of Contaminated Soils. *Environmental Science and Technology*, 52(12), 6780–6788. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b00004>
- Leštan, D., Grčman, H., Zupan, M., & Bačac, N. (2003). Relationship of soil properties to fractionation of Pb and Zn in soil and their uptake into *Plantago lanceolata*. *Soil and Sediment Contamination*, 12(4), 507–522. <https://doi.org/10.1080/713610986>
- Liu, L., Li, W., Song, W., & Guo, M. (2018). Remediation techniques for heavy metal-contaminated soils: Principles and applicability. *Science of the Total Environment*, 633, 206–219. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.161>
- Milinic, J., Lukic, V., Nikolic-Mandic, S., & Stojanovic, D. (2008). Concentrations of heavy metals in NPK fertilizers imported in Serbia. *Pesticidi i Fitomedicina*, 23(3), 195–200. <https://doi.org/10.2298/pif0803195m>
- Violante, A., Cozzolino, V., Perelomov, L., Caporale, A. G., & Pigna, M. (2010). Mobility and bioavailability of heavy metals and metalloids in soil environments. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 10(3), 268–292. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162010000100005>
- Xu, Q., Duan, D., Cai, Q., & Shi, J. (2018). Influence of Humic Acid on Pb Uptake and Accumulation in Tea Plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(46), 12327–12334. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b03556>