



## PENGGUNAAN LUMPUR LAUT CAIR PADA TANAH GAMBUT UNTUK MENINGKATKAN SIFAT KIMIA TANAH

**Ketti Andrayani**

Program Studi Agrobisnis, Politeknik Negeri Sambas, Indonesia

Email: [Ketyandrayani@gmail.com](mailto:Ketyandrayani@gmail.com)

### **Abstract**

*The development and utilization of peat soil as a plant growing medium cannot be separated from limiting factors, one of which is the chemical properties of peat, namely low pH, very high cation exchange capacity (CEC) with very low base saturation (KB), and low macro and micro nutrients, resulting in low soil fertility and inhibited nutrients for plants. The provision of ameliorant in the form of sea mud is one alternative to improve the chemical properties of peat. The use of sea mud as a soil conditioner can improve the chemical properties of peat considering its high base content such as Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Sodium (Na) and Potassium (K) cations. The high base content in sea mud can improve nutrient availability, low pH availability, can increase base saturation and reduce the high cation exchange capacity in peat soil. Improvement of peat soil characteristics with the addition of sea mud ameliorant can affect peat soil fertility. The purpose of this study was to study and analyze the role of sea mud in improving the chemical properties of peat. This study uses descriptive analysis by testing laboratory data of liquid sea mud. The parameters used in this study are soil pH, base saturation, cation exchange capacity, Sodium, Calcium, Potassium and Magnesium. The provision of sea mud on peat soil is given at a level of 5% and 7.5% on 10 kg of peat soil. The use of sea mud at a level of 7.5% gives better results in terms of decreasing the value of cation exchange capacity, increasing pH, increasing base saturation, increasing sodium, potassium, calcium and magnesium elements. Initial analysis of initial soil pH ranges from 3.37, KB 7.74% and CEC 119.66 cmol (+) kg<sup>-1</sup>, Sodium content 0.6 cmol (+) kg<sup>-1</sup>, calcium 5.37 cmol (+) kg<sup>-1</sup>, potassium 0.37 cmol (+) kg<sup>-1</sup>, and Magnesium 2.87 cmol (+) kg<sup>-1</sup>. But after the treatment of 7.5% sea mud there was an increase in pH to 3.54, KB 17.49% and CEC 112.29 cmol (+) kg<sup>-1</sup>, Magnesium 10.72 cmol (+) kg<sup>-1</sup>, Calcium 7.20 cmol (+) kg<sup>-1</sup>, and Sodium 0.66 cmol (+) kg<sup>-1</sup>. The results of the study showed that the provision of sea mud on peat soil can improve the chemical properties of peat, especially the provision of sea mud at a level of 7.5%. This proves that the use of sea mud has great potential in improving the limiting factors found in peat soil.*

**Keywords:** Liquid Sea Mud, Peat, Soil Chemistry

### **Abstrak**

Perkembangan dan pemanfaatan tanah gambut sebagai media tumbuh tanaman, tidak terlepas dari faktor pembatas, salah satunya sifat kimia gambut yaitu pH yang rendah, kapasitas tukar kation (KTK) sangat tinggi dengan kejenuhan basa (KB) sangat rendah, dan rendahnya unsur hara makro dan mikro, sehingga menyebabkan kesuburan tanah rendah dan terhambatnya hara bagi tanaman. Pemberian Amelioran berupa lumpur laut menjadi salah satu alternatif untuk memperbaiki sifat kimia gambut tersebut. Penggunaan lumpur laut sebagai bahan pembenah tanah dapat memperbaiki sifat kimia gambut

mengingat kandungan basa –biasanya yang tinggi seperti kation Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Natrium (Na) dan Kalium (K). Tingginya kandungan basa pada lumpur laut dapat memperbaiki ketersediaan hara, ketersediaan pH yang rendah, dapat meningkatkan kejenuhan basa dan menurunkan kapasitas tukar kation yang tinggi pada tanah gambut. Perbaikan dari karakteristik tanah gambut dengan penambahan ameliorant lumpur laut tersebut, dapat mempengaruhi kesuburan pada tanah gambut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari dan menganalisis peranan lumpur laut dalam memperbaiki sifat kimia gambut. Penelitian ini menggunakan analisis deskriptif dengan menguji data laboratorium lumpur laut cair. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah pH tanah, kejenuhan basa, kapasitas tukar kation, Natrium, Kalsium, Kalium dan Magnesium. Pemberian lumpur laut pada tanah gambut yaitu diberikan dengan taraf 5 % dan 7,5 % pada 10 kg tanah gambut. Penggunaan lumpur laut dengan taraf 7,5% memberikan hasil yang lebih baik terhadap penurunan nilai kapasitas tukar kation, kenaikan pH, peningkatan kejenuhan basa, kenaikan unsur natrium, kalium, kalsium dan magnesium. Analisis awal pH tanah awal berkisar 3.37, KB 7.74 % dan KTK 119.66 cmol (+) kg<sup>-1</sup>, kandungan Natrium 0,6 cmol (+) kg<sup>-1</sup>, kalsium 5,37 cmol (+) kg<sup>-1</sup>, kalium 0,37 cmol(+) kg<sup>-1</sup>, dan Magnesium 2,87 cmol (+) kg<sup>-1</sup>. Tetapi setelah perlakuan lumpur laut 7,5% terjadi kenaikan pH menjadi 3,54, KB 17,49 % dan KTK 112,29 cmol (+) kg<sup>-1</sup>, Magnesium 10.72 cmol (+) kg<sup>-1</sup>, Kalsium 7.20 cmol (+) kg<sup>-1</sup>, dan Natrium 0.66 cmol (+) kg<sup>-1</sup>. Hasil penelitian menunjukkan jika pemberian lumpur laut pada tanah gambut dapat memperbaiki sifat kimia gambut terutama pemberian lumpur laut pada taraf 7,5%. Hal ini membuktikan jika penggunaan lumpur laut sangat berpotensi dalam memperbaiki faktor pembatas yang terdapat pada tanah gambut.

**Kata Kunci:** Lumpur Laut Cair, Gambut, Kimia Tanah

## 1. Pendahuluan

Pemanfaatan lahan marginal seperti tanah gambut dihadapkan pada beberapa kendala yang ada pada tanah gambut salah satunya kendala sifat kimia gambut yang mengakibatkan rendahnya tingkat kesuburan tanah. Alaoui, dkk (2022) dan Mikkelsen (2010) menyebutkan jika kondisi tanah yang subur akan berdampak pada ketersediaan hara dalam tanah yang dibutuhkan oleh tanaman. Rendahnya kesuburan gambut dicirikan dengan pH yang rendah, kejenuhan basa yang rendah (KB), kapasitas tukar kation yang tinggi (KTK) dan kandungan hara yang rendah baik makro maupun mikro. Hal ini di dukung oleh Rahmi & Biantary (2014), Hardjowigeno, (2007) dan Kurnain, (2005) yang menyatakan jika kondisi tanah gambut dihadapkan oleh faktor pembatas sifat kimia gambut yang berdampak pada tingkat kesuburan tanah. Adapun karakteristik kimia tanah dapat dilihat dari pH tanah, ketersediaan hara, kejenuhan basa dan kapasitas tukar kation. Karakteristik kimia gambut tersebut sangat berdampak pada kesuburan tanah.

Melihat kondisi tersebut maka diperlukan alternatif untuk mengatasi hal tersebut agar dapat memperbaiki sifat kimia tanah gambut. Salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan dari faktor pembatas sifat kimia gambut adalah dengan pemberian lumpur laut. Lumpur laut mengandung basa- basa Na, Ca, Mg dan K yang tinggi serta kejenuhan basa yang tinggi (Yenni dkk, 2021). Penggunaan lumpur laut sebagai bahan pembenah

tanah dalam bentuk padat kurang praktis dan efisien. Proses pengerjaannya lama, dimana sebelum digunakan maka terlebih dahulu lumpur laut dikeringkan, dihaluskan, dan tentunya butuh proses yang lama sebelum siap untuk diaplikasikan. Sehubungan hal tersebut maka dalam penelitian ini lumpur laut yang digunakan adalah lumpur laut dalam bentuk cair karena selain mudah dalam aplikasi, pemakaiannya juga bisa dalam waktu cepat dan lebih tersedia. Penggunaan lumpur laut ini diharapkan dapat mengatasi faktor pembatas yang ada pada tanah gambut sehingga mampu meningkatkan kesuburan tanah.

## 2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di lahan percobaan di Desa Terusan, Kecamatan Sambas, didalam rumah penelitian dengan menggunakan polybag yang berukuran 10 kg. Lama pelaksanaan penelitian ini  $\pm$  2 bulan dimulai pada tanggal 26 Juni- 2 September 2024. Dalam penelitian ini, jenis tanah yang digunakan adalah tanah gambut dengan kematangan hemik yang diambil sampai kedalaman 20 cm. Gambut yang diambil berasal dari Jl. A.Yani 2, Wonodadi 2 gang Sabar dengan titik koordinat S 00°07'37.5" dan E 109° 22'54.0". Lumpur laut yang digunakan adalah lumpur laut yang berasal dari Pantai Kijing, Kabupaten Mempawah. Lumpur laut yang diambil, di kering-anginkan dan diataskan terlebih dahulu selama 1 bulan sebelum di campurkan kedalam tanah gambut. Lumpur laut yang sudah dikering-anginkan, digunakan sebanyak 5 % dan 7,5 % dalam 10 kg tanah gambut yang di ulang sebanyak 3 kali. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari dan menganalisis peranan lumpur laut dalam memperbaiki sifat kimia gambut. Pengambilan sampel dengan cara di kompositkan dan dianalisis laboratorium. Penelitian ini menggunakan analisis deskriptif dengan menguji data laboratorium tanah gambut yang diaplikasikan dengan lumpur laut cair.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis tanah awal dan setelah perlakuan yang diinkubasi selama 4 minggu menunjukkan jika adanya perubahan sifat kimia tanah, diantaranya pH meningkat, kapasitas tukar kation (KTK) menurun serta kejenuhan basa (KB) meningkat. dan kandungan hara Natrium (Na), Kalium (K), Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg) juga meningkat. Analisis kimia tanah gambut dengan perlakuan lumpur laut dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil analisis tanah awal dan setelah dengan perlakuan lumpur laut cair

Parameter analisis	Satuan	Tanah awal	Tanah setelah inkubasi		
			Kontrol	5%	7,5%
pH		3.37	3.41	3.46	3.54
Kalsium	(cmol (+) kg <sup>-1</sup> )	5.37	5.46	6.56	10.72
Magnesium	(cmol (+) kg <sup>-1</sup> )	2.87	3.15	5.21	7.20
Kalium	(cmol (+) kg <sup>-1</sup> )	0.37	0.43	0.44	0.66
Natrium	(cmol (+) kg <sup>-1</sup> )	0.65	0.70	0.76	1.06
Kapasitas Tukar Kation (KTK)	(cmol (+) kg <sup>-1</sup> )	119.66	116.45	115.27	112.29
Kejenuhan basa (KB)	%	7.74	8.36	11.25	17.49

Hasil analisis laboratorium kimia tanah, dapat dilihat jika penggunaan lumpur laut 5 % dan 7,5 % dan tanpa penggunaan lumpur laut setelah diinkubasi, terjadi perbedaan jumlah nilai pH tanah. Tanah gambut tanpa pemberian lumpur laut pH nya berkisar 3,4, namun ketika diberi perlakuan lumpur laut 5 % dan 7,5 % maka pH meningkat menjadi

3,46 dan 3,54. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian lumpur laut dapat menyumbang perubahan angka pada pH tanah gambut. Indikator kesuburan suatu tanah dapat di lihat dari pH tanah. pH tanah adalah sebagai salah satu parameter yang berfungsi untuk melihat tingkat kemasaman dan kebasaaan tanah (Wa Ode dkk, 2023). Reaksi tanah merupakan salah satu faktor pembatas tanah yang dikendalikan oleh koloid-koloid tanah (Rahmah et al., 2014). Semakin masam pH tanah maka tanah tergolong miskin hara. pH tanah merupakan salah satu faktor penting untuk menentukan kesuburan tanah (Salam, 2020 dan Suparta 2012).

Penggunaan lumpur laut sebagai bahan pembenah tanah dalam meningkatkan kesuburan tanah salah satunya sebagai pengganti kapur pertanian dalam meningkatkan pH tanah. Kandungan hara P, K, Ca, Mg, Na yang tinggi pada lumpur laut mampu meningkatkan pH tanah dan kejenuhan basa. Dengan meningkatnya kandungan hara tersebut maka akan berdampak pada kesuburan tanah karena secara tidak langsung menambah asupan hara pada tanah gambut (Sulistyowati & Suswati, 2010). Selain ketersediaan akan pH tanah, pemberian lumpur laut juga berpengaruh pada tingkat kapasitas tukar kation tanah.

Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah gambut ini erat kaitannya dengan ketersediaan kejenuhan basa tanah. KTK tanah gambut yang tinggi disebabkan oleh tingkat kemasam tanah gambut tersebut (Radjagukguk, 2000). Nilai kapasitas tukar kation (KTK) tanah gambut sebelum pemberian lumpur laut adalah 119,66 (cmol (+) kg<sup>-1</sup>). Setelah pengaplikasian lumpur laut 5 % dan 7,5 % terjadi penurunan nilai KTK tanah. Dimana dengan pemberian lumpur laut 5% terjadi penurunan dari nilai KTK awal 119,66 (cmol (+) kg<sup>-1</sup>) menjadi 116,45 (cmol (+) kg<sup>-1</sup>). Pemberian dengan 7,5 % lumpur laut, diperoleh nilai KTK 112,29 (cmol (+) kg<sup>-1</sup>). Hal tersebut menunjukkan jika dengan pengaplikasian lumpur laut dapat menurunkan KTK tanah gambut sehingga unsur hara dapat tersedia dan diserap oleh tanaman. KTK tanah merupakan salah satu indikator dalam penentu kesuburan tanah dan ketersediaan hara tanaman (Suryani, 2014).

Didukung oleh Lusdi (2019) yang menyebutkan jika pemberian bahan pembenah tanah pada tanah gambut dapat memperbaiki ketersediaan kapasitas tukar kation tanah. Waode dkk (2023) juga menyebutkan jika kapasitas tukar kation yang tinggi dapat menghambat penyerapan hara yang mempengaruhi tingkat kesuburan tanah. KTK merupakan jumlah total kation yang dapat dipertukarkan pada permukaan koloid yang bermuatan negatif. Semakin tinggi jumlah kapasitas tukar kation tanah, maka akan terjadi pencucian kation, sehingga hara tidak dapat diikat oleh tanah dan tidak tersedia sehingga berdampak pada tingkat kesuburan tanah. Selain kapasitas tukar kation, pemberian ameliorant lumpur laut juga erat kaitannya dengan peningkatan kejenuhan basa.

Analisis laboratorium menunjukkan jika hasil dari pemberian lumpur laut pada tanah gambut dapat meningkatkan kejenuhan basa (KB). Pemberian lumpur laut dengan taraf 5 % dapat meningkatkan KB dari 7,74 (cmol (+) kg<sup>-1</sup>) menjadi 11,25 (cmol (+) kg<sup>-1</sup>) sedangkan pemberian lumpur laut dengan taraf 7,5 % dapat meningkatkan kejenuhan basa menjadi 17,49 (cmol (+) kg<sup>-1</sup>). Meningkatnya kejenuhan basa (KB), maka kation-kation basa akan mudah di pertukarkan. Tanah dengan KB tinggi dapat menyediakan kation-kation basa yang cukup banyak untuk kebutuhan asupan tanaman.

Hasil penelitian Suswati (2012), menyebutkan jika pemberian lumpur laut dengan takaran 40 ton/ha (10%) dengan berat volume tanah gambut 0,20 g/cm<sup>3</sup> dapat meningkatkan kejenuhan basa tanah dan menambah unsur hara makro dalam tanah. Selanjutnya, (Sulistiyowati & Suswati, 2010) menyatakan jika penggunaan lumpur laut dengan kandungan kation seperti (K, Na, Ca, Mg) dan tingkat kejenuhan basa tinggi dapat menurunkan kapasitas tukar kation dan peningkatan basa-basa yang diidentifikasi dengan kejenuhan basa. Pemberian lumpur laut juga dapat meningkatkan hara makro dan mikro. Salah satunya hara kalsium. Pemberian lumpur laut pada tanah gambut dapat meningkatkan asupan hara kalsium. Kandungan hara kalsium sebelum pencampuran lumpur laut bernilai 5,37 (cmol (+) kg<sup>-1</sup>) dan terjadi peningkatan setelah pemberian lumpur laut dengan taraf 5 % dan 7,5% yaitu 6,56 (cmol (+) kg<sup>-1</sup>) dan 10,72 (cmol (+) kg<sup>-1</sup>). Hasil penelitian heny (2010) dan (Sagiman, 2001) menyatakan bahwa penambahan lumpur laut pada tanah gambut dapat meningkatkan ketersediaan kation-kation Kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg) dan Natrium (Na).

Ketersediaan kation-kation tersebut, berakibat pada ketersediaan hara dan kesuburan tanah bagi pertumbuhan tanaman. Selain asupan hara Kalsium, asupan hara Magnesium juga meningkat dan sangat bermanfaat bagi kesuburan tanah. Kenaikan nilai hara magnesium yang semula 2,87 (cmol (+) kg<sup>-1</sup>), namun ketika di berikan campuran lumpur laut dengan taraf 5% dan 7,5 % menjadi 5,21 (cmol (+) kg<sup>-1</sup>) dan 7,20 (cmol (+) kg<sup>-1</sup>).

Hal ini menunjukkan jika pemberian lumpur laut sangat berpotensi dalam peningkatan hara Magnesium. Hal ini di dukung oleh penelitian heny (2010), jika penambahan lumpur laut dengan dosis 20% (80 ton ha<sup>-1</sup>) dapat meningkatkan ketersediaan unsur Magnesium, Kalium, Kalsium dan Natrium. Selanjutnya didukung oleh Ukwattage (2020) jika penggunaan ameliorant akan berdampak pada peningkatan unsur hara makro dan mikro salah satunya unsur Pospor dan Kalium.

Nilai unsur Kalium sebelum penambahan lumpur laut pada tanah gambut berjumlah 0,37 (cmol (+) kg<sup>-1</sup>). Terjadi peningkatan unsur Kalium ketika diberikan perlakuan lumpur laut cair yaitu berjumlah 0,44 (cmol (+) kg<sup>-1</sup>) dengan taraf 5 % dan 0,66 (cmol (+) kg<sup>-1</sup>) dengan taraf 7,5%. Hasil penelitian (Andrayani et al., 2024) menyebutkan jika penggunaan amelioran dapat meningkatkan kandungan hara Kalium sehingga mampu meningkatkan kesuburan tanah.

Hasil penelitian (Yenni et al., n.d 2021.), jika pemberian bahan pembenah tanah berupa lumpur salah satunya dapat meningkatkan pH tanah, kejenuhan basa dan erat kaitannya dengan kesuburan tanah. Kesuburan tanah ini juga berkaitan akan ketersediaan hara yang dibutuhkan oleh tanaman, salah satunya unsur hara Kalium (K) dan Natrium (Na). Jumlah kandungan hara Natrium pada tanah gambut awal adalah 0,65. Terjadi peningkatan jumlah kandungan hara Natrium setelah diberikan perlakuan lumpur laut taraf 5% menjadi 0,76 (cmol (+) kg<sup>-1</sup>) dan 1,06 (cmol (+) kg<sup>-1</sup>) pada taraf 7,5 % (cmol (+) kg<sup>-1</sup>). Hal ini diperjelas oleh Yenni dkk (2023) jika penambahan lumpur laut berpengaruh pada ketersediaan hara dalam tanah yang di butuhkan oleh tanaman.

Selanjutnya didukung oleh penelitian (Suswati, 2009) yang menyatakan jika penggunaan lumpur laut sebagai pengganti kapur dapat meningkatkan pH tanah dan ketersediaan hara makro dan mikro yang di butuhkan oleh tanaman dan salah satunya

adalah unsur hara Natrium (Na). Ketersediaan hara makro dan mikro sangat erat kaitannya dengan tingkat kesuburan tanah (Tioner Purba, 2021).

#### 4. Simpulan

Pemberian ameliorant lumpur laut dapat memperbaiki sifat kimia gambut yang menjadi penghambat dari faktor kesuburan tanah. Hasil penelitian menunjukkan jika pemberian lumpur laut dengan taraf 7,5% memberikan hasil yang lebih baik terhadap penurunan nilai kapasitas tukar kation, kenaikan pH, peningkatan kejenuhan basa, kenaikan unsur natrium, kalium, kalsium dan magnesium. Hasil penelitian menunjukkan jika hasil analisis awal pH tanah awal berkisar 3,37, KB 7,74 % dan KTK 119,66 cmol (+) kg<sup>-1</sup>, kandungan Natrium 0,6 cmol (+) kg<sup>-1</sup>, kalsium 5,37 cmol (+) kg<sup>-1</sup>, kalium 0,37 cmol (+) kg<sup>-1</sup>, dan Magnesium 2,87 cmol (+) kg<sup>-1</sup>. Tetapi setelah perlakuan lumpur laut 7,5% terjadi kenaikan pH menjadi 3,54, KB 17,49 % dan KTK 112,29 cmol (+) kg<sup>-1</sup>, Magnesium 10,72 cmol (+) kg<sup>-1</sup>, Kalsium 7,20 cmol (+) kg<sup>-1</sup>, dan Natrium 0,66 cmol (+) kg<sup>-1</sup>. Hal ini membuktikan jika pemberian lumpur laut pada tanah gambut dapat memperbaiki sifat kimia gambut. Namun pemberian lumpur laut pada lahan terbuka memiliki kelemahan dalam penggunaannya. Mengingat jumlah lumpur laut yang diperlukan dalam jumlah yang banyak. Oleh itu lebih efektif jika penggunaan lumpur laut diaplikasikan dalam polybag.

#### 5. Referensi

- Alaoui, I., O. El Ghadraoui, S. Serbouti, H. Ahmed, I. Mansouri, et al. 2022. The Mechanisms of Absorption and Nutrients Transport in Plants: A Review. *Trop. J. Nat. Prod. Res.* 6(1): 8–14. doi: 10.26538/tjnpr/v6i1.2.
- Andrayani, K., Sangkala, S., & Susilawati, S. (2024). Application of Manure on Alluvial Soil to The Changes of Soil Chemical Properties. *Bionature*, 25(1), 37–43.
- Anna Kusumawati. 2021. Kesuburan Tanah dan Pemupukan. Yogyakarta. Poltek LPP Press
- Balai Penelitian Tanah, 2009. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian. Badan Penelitian Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Batu, H.M.R.P., Talakua, S.M., Siregar, A., dan Osok, R. (2019). Status kesuburan tanah berdasarkan aspek kimia dan fisik tanah di DAS Wai Ela, Negeri Lima, Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku, *Jurnal Budidaya Pertanian*, 15(1), 1–12.
- Hardjowigeno, S. (2007). *Evaluasi kesesuaian lahan dan perancangan tataguna lahan*.
- Kurnain, A. (2005). *Dampak Kegiatan Pertanian dan Kebakaran Atas Watak Gambut Ombrogen Disertasi*
- Kusmawati. 2021. kesuburan tanah dan pemupukan. Yogyakarta. Poltek LPP Press.
- Lusdi Ramlan. 2019. Perubahan Beberapa Sifat Fisik Dan Kimia Tanah Atas Perlakuan Bahan Organik Dengan Berbagai Waktu Inkubasi Pada Tanah Podsolik Merah Kuning. *Jurnal Prospek Agroteknologi*, Volume 8, No.2
- Mikkelsen, R. 2010. Soil and Fertilizer Magnesium. *Better Crop*. 94: 26–28
- Radjaguguk, B. (2000). Perubahan sifat-sifat fisik dan kimia tanah gambut akibat reklamasi lahan gambut untuk pertanian. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*.
- Rahmi, A., & Biantary, M. P. (2014). Karakteristik sifat kimia tanah dan status kesuburan tanah lahan pekarangan dan lahan usaha tani beberapa kampung di Kabupaten Kutai Barat. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 39(1), 30–36.
- Rahmah, S., Yusran, Y. and Umar, H. (2014). Sifat kimia tanah pada berbagai tipe penggunaan lahan di Desa Bobo Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi. *Jurnal Warta Rimba*, 2(1).
- Sagiman, S. (2001). *Peningkatan produksi kedelai di tanah gambut melalui inokulasi Bradyrhizobium japonicum asal gambut dan pemanfaatan bahan amelioran (lumpur dan kapur)*. IPB (Bogor Agricultural University).
- Salam, A. K. (2020). *Ilmu Tanah*, Akademika Pressindo. Jakarta.

- Sulistiyowati, H., & Suswati, D. (2010). Pengaruh Lumpur Laut Terhadap Ketersediaan Kation-kation Basa pada Tanah Gambut untuk Budidaya Tanaman Melon (*Cucumis melo* L). *Jurnal Penelitian Universitas Tanjungpura*, 18(2).
- Supartha, I., G. Wijaya, and G.M. Adnyana. 2012. Aplikasi Jenis Pupuk Organik Pada Tanaman Padi Sistem Pertanian Organik. *E-Jurnal Agroekoteknologi Trop. (Journal Trop. Agroecotechnology)* 1(2): 98–106
- Suryani, I. (2014). Kapasitas Tukar Kation (KTK) Berbagai Kedalaman Tanah Pada Areal Konversi Lahan Hutan: Cation Exchange Capacity (Cec) Soil Depth In Various Areas Of Forest Land Conversion. *Jurnal Agrisistem*, 10(2), 99–106.
- Suswati, D. (2009). Pengaruh lumpur laut terhadap beberapa sifat kimia tanah gambut. *Jurnal Agripura*, 1(5), 643–653.
- Suswati, D. 2012. Pemanfaatan Beberapa Amelioran untuk Meningkatkan Kelas Kesesuaian Lahan dalam Pengembangan Jagung di Rasau Jaya III Pontianak. Disertasi. Faperta UGM: Yogyakarta.
- Suswati, D, Bambang hendro, Dja'far Shiddieq dan Didik Indradewa. 2013. Formulasi Amelioran Lumpur Laut Dan Limbah Ikan Asin Untuk Peningkatan Produktivitas Tiga Satuan Peta Tanah Di Lahan Gambut. *Jurnal Pedon Tropika Edisi 1 Vol 2* (44-56).
- Tioner Purba, Hardian Ningsih, Purwaningsih, Abdus Salam J, Bambang Gunawan, Junairiah, Refa Firgiyanto, dan Arsi. 2021. Tanah dan nutrisi tanaman. Medan : Yayasan Kita Menulis
- Ukwattage, N.L., Y. Li, Y. Gan, T. Li, and R.P. Gamage. 2020. Effect of Biochar and Coal Fly Ash Soil Amendments on the Leaching Loss of Phosphorus in Subtropical Sandy Ultisols. *Water, Air, Soil Pollut.* 231(2). doi: 10.1007/s11270-020-4393-5
- Wa Ode A. W., Mega Ayu Y. , Parjono dan Maya Sari R. 2023. Study On Soil Chemical Properties Rice Field In Several Locations In The Semangga District. *Jurnal Agriment* 8(1):60-64
- Yenni, Y., Sagiman, S., & Susana, R. 2021. Pengaruh Lumpur Laut pada Tanah Gambut untuk Media Tanam Kedelai terhadap Sifat Kimia Tanah dan Emisi CO<sub>2</sub>. *Perkebunan Dan Lahan Tropika*, 13(1), 1–10.