



## KAJIAN SIFAT KIMIA DAN FISIKA TANAH PADA LAHAN BEKAS GALIAN MANGAN DI DESA OELAMI KECAMATAN BIKOMI SELATAN KABUPATEN TIMOR TENGAH UTARA

Wilda Lumban Tobing<sup>1\*</sup>, Jonisius Taus<sup>1</sup>, Deseriana Bria<sup>1</sup>, Azor Yulianus Tefa<sup>1</sup>,  
Maria Magdalena Kolo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Sains dan Kesehatan, Universitas Timor

<sup>2</sup>Program Studi Kimia, Fakultas Pertanian, Sains dan Kesehatan, Universitas Timor

\*Email: [wildatob14@gmail.com](mailto:wildatob14@gmail.com)

### Abstract

Manganese is a micro nutrient that plants need in small quantities. Manganese plays an important role as an enzyme activator, including phosphate transfer enzymes and enzymes in the Krebs cycle. The aim of this research was to study the chemical and physical properties of the soil on ex-manganese excavated land in Oelami Village, TTU Regency. This research was carried out in June-September 2022. Analysis of the chemical and physical characteristics of the soil was carried out in the laboratory of the Faculty of Agriculture, University of Timor, and the Laboratory of the Faculty of Agriculture, Nusa Cendana University. This study used a descriptive experimental method which was carried out by survey and continued with laboratory analysis. Soil samples were taken at 5 points based on land use. Based on the results of the analysis of the chemical and physical properties of soil from ex-manganese excavated land, pH was 6.321 (slightly sour), CEC 33.46 me/100g (high), C-organic 0.22% (low), N-total 0.22% (low), P-total 61.44 mg/100g (high), K-total 71.189 mg/100g (high), Mn-total 19,089 ppm (high), organic matter 0.81% (low), sandy loam soil texture (sand 81.33%, dust 10.67%, and clay 8.00%), soil water content 8.611% (medium), soil density 1.25 g/cm<sup>3</sup> (medium), soil specific gravity 1.47 g/cm<sup>3</sup> (low), and porosity 14.961% (high).

**Keywords:** Soil Physics, Soil Chemistry, Mangan

### Pendahuluan

Oelami merupakan salah satu desa yang berada di Kecamatan Bikomi Selatan Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU) Provinsi Nusa Tenggara Timur. Di desa tersebut terdapat aktivitas penggalian batu mangan. Banyaknya lahan penggalian mangan mengindikasikan bahwa tingginya keberadaan mangan dilahan yang terdapat di Desa Oelami tersebut. Masyarakat menambang Mangan secara selektif karena sebaran simpanan Mangan di TTU bersifat acak dan tidak merata (Seran & Edi, 2021). Mangan salah satu hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah sedikit yang berperan mengaktifkan enzim dan sebagai penstransfer posfat dalam siklus krebs. Umumnya kandungan mangan di dalam tanah sebesar 20-3000 ppm, dengan rata-rata 600 ppm. Terjadi defisiensi jika kandungannya di bawah 20 ppm dan menjadi racun jika kandungan mangan lebih dari 3000 ppm berbentuk manganous (Mn<sup>2+</sup>) dan manganik (Mn<sup>4+</sup>) (Lindsay, 1980).

Adanya aktivitas penambangan mangan dapat mengubah sifat dan karakteristik tanah seperti kandungan bahan organik yang rendah, lapisan olah tanah bercampur dengan tanah bawah, adanya bentang alam yang rusak, dan munculnya lapisan beracun (Xiang et al., 2020; Sukarman & Gani, 2017). Selain itu, terjadi perubahan iklim mikro akan mempengaruhi

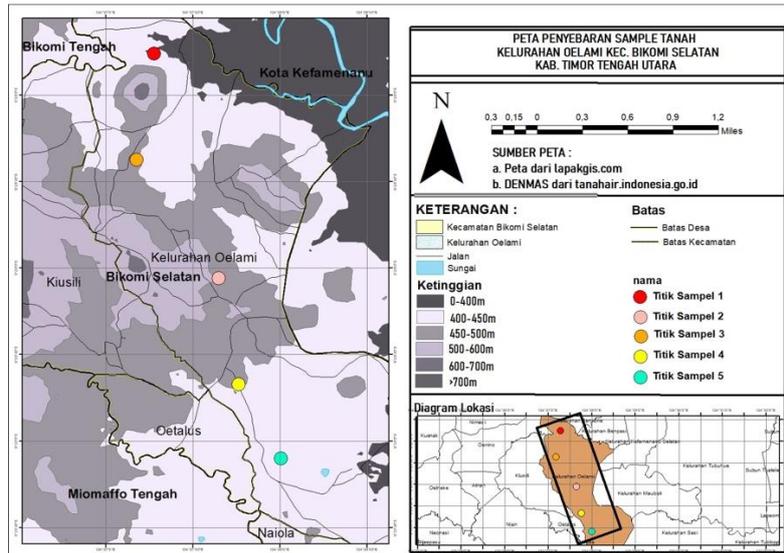
kinerja fungsi hidrolik tanah, dan rendahnya produktivitas lahan, dan distribusi mikroorganisme (Herjuna, 2011; Munir & Setyowati, 2017; Patiung *et al.*, 2011; Siswanto *et al.*, 2012; Van Zwieten *et al.*, 2010). Akibat lainnya tidak ada tumbuhan yang hidup setelah aktivitas tersebut kecuali adanya pemanfaatan lahan sebagai lahan budidaya yang disengaja. Masyarakat Oelami yang umumnya adalah petani, mulai menggunakan lokasi-lokasi sekitar penggalian atau bekas penggalian sebagai lahan pertanian baik peruntukan budidaya pangan maupun hortikultura.

Lahan bekas penggalian mangan yang dimanfaatkan sebagai lahan pertanian belum banyak mengkaji karakteristik kondisi tanah. Kondisi ini penting untuk diketahui, karena kondisi mangan yang tinggi dan dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kandungan pada tanaman yang dibudidayakan. Oleh sebab itu, penting dilakukan pengujian sifat tanah pada lahan bekas penggalian mangan. Langkah ini menjadi informasi bagi masyarakat yang menggunakan lahan tersebut, sebagai lahan pertanian baik secara kimia maupun fisika. Diharapkan kajian ini dapat dijadikan acuan penggunaan lahan bekas penggalian batu mangan sebagai lahan pertanian atau peruntukan sebagai lahan lainnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji sifat kimia dan fisika tanah pada lahan bekas galian mangan di desa Oelami.

### Metode

Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Juni-September 2022 dengan pengambilan sampel tanah di Desa Oelami Kabupaten Timor Tengah Utara. Analisis karakteristik sifat kimia dan fisika tanah dilakukan di laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Timor Kefamenanu dan Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif eksperimen yang dilakukan dengan survey dan di lanjutkan analisis laboratorium. Kajian dilakukan pada lokasi terpilih yang pernah mengalami penggalian mangan. Kemudian sampel tanah diuji di Laboratorium Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Timor, dan Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana. Kondisi lokasi pengamatan bercirikan lahan kering dengan kandungan kapur tinggi. Tahapan penelitian dimulai dari survei lokasi, penentuan lokasi titik pengamatan, pengambilan dan pengujian sampel. Sampel tanah diambil pada 5 titik yang dilihat berdasarkan penggunaan lahan (Gambar 1). Masing-masing lokasi diambil satu sampel sehingga diperoleh 5 sampel tanah untuk dianalisis. Prinsip penentuan lokasi pengambilan sampel adalah mewakili wilayah penelitian dengan menggunakan metode proporsional. Pengambilan sampel tanah didasarkan pada contoh tanah terganggu dan tidak terganggu. Pengambilan sampel tanah terganggu dilakukan dengan mengambil lapisan pengolahan tanah (30 cm dari permukaan) menggunakan bor tanah kemudian digabungkan menjadi sampel tanah individual. Berat masing-masing sampel adalah 500 g. Pengambilan sampel tanah tidak terganggu dilakukan dengan menggunakan ring sampel dengan diameter rata-rata 7,4 cm dan lebar rata-rata 4 cm. Cincin sampel ditekan ke dalam tanah dan bagian bawahnya dipotong, sampel diratakan sesuai dengan tinggi cincin kemudian ditutup pada bagian atas dan bawah cincin sampel. Kajian tanah diamati berdasarkan sifat kimianya antara lain: pH, KTK, C-Organik, N-total, P-total, K-total, Mn-total, dan kandungan bahan organik. Kajian fisika tanah antara lain: tekstur 3 fraksi, kadar air, tanah berat volume tanah, berat jenis tanah, dan porositas tanah.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

### Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan tabel di bawah ini dapat diketahui karakteristik sifat kimia tanah bekas tambang mangan di Desa Oelami. Rendahnya kandungan bahan organik dalam tanah mungkin juga disebabkan oleh pengolahan tanah (Tabel 1). Bahan organik yang melimpah di lapisan atas tanah akan sangat berkurang pada pengolahan tanah yang ekstrim. Kegiatan penggalian mengakibatkan lapisan tanah bawah ke lapisan atas dan mengubah lapisan atas menjadi bawah. Kondisi rendahnya bahan organik dan penurunan setelah penambangan merupakan akibat dari terangkatnya lapisan atas yang menyebabkan humus juga ikut bergerak ke bawah (Allo, 2016). Penggalian mangan di lokasi penelitian juga menyebabkan hilangnya vegetasi sehingga tidak ada kontribusi biomassa tanah dari tanaman di atas permukaan tanah. Faktanya, biomassa tanaman dapat meningkatkan kandungan C-organik dan dapat menurunkan berat jenis tanah yang disertai dengan peningkatan porositas tanah serta berpengaruh positif terhadap konstannya laju infiltrasi tanah (Celik et al., 2010; Saputra et al., 2018). Kehadiran vegetasi berkontribusi terhadap produksi serasah dan aktivitas mikroba tanah (Hamid et al., 2017; Patiung et al., 2011).

Mn dalam tanah berada pada kategori tinggi yang menyebabkan tidak tumbuhnya vegetasi pada daerah tersebut. Menurut (Lindsay, 1980), tanah biasanya mengandung 20 – 3000 ppm Mangan, dengan rata-rata 600 ppm. Tanah kekurangan Mn jika kandungan Mn di bawah 20 ppm, dan tanah akan keracunan Mn jika kandungan Mn lebih dari 3000 ppm. Mn yang tinggi dapat menurunkan pH tanah sedangkan peningkatan pH akibat pengapuran akan menurunkan Mn dalam tanah (Suda & Makino, 2016). Pengamatan lokasi dengan lahan kering yang didominasi pasir menunjukkan kisaran pH tanah 4,5 – 6,7 (Liu et al., 2016). Aktivitas penambangan akan mengakibatkan oksidasi sulfida yang juga dapat menyebabkan rendahnya pH tanah (Rodríguez et al., 2009). Selain itu, fraksi pasir yang tinggi juga dapat menyebabkan rendahnya pH tanah (Zulfahmi et al., 2012; Sun et al., 2011).

Kandungan C organik dan N total dalam tanah rendah. Hal ini berkaitan dengan rendahnya kandungan bahan organik tanah (Tabel 1). Perubahan lapisan atas menjadi lapisan bawah dan sebaliknya dapat menyebabkan rendahnya ketersediaan N. Sedangkan mineralisasi N dapat terjadi jika terjadi penguraian bahan organik di dalam tanah. Selain itu N sangat mudah terlarut ketika musim hujan. Rendahnya kadar N organik yang termineralisasi dan rendahnya tingkat mineralisasi dapat menyebabkan rendahnya N pada tanah bekas tambang (Saviour & Stalin, 2012). Pengamatan terhadap N total tanah menunjukkan kandungan N sebesar 0,02 – 0,18% (sangat rendah) pada lahan pertambangan di desa Talawan dibandingkan pada lahan yang tidak ditambang (Amalia et al., 2021). Peran mikroba tanah dalam fiksasi juga dapat menyediakan N. Namun kondisi penambangan akan

menurunkan populasi mikroba tanah. Adanya pertambangan akan menghambat pertumbuhan mikroorganisme di dalam tanah (Joniec *et al.*, 2019). Hilangnya vegetasi akibat penambangan juga akan menurunkan biomassa dan mengakibatkan berkurangnya kandungan C-Organik dalam tanah. Sumber C-Organik pada area revegetasi salah satu berasal dari serasah vegetasi yang sangat bergantung pada jenis komponen vegetasi (Agus *et al.*, 2014). kumulasi tanah akibat penambangan menurunkan C-Organik dibandingkan dengan tanah tanpa penambangan yaitu pada kisaran 0,26 -0,38 dan mereduksi N dalam tanah pada kisaran 0,01 – 0,03% (Saviour & Stalin, 2012). Kesuburan kimia tailing pasir pada bekas penambangan timah termasuk rendah dengan total N yang sangat rendah, begitu pula pada tailing kuarsa kandungan N total berada pada kisaran 0,67 (Pratiwi *et al.*, 2012).

Tabel 1. Karakteristik sifat kimia tanah lahan galian mangan di Desa Oelami

No	Parameter	Nilai	Kategori
1	pH	6,321	Agak Masam
2	KTK	33,46 me/100g	Tinggi
3	C-Organik	0,22%	Rendah
4	N-total	0,22%	Rendah
5	P-total	61,44 mg/100g	Tinggi
6	K-total	71,189 mg/100g	Tinggi
7	Mn-total	19,089 ppm	Tinggi
8	Kandungan Bahan Organik	0,81%	Rendah

Sumber: Balai Penelitian Tanah, 2009

Pengamatan di desa Oelami menunjukkan P berada pada kategori tinggi, hal ini dapat disebabkan karena adanya kegiatan peternakan dan pertanian. Kegiatan pertanian memberikan tambahan input seperti pupuk kandang dan pupuk P jenis lainnya dan tanaman yang tumbuh meninggalkan serasah seperti akar, batang, daun tanaman. Hal ini dapat meningkatkan mineralisasi P dalam tanah. Hilangnya P disebabkan oleh aktivitas penambangan yang menyebabkan dangkalnya solum tanah dan tidak ada lapisan tanah atas akibat pengerukan dan penimbunan tanah (Allo, 2016). Pupuk kandang menghasilkan asam-asam organik yang membentuk senyawa khelat dengan  $Al^{3+}$  bebas sehingga  $Al^{3+}$  tertukar semakin berkurang dan terdapat hubungan antara Al tertukar dengan P tersedia, yaitu dengan berkurangnya Al tertukar yang akan meningkatkan P tersedia tanah. Semakin banyak ion  $Al^{3+}$  yang terhidrolisis, maka semakin banyak pula ion  $H^+$  yang disumbangkan, sehingga tanah semakin asam. Menurunnya jumlah Al tertukar akibat penambahan bahan organik dalam tanah dapat meningkatkan jumlah P tersedia (Siregar *et al.*, 2017)

Pada penelitian ini K pada lahan galian tambang berada pada kategori tinggi. Tingginya nilai K berhubungan dengan tingginya nilai KTK (Peku Jawang, 2021). Semakin tinggi kation K dalam tanah maka semakin tinggi pula nilai KTKnya. Secara umum tingginya KTK tanah dipengaruhi oleh tingginya bahan organik dan tingginya kandungan liat. Faktor lain yang mempengaruhi KTK adalah muatan kation yang diperoleh dari mineral dalam tanah. Kalium dan Mn merupakan kation yang tinggi pada penelitian ini sehingga dapat mempengaruhi tingginya KTK. Banyaknya kation basa yang dapat dipertukarkan mempengaruhi nilai KTK, dimana jika kation basa tinggi maka nilai KTK pun menjadi tinggi dan sebaliknya (Simanjuntak *et al.*, 2015). Selain itu, NTT dikenal memiliki lahan kering dan iklim. Wilayah Nusa Tenggara Timur (NTT) sebagian besar merupakan lahan kering yang mempunyai sifat perbukitan dengan iklim kering. Iklim kering dipengaruhi oleh musim hujan dan periode hujannya singkat. Musim kemarau lebih panjang yaitu  $\pm$  8 bulan (April sampai November), sedangkan musim hujan hanya 4 bulan (Desember sampai Maret) (Subagio & Aqil, 2013). Karakteristik tanah pada lahan bekas galian Mn menunjukkan bahwa lahan tersebut harus direklamasi untuk memulihkan kondisi pasca kegiatan penambangan.

Hasil kajian sifat fisik tanah bekas galian mangan di Desa Oelami dapat dilihat pada Tabel 2. Tekstur tanah termasuk pada pasir berlempung. Dibandingkan dengan tanah yang tidak

ditambang, partikel pasir pada tanah yang ditambang akan bertambah banyak dan menghasilkan persentase fraksi pasir yang besar (Saviour & Stalin, 2012). Komposisi tekstur tailing didominasi oleh fraksi pasir dengan komposisi 98%, lanau 0,6%, dan liat 1,3% (Zulfahmi *et al.*, 2012).

Tabel 2. Karakteristik sifat fisika tanah lahan tambang mangan di TTU

No	Parameter	Nilai	Kategori*
1	Tekstur (Pasir, Debu, Liat)	Pasir 81,33% Debu 10,67% Liat 8,00%	Pasir berlempung
2	Kadar Air Tanah	8,611%	Sedang
3	Berat Volume Tanah	1,25 g/cm <sup>3</sup>	Sedang
4	Berat Jenis Tanah	1,47 g/cm <sup>3</sup>	Rendah
5	Porositas Tanah	14,961%	Tinggi

Sumber: Balai Penelitian Tanah, 2009

Berat jenis tanah umumnya diasumsikan sekitar 2,66 g/cm<sup>3</sup> (Hillel, 2013), humus sekitar 1,3 – 1,5 g/cm<sup>3</sup>, dan gipsum 2,3 – 2,4 g/cm<sup>3</sup> (Blake & Hartge, 1986). Berat jenis tanah di desa Oelami tergolong rendah. Berat jenis erat kaitannya dengan volume tanah yang menentukan pori-pori total dalam tanah. Aktivitas penggalian mengubah topografi lahan sangat mempengaruhi kepadatan tanah sehingga mendominasi berat jenis tanah di lokasi pengamatan tergolong sedang. Penggalian tanah juga mengurangi ruang pori, sedangkan porositas tanah merupakan indikator kualitas drainase dan aerasi. Berat jenis dan kandungan bahan organik tanah dapat mempengaruhi porositas tanah. Tanah dengan porositas tinggi cenderung mempunyai berat volume tanah yang rendah (Haryati, 2014). Namun nyatanya pada penelitian ini yang terjadi justru berbeda. Diduga tekstur tanah pada penelitian ini didominasi oleh fraksi pasir sehingga menyebabkan kepadatan tanah menjadi kategori sedang dan membuat tanah tidak mampu menyimpan air.

Desa Oelami memiliki kepadatan curah yang tinggi. Berat jenis tanah merupakan gambaran kepadatan tanah yang membandingkan antara berat kering tanah dengan volume pori-pori tanah. Kepadatan curah yang tinggi mungkin terjadi karena pengolahan tanah yang berat dengan membuat tumpukan tanah dari atas ke bawah (Saviour & Stalin, 2012). Kepadatan curah yang tinggi pada lahan bekas tambang mungkin juga disebabkan oleh aktivitas alat berat pada saat penempatan lapisan tanah atas (Schroeder *et al.*, 2010). Semakin tinggi volume tanah, semakin padat tanahnya, dan semakin padat tanahnya, semakin sulit air atau akar tanaman untuk menembusnya.

Berdasarkan kajian sifat kimia dan fisika tanah ada lahan bekas penggalian mangan oleh masyarakat di Desa Oelami perlu dilakukannya reklamasi lahan terlebih mulai digunakan sebagai lahan pertanian. Melalui kegiatan konservasi tanah, pengelolaan lahan, pengendalian erosi, dan penanaman jenis tanaman spesifik lokasi perlu dipertimbangkan untuk meningkatkan produktivitas lahan.

### Kesimpulan

Kajian sifat kimia dan fisika tanah pada lahan bekas galian mangan menunjukkan adanya beberapa parameter yang memerlukan perbaikan seperti berat volume tanah, berat jenis tanah, kandungan bahan organik yang tergolong sedang-rendah yang mempengaruhi pengamatan lainnya seperti perubahan tekstur tanah, kadar air tanah, porositas tanah, pH, N-total dan C-Organik.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Timor yang telah memberi hibah Penelitian Dosen Pemula Tahun Anggaran 2021 dengan Nomor Kontrak: 48/UN60/LPPM/2021.

### Daftar Pustaka

- Agus, N., Marlina, & Satriawan, H. 2014. Pengaruh olah tanah dan pemberian pupuk kandang terhadap sifat fisik tanah dan produksi tanaman jagung. *Jurnal Lentera*, 14(11).
- Allo, M. K. 2016. Kondisi Sifat Fisik dan Kimia Tanah pada Bekas Tambang Nikel serta Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Trengguli dan Mahoni. *Jurnal Hutan Tropis*, 4(2).
- Amalia, M. P., Kumolontang, W. J. N., & Tamod, Z. E. 2021. Identifikasi Kandungan Unsur Hara Pada Lahan Tambang Desa Talawaan. *COCOS*, 3(3), 10.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. In *Balai Penelitian Tanah* (Issue 2).
- Blake, G. R., & Hartge, K. H. 1986. Particle density. In A. Klute (Ed.), *Particle Density. Methods of Soil Analysis: Part 1—Physical and Mineralogical Methods*. American Society of Agronomy, Inc. Soil Science Society of America, Inc. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.1.2ed.c14>
- Celik, I., Gunal, H., Budak, M., & Akpinar, C. 2010. Effects of long-term organic and mineral fertilizers on bulk density and penetration resistance in semi-arid Mediterranean soil conditions. *Geoderma*, 160(2). <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2010.09.028>
- Hamid, I., Priatna, S., & Hermawan, A. 2017. Karakteristik Beberapa Sifat Fisika dan Kimia Tanah pada Lahan Bekas Tambang Timah. *Jurnal Penelitian Sains*, 19(1).
- Haryati, U. 2014. Karakteristik Fisik Tanah Kawasan Budidaya Sayuran Dataran Tinggi, Hubungannya dengan Strategi Pengelolaan Lahan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 8(2), 14. <https://doi.org/10.2018/jsdl.v8i2.6475>
- Herjuna, S. 2011. Pemanfaatan Bahan Humat dan Abu Terbang Untuk Reklamasi Lahan Bekas Tambang. In *thesis*.
- Hillel, D. 2013. Introduction to Soil Physics. In *Introduction to Soil Physics*. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-03052-9>
- Joniec, J., Oleszczuk, P., Jezierska-Tys, S., & Kwiatkowska, E. 2019. Effect of reclamation treatments on microbial activity and phytotoxicity of soil degraded by the sulphur mining industry. *Environmental Pollution*, 252. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.06.066>
- Lindsay, W. L. 1980. Chemical Equilibria in Soils. *Clays and Clay Minerals*, 28(4). <https://doi.org/10.1346/ccmn.1980.0280411>
- Liu, G., Wang, J., Zhang, E., Hou, J., & Liu, X. 2016. Heavy metal speciation and risk assessment in dry land and paddy soils near mining areas at Southern China. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(9), 8709–8720. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-6114-6>
- Munir, M., & Setyowati, R. D. N. S. 2017. Kajian Reklamasi Lahan Pasca Tambang di Jambi, Bangka, dan Kalimantan Selatan. *Klorofil*, 1(1).
- Patiung, O., Sinukaban, N., Tarigan, S. D., & Darusman, D. 2011. Pengaruh Umur Reklamasi Lahan Bekas Tambang Batubara Terhadap Fungsi Hidrologis. *Hidrolitan*, 2(2).

- Peku Jawang, U. 2021. Penilaian Status Kesuburan dan Pengelolaan Tanah Sawah Tadah Hujan di Desa Uumbu Pabal Selatan, Kecamatan Uumbu Ratu Nggay Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(3). <https://doi.org/10.18343/jipi.26.3.421>
- Pratiwi, P., Santoso, E., & Turjaman, M. 2012. Penentuan Dosis Bahan Pembenhah (Ameliorant) Untuk Perbaikan Tanah Dari Tailing Pasir Kuarsa Sebagai Media Tumbuh Tanaman Hutan. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, 9(2). <https://doi.org/10.20886/jphka.2012.9.2.163-174>
- Rodríguez, L., Ruiz, E., Alonso-Azcárate, J., & Rincón, J. 2009. Heavy metal distribution and chemical speciation in tailings and soils around a Pb-Zn mine in Spain. *Journal of Environmental Management*, 90(2). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.04.007>
- Saputra, D. D., Putrantyo, A. R., & Kusuma, Z. 2018. Hubungan Kandungan Bahan Organik Tanah dengan Berat Isi Porositas dan Laju Infiltrasi pada Perkebunan Salak di Kecamatan Purwosari, Kabupaten Pasuruan. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 5(1).
- Saviour, M. N., & Stalin, P. 2012. Soil and Sand Mining: Causes, Consequences and Management. *IOSR Journal of Pharmacy (IOSRPHR)*, 2(4), 6. <https://doi.org/10.9790/3013-242016>
- Schroeder, P. D., Daniels, W. L., & Alley, M. M. 2010. Chemical and physical properties of reconstructed mineral sand mine soils in Southeastern Virginia. *Soil Science*, 175(1), 2–9. <https://doi.org/10.1097/SS.0b013e3181c78c53>
- Seran, R., & Edi, E. 2021. Kajian Geofisika dan Geokimia Mangan di Desa Oetalus Kabupaten TTU. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 11(1), 40–50. <https://doi.org/https://doi.org/10.13057/ijap.v11i1.46447>
- Simanjuntak, C. M., Elfiati, D., & Delvian. 2015. Dampak Erupsi Gunung Sinabung Terhadap Sifat Kimia Tanah Di Kabupaten Karo. *Peronema Forestry Science Journal*, 4(4).
- Siregar, P., Fauzi, & Supriadi. 2017. Pengaruh Pemberian Beberapa Sumber Bahan Organik Dan Masa Inkubasi Terhadap Beberapa Aspek Kimia Kesuburan Tanah Ultisol. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 5(2), 9. <https://doi.org/10.32734/jaet.v5i2.15383>
- Siswanto, B., Krisnayani, B. D., Utomo, W. H., & Anderson, C. . W. N. 2012. Rehabilitation of artisanal gold mining land in West Lombok, Indonesia: Characterization of overburden and the surrounding soils. *Journal of Geology and Mining Research*.
- Subagio, H., & Aqil, M. 2013. Pemetaan Pengembangan Varietas Unggul Jagung di Lahan Kering Iklim Kering. *Seminar Nasional Serealia*.
- Suda, A., & Makino, T. 2016. Functional effects of manganese and iron oxides on the dynamics of trace elements in soils with a special focus on arsenic and cadmium: A review. *Geoderma*, 270. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.12.017>
- Sukarman, & Gani, R. A. 2017. Lahan Bekas Tambang Timah di Pulau Bangka dan Belitung, Indonesia dan Kesesuaiannya untuk Komoditas Pertanian. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 41(2).

- Sun, Y., Li, X., Ülo, M., He, Y., Jia, Y., Ma, Z., Guo, W., & Xin, Z. 2011. Effect of reclamation time and land use on soil properties in Changjiang River Estuary, China. *Chinese Geographical Science*, 21(4). <https://doi.org/10.1007/s11769-011-0482-0>
- Van Zwieten, L., Kimber, S., Downie, A., Morris, S., Petty, S., Rust, J., & Chan, K. Y. 2010. A glasshouse study on the interaction of low mineral ash biochar with nitrogen in a sandy soil. *Australian Journal of Soil Research*, 48(6–7). <https://doi.org/10.1071/SR10003>
- Xiang, Y., Dong, Y., Zhao, S., Ye, F., Wang, Y., Zhou, M., & Hou, H. 2020. Microbial Distribution and Diversity of Soil Around a Manganese Mine Area. *Water, Air, and Soil Pollution*, 231(10). <https://doi.org/10.1007/s11270-020-04878-3>
- Zulfahmi, A. R., Wan Zuhairi, W. Y., Raihan, M. T., Sahibin, A. R., Wan Mohd Razi, I., Tukimat, L., Siti Nur Syakireen, Z., & Noorulakma, A. 2012. Influence of Amang (Tin Tailing) on Geotechnical Properties of clay soil. *Sains Malaysiana*, 41(3).