

# Analisis Logam Berat Pada Lahan Bekas *Tailing* Emas Berdasarkan Sifat Fisik Kimia Tanah

<sup>1</sup>Syari Rahma Yanti, <sup>2</sup>Rika Ampuh Hadiguna, <sup>3</sup>Fitri Nauli, <sup>4</sup>Arif Algifari, <sup>5</sup>Tedy Agung Cahyadi, <sup>6</sup>Rika Ernawati

<sup>1234</sup>Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur, Sekolah Pascasarjana Universitas Andalas

<sup>56</sup>Prodi Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Indonesia

[syarirahma@ft.unp.ac.id](mailto:syarirahma@ft.unp.ac.id)

## ARTICLE INFO

### Article History:

Diterima : 03-01-2024

Disetujui : 16-06-2024

### Keywords:

*Tailing; Heavy metals;*

*Physical Properties;*

*Soil Chemistry*



## ABSTRACT

**Abstract:** *Heavy metals are considered pollutants because they have a toxic effect on an organism if they exceed a certain concentration. The purpose of this study is to determine the characteristics of soil materials based on the physical and chemical properties of the soil. The method used to process the data is using the Soil Chemical Properties Assessment criteria while the texture class is determined based on the Texture Triangle. The result of the physical and chemical properties analysis of the soil is to determine the fertility level of the tailings soil. The analysis was carried out by assessing the physical properties of the soil, namely soil texture, while the assessment of soil chemical properties was soil pH, Cationic Exchange Capacity (CEC), Base Saturation (BS), C-Organic, and metal percentages of Potassium (K), Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Sodium (Na). The results of the study showed that the tailings soil had a pH value of 8.89 including the lime category, this was in line with the CEC value and the alkaline saturation was classified as high and very high with values of 31.33% and 94.67 cmol/kg, as well as the values of Potassium (K), Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Sodium (Na) which showed very high amounts in the results of the TSF 56 tailings soil testing laboratory. However, the value of C-Organic content is 0.16%, including a very low category. The permeability value of tailings soil is quite low, which is 0.21%, this is in line with the texture of tailings soil which is dominated by clay and dust so that the ability to drain water is very low.*

**Abstrak:** Logam berat dianggap sebagai pencemar karena memiliki efek racun pada suatu organisme apabila sudah melebihi konsentrasi tertentu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik material tanah berdasarkan sifat fisik dan kimia tanah. Metoda yang digunakan untuk mengolah data adalah menggunakan kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah sedangkan kelas tekstur ditentukan berdasarkan metoda Segitiga Tekstur. Hasil dari analisis sifat fisik dan kimia tanah adalah untuk mengetahui tingkat kesuburan tanah tailing. Analisis dilakukan dengan menilai sifat fisika tanah yaitu tekstur tanah, sedangkan penilaian sifat kimia tanah yaitu pH tanah, Kapasitas Tukar Kation (KTK), Kejenuhan Basa (KB), C-Organik, dan persentase logam Kalium (K), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Natrium (Na). Hasil penelitian menunjukkan tanah tailing memiliki nilai pH sebesar 8.89 termasuk kategori kalis, hal ini sejalan dengan nilai KTK dan kejenuhan basa tergolong tinggi dan sangat tinggi dengan nilai 31,33 % dan 94,67 cmol/kg, begitupun dengan nilai Kalium (K), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Natrium (Na) yang menunjukkan jumlah yang sangat tinggi pada hasil laboratorium pengujian tanah tailing TSF 56. Namun untuk nilai kandungan C-Organik adalah 0.16% termasuk kategori sangat rendah. Untuk nilai permeabilitas tanah tailing cukup rendah yaitu 0.21 %, ini sejalan dengan tesktur tanah tailing yang didominasi oleh liat dan debu sehingga kemampuan melolokan air sangat rendah.

## A. LATAR BELAKANG

Pertambangan dan kegiatan yang terkait dengan penambangan adalah sumber utama dari logam berat dan bertanggung jawab untuk dampak negatif yang signifikan pada lingkungan sekitarnya (Navas dan Machin, 2002; Ferreira da Silva dkk, 2004; Ungaro dkk, 2008; Chaoyang dkk, 2009; Dayani dan Mohammadi, 2010). Dampak negatif dari kegiatan pertambangan tersebut disebabkan karena adanya volume *tailing* yang tinggi dan sering dibiarkan tanpa pengelolaan yang baik (Muhammad dkk, 2011). Kegiatan pengolahan emas akan menghasilkan limbah-limbah berupa batuan bekas penambangan (*rock-dump*) dan lumpur tanah sisa penambangan (*tailing*) yang semakin hari jumlahnya semakin banyak (Sidabutar, 2013).

Tailing merupakan sisa hasil pengolahan mineral yang didalamnya masih mengandung logam-logam berat. Logam berat dianggap sebagai pencemar tidak hanya karena logam berat tidak bisa terdegradasi dengan lingkungan tetapi juga karena memiliki efek racun pada suatu organisme apabila sudah melebihi konsentrasi tertentu (Mindaugas dkk, 2012). Untuk mencegah proses degradasi berlanjut terhadap lingkungan perlu dilakukan cara penambangan yang baik dan benar (*good mining practice*).

Tanah adalah salah satu komponen lahan yang berperan penting pada pertumbuhan tanaman dan produksi tanaman, karena selain berfungsi sebagai tempat atau media tumbuh tanaman, menahan dan menyediakan air bagi tanaman, tanah juga berperan dalam menyediakan unsur hara yang diperlukan tanaman untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Pembentukan tanah dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti, iklim, bahan induk, topografi/relief, organisme dan waktu. Perbedaan pengaruh dari berbagai faktor pembentuk tanah tersebut akan menghasilkan karakteristik tanah baik karakteristik fisik, kimia maupun biologi yang pada akhirnya berpengaruh terhadap kesuburan tanah bersangkutan. Pengendapan tailing menyebabkan tertutupnya ekosistem sehingga terjadi perubahan karakteristik morfologi, fisik, kimia penyusun tanah, serta vegetasi yang tumbuh di atasnya (Gainau, 2019).

Tailing Storage Facility 56 (TSF 56) merupakan tempat pengendapan tailing milik PT. Nusa Halmahera Mineral, namun akhir tahun 2016 TSF 56 sudah tidak difungsikan lagi sebagaimana yang telah ditetapkan dalam Kepmen LH No. SK893/ Menlhk /Setjen/ PLB.3/12/2016 mengenai Izin Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun Pada Fasilitas Tailing. Seiring berjalannya waktu tailing tersebut berkembang menjadi tanah dan mulai muncul tumbuhan liar, sehingga dapat direkomendasikan untuk dapat ditumbuhi tanaman. Pemanfaatan tailing tidak dilakukan secara langsung, namun perlu diketahui sifat-sifat tailing, kandungan material yang ada, dan jenis materialnya (Riogilang dan Masloman, 2009).

Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanah yang berada pada tanah TSF 56 berdasarkan sifat fisik dan kimia tanah sehingga lahan tailing tersebut dapat dimanfaatkan kembali dan mengurangi dampak dari adanya pencemaran logam berat.

## B. METODE PENELITIAN

Metode pengambilan sampel tanah dilakukan dengan *purposive sampling* yaitu pengambilan sampel dilakukan atas dasar pertimbangan penelitiannya saja yang menganggap unsur-unsur yang dikehendaki telah ada dalam anggota sampel (Nasution, 2003). Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara pengeboran dengan alat *hand auger*, kedalaman bor 0 – 40 cm, dan berat sampel tanah *tailing*  $\pm 1$  kg. Jumlah pengambilan sampel sebanyak 26 titik sampel. Sampel tanah yang diambil kemudian di uji di laboratorium untuk mengetahui sifat fisik dan kimia tanah serta untuk mengetahui kandungan logam-logam berat yang ada pada *tailing*.

### Metode Uji Laboratorium

Hasil sampel tanah *tailing* yang sudah diambil akan dibawa ke laboratorium dilakukan uji sifat fisik dan kimia tanah dan variansi logam berat. Metoda uji laboratorium yang digunakan adalah pipet metoda untuk pengujian tekstur tanah, metoda tinggi air untuk pengujian

permeabilitas, kolorimetri biru indovenol untuk pengujian Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah, *walkley and black metode* untuk pengujian C-organik, *elektrometry* untuk pengukuran pH, sedangkan untuk pengukuran nilai konsentrasi logam berat (Pb, As, Cu, Cd, dan Cr) diuji dengan metode uji *Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrophotometer* (ICP-OES).

#### Metode Pengolahan Data

Kriteria yang digunakan untuk mengevaluasi kesuburan tanah *tailing* pada penelitian ini ditentukan berdasarkan Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah sedangkan kelas tekstur ditentukan berdasarkan Segitiga Tekstur. Hasil dari analisis sifat fisik dan kimia tanah adalah untuk mengetahui tingkat kesuburan tanah *tailing*.

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis pengujian laboratorium terhadap tanah *tailing* TSF 56 diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 1 Analisis hasil Uji Sifat Fisik dan Kimia Tanah *Tailing*

| Karakteristik | Parameter                                | Satuan  | Nilai  | Keterangan       |
|---------------|--|---------|--------|------------------|
| Sifat Kimia   | pH extraction with H <sub>2</sub> O 1:10 | n/a     | 8,89   | Bersifat alkalis |
|               | C-Organik*                               | %       | 0,16   | Sangat rendah    |
|               | Cation Exchange Capacity                 | %       | 31,33  | Tinggi           |
|               | Kejenuhan Basa (KB)                      | cmol/kg | 94,67  | Sangat tinggi    |
|               | Kalsium (Ca)                             | mg/kg   | 13850  | Sangat tinggi    |
|               | Potassium (K)                            | mg/kg   | 497,33 | Sangat tinggi    |
|               | Magnesium (Mg)                           | mg/kg   | 9030   | Sangat tinggi    |
| Sifat Fisik   | Sodium (Na)                              | mg/kg   | 326,50 | Sangat tinggi    |
|               | Pasir*                                   | %       | 18,17  | Lempung liat     |
|               | Debu*                                    | %       | 59,17  | berdebu          |
|               | Liat*                                    | %       | 22,67  |                  |
|               | Permeabilitas*                           | %       | 0,21   | Rendah           |

#### Analisis Karakteristik Tanah *Tailing*

Karakteristik sifat fisik dan kimia pada tanah *tailing* berbeda dengan struktur tanah pada umumnya. Karakteristik sifat fisik *tailing* ditunjukkan dengan adanya berbagai tipe ukuran partikel, sedangkan untuk sifat kimia *tailing* ditunjukkan dengan adanya kandungan berbagai jenis mineral yang dimilikinya. Pada Tabel 1.1 Analisis hasil Uji Sifat Fisik dan Kimia Tanah *Tailing* dapat dilihat nilai dari parameter-parameter untuk sifat kimia dan fisik untuk tanah *tailing*. Data hasil analisis sifat fisik tanah *tailing* di laboratorium menunjukkan bahwa tanah *tailing* bersifat lempung liat berdebu. Tanah didominasi oleh partikel lempung umumnya memiliki kemampuan menahan air yang tinggi dan lekat. Seperti yang dikemukakan oleh Hanafiah (2005) menyebutkan bahwa fraksi pasir secara umum didominasi oleh mineral kuarsa (SiO<sub>2</sub>) yang tahan terhadap pelapukan, sedangkan fraksi debu berasal dari mineral feldspar dan mika yang cepat lapuk, pada saat pelapukannya akan membebaskan sejumlah hara, sehingga tanah bertekstur debu cenderung lebih subur dibandingkan pasir. Dari segi kesuburan tanah penting sekali pertukaran dan penyanggaan (penahanan) ion-ion hara tanaman dalam tanah, sehingga makin tinggi kandungan liat makin tinggi kesuburannya. Untuk permeabilitas tanah *tailing* cukup rendah, ini sejalan dengan tesktur tanah *tailing* yang didominasi oleh liat dan debu sehingga kemampuan melolokan air sangat rendah.

#### pH Tanah

Berdasarkan hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa keadaan pH tanah *tailing* cukup tinggi dengan nilai pH 8,89. Tingginya nilai pH pada tanah *tailing* menyebabkan tanah tersebut bersifat basa/alkalis. Keadaan ini didukung oleh hasil analisis tanah *tailing* menunjukkan bahwa memiliki kejenuhan basa yang sangat tinggi serta tanah *tailing* tersebut

juga memiliki nilai kation basa (Ca, Na, K, dan Mg) yang tergolong tinggi. Menurut Mukhlis (2014) menyatakan bahwa nilai pH tanah tidak hanya menunjukkan tanah tersebut asam atau basa, tetapi juga memberikan informasi mengenai sifat-sifat tanah yang lain, seperti status kation-kation basa, ketersediaan fosfor, dan kejenuhan basa.

### **C-Organik**

Pada sampel tanah *tailing* yang telah dilakukan uji laboratorium, tanah *tailing* tersebut memiliki nilai C-organik yang sangat rendah. Ini dikarenakan umur tanah tersebut masih sangat muda, sehingga proses komposisi belum terjadi secara sempurna.

### **Kejenuhan Basa**

Berdasarkan hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa kejenuhan basa (KB) tanah *tailing* tergolong sangat tinggi. Keadaan ini menunjukkan bahwa pada permukaan koloid atau kompleks pertukaran didominasi oleh kation basa. Keadaan ini sejalan dengan pendapat Hakim dkk (1986) yang menyatakan bahwa persen KB merupakan perbandingan antara jumlah miliekuivalen kation basa dengan miliekuivalen KTK, apabila KB tanah tergolong rendah, maka kation Al merupakan kation yang dominan terserap pada permukaan koloid. Dalam penelitian ini nilai KB tergolong tinggi sehingga kation basa (Ca, Na, K, dan Mg) merupakan kation yang terserap pada permukaan koloid.

### **Kapasitas Tukar Kation**

Kapasitas tukar kation merupakan salah satu sifat kimia yang paling erat hubungannya dengan kesuburan tanah. Semakin tinggi nilai kapasitas tukar kation maka semakin bagus kesuburan tanah tersebut. Berdasarkan hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah *tailing* tergolong tinggi. Kondisi ini disebabkan adanya partikel penyusun tanah *tailing* yang didominasi oleh fraksi debu dan liat yang memiliki luas permukaan koloid yang besar, sehingga KTK tanah *tailing* juga besar, selain itu tanah *tailing* tersebut juga memiliki pH yang tinggi/alkalis. Ini sejalan dengan pernyataan Hakim dkk (1986) yang menyatakan bahwa besarnya KTK tanah dipengaruhi oleh pH tanah, bahan organik, tekstur, dan jenis mineral liat.

### **Kalium (K), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Natrium (Na)**

Hasil uji laboratorium sampel tanah *tailing* menunjukkan nilai kalium yang cukup tinggi, ini sesuai dengan pH dan kejenuhan basanya pada sampel tanah tersebut yang juga tinggi. Unsur kalium ini berfungsi sebagai mempercepat pembentukan zat karbohidrat pada tanaman, memperkuat serta meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit maupun gangguan hama. Keterdapatannya kalsium, magnesium dan natrium pada sampel tanah *tailing* juga cukup tinggi, ini tentunya berdampak baik bagi kesuburan tanah tersebut. Tanah yang memiliki jumlah kalium, kalsium, magnesium dan natrium yang tinggi maka akan mencukupi kebutuhan kation-kation tanaman. Tingginya keterdapatannya Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg) pada tanah *tailing* sejalan dengan Anna Yulius dkk (1985), menyatakan bahwa pada tanah muda dimana pelapukan belum terjadi dan pencucian relatif kecil, maka kation basa seperti Mg dan Ca adalah kation yang mendominasi permukaan koloid.

### **Status Kesuburan Tanah Tailing**

Berdasarkan hasil analisis karakteristik tanah *tailing* yang kemudian dikaitkan dengan kriteria penilaian status kesuburan sifat fisik dan kimia tanah menunjukkan bahwa status kesuburan tanah *tailing* pada TSF 56 tergolong sangat rendah sampai sangat tinggi.

## **D. SIMPULAN DAN SARAN**

Karakteristik sifat kimia tanah *tailing* TSF 56 termasuk ke dalam kategori basa atau kalis karena memiliki nilai pH sebesar 8.89, hal ini sejalan dengan nilai KTK dan kejenuhan basa tergolong tinggi dan sangat tinggi dengan nilai 31,33 % dan 94,67 cmol/kg, begitupun dengan

nilai logam Kalium (K), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Natrium (Na) yang menunjukkan jumlah yang sangat tinggi yaitu 13850 mg/kg, 497,33 mg/kg, 9030 mg/kg, 326,5 mg/kg, berbanding terbalik dengan nilai kandungan C-Organik adalah 0.16% termasuk katagori sangat rendah, hal ini dikarenakan umur tanah tersebut masih sangat muda, sehingga proses komposisi belum terjadi terjadi secara sempurna. Untuk nilai permeabilitas tanah tailing cukup rendah yaitu 0.21 %, ini sejalan dengan tesktur tanah tailing yang didominasi oleh liat dan debu sehingga kemampuan melolokan air sangat rendah. Penelitian lanjutan yang direkomendasikan berupa studi terhadap arah penyebaran logam berat pada lokasi *tailing* TSF 56.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Departemen Lingkungan PT. NHM yang telah memberikan penulis kesempatan untuk melakukan penelitian di lokasi milik PT. NHM sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik.

## REFERENSI

- Carlson, C., Critto, A., Marcomini, A. and Nathanail, P. 2001. Risk Based Characterisation of Contaminated Industrial Site Using Multivariate and Geostatistical Tools. *Environ. Pollut*, 111: 417–427.
- Chaoyang, W., Cheng, W. and Linsheng, Y. 2009. Characterizing Spatial Distribution And Sources of Heavy Metals In The Soils From Mining-Smelting Activities In Shuikoushan, Hunan Province, China. *Journal of Environmental Sciences*, 21: 1230–1236
- Dayani, M., and Mohammadi, J. 2010. Geostatistical Assessment of Pb, Zn And Cd Contamination In Near-Surface Soils Of The Urban Mining Transitional Region Of Isfahan, Iran. *Pedosphere*, 20(5): 568–577.
- Ferreira, D.S, E., Zhang, C., Serrano, P.L., Patinha, C. and Reis, P. 2004. Hazard Assessment On Arsenic and Lead in Soils of Castromil Gold Mining Area, Portugal. *Appl. Geochem*, 19: 887–898.
- Gainau, R. J. (2019). Analisis perkembangan tanah pada tailing dam tsf 56 pt. nusa halmahera mineral maluku utara di area suksesi alam (Doctoral dissertation, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta)
- Gandhimathi, A. and Meenambal, T. 2011. Spatial Prediction Of Heavy Metal Pollution For Soils In Coimbatore, India Based On Universal Kriging (As, Hg, Cd). *International Journal of Advanced Engineering Technology*, 2: 410– 417.
- Gunal, H., Acir, N. and Budak, M. 2012. Heavy Metal Variability of A Native Saline Pasture In Arid Regions Of Central Anatolia. *Carpathian Journal Of Earth And Environmental Sciences*, 7: 183–193.
- Hakim, 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung, Lampung.
- Hanafiah, K. A., 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Liu, Y.G., Zhou, M., Zeng, G.M., Li, X., Xu, W.H. and Fan, T. 2007. Effect of Solids Concentration on Removal of Heavy Metals From Mine Tailings Via Bioleaching. *J. Hazard. Mater*, 141 (1): 202–208.
- Mahmoudabadi, E., Sarmadian, F., Savaghebi, G.H. and Alijani, Z. 2012. Accuracy Assessment of Geostatistical Methods For Zoning Of Heavy Metals In Soils Of Urban-Industrial Areas. *International Research Journal Of Applied And Basic Sciences*, 3 (5): 991–999.
- McGrath, D., Zhang, C. and Carton, O.T. 2004. Geostatistical Analyses And Hazard Assessment On Soil Lead In Silvermines Area, Ireland. *Environ. Pollut*. 127(2): 239–248.
- Mindaugas, R., Gytaitas, I., Stanislovas, S., Vytautas, Oškinis. 2012. Assessment of Heavy Metal Contamination and Spatial Distribution in Surface and Subsurface Sediment Layers in The Northern Part of Lake Babrukas. *EKOLOGIJA*. 2012. Vol. 58. No. 1. P. 33–43.
- Muhammad, S., Shah, M. T. and Khan, S. 2011. Heavy metal concentrations in soil and wild plants growing around Pb– Zn sulfide terrain in the Kohistan region, northern Pakistan. *Microchemical Journal*, 99: 67–75.
- Mukhlis, 2007. *Analisis Tanah Dan Tanaman*. USU press, Medan. 155 Hal

- Nasution, 2003. *Metode Research (Penelitian Ilmiah)*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Navas, A. and Machin, J. 2002. Spatial Distribution of Heavy Metals and Arsenic In Soils of Aragon (Northeast Spain): Controlling Factors and Environmental Implications. *Appl. Geochem.*, 17: 961–973.
- Novita S. 2008. Status Kesuburan Tanah di Daerah Reklamasi Tailing dan Pengaruh Keberadaan PT. Freeport Indonesia Terhadap Pengembangan Wilayah di Sekitarnya. Skripsi Departemen Ilmu Tanah Dan Sumberdaya Lahan. Institut Pertanian Bogor.
- Riogilang, H. (2012). Pemanfaatan limbah tambang untuk bahan konstruksi bangunan. *Ekoton*, 9(1).
- Sidabutar. 2013. Perubahan Karakteristik Kimia Tanah Pada Model Reklamasi Lahan Bekas Tambang PT. Antam Ubpe Pongkor. Skripsi Departemen Silvikultr Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Ungaro, F., Ragazzi, F., Cappellin, R. and Giandon, P. (2008). Arsenic Concentration in The Soils of The Brenta Plain (North Italy): Mapping The Probability of Exceeding Contamination Thresholds. *J. Geochem. Explor*, 96: 117–131.