

Pengaruh Residu Amelioran dan Lapisan Semipermeabel terhadap Beberapa Sifat Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Jagung di Lahan Pasca Penambangan Emas Tanpa Izin

(Effect of Ameliorant Residues and Semipermeable Layers on Some Soil Properties and Growth of Corn Plants in Post Mine Gold Illegal Land)

Sulakhudin^{1,*}, Hadidjah Latuponu²

¹Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura. Jl. Prof. Dr. Hadari Nawawi, Pontianak, Kalimantan Barat, 78121

²Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Darussalam Ambon. Jl. Waehakila Puncak Wara Ambon, 97128

*Email: sulakhudin@faperta.untan.ac.id

Abstract

Cultivation of food crops in Post Mine Gold Illegal (PMGI) land requires the right technology because the soil in the area has been damaged and has low fertility. The application of site-specific amelioration technology is expected to optimize soils in PMGI land to support the growth of food crops. The site-specific amelioration technology that has been applied in the first year is the application of ameliorant (soil improvement) and a semipermeable layer at a soil depth of 20 cm and a thickness of 3 cm. The ameliorant given consisted of 3 types, namely 1) coastal sediment at a dose of 40 tons / ha, 2) biochar from banana peels 4 tons / ha, and coastal sediment 30 tons ha⁻¹ + biochar 4 tons ha⁻¹, as a control, namely without ameliorant. The results showed that the residue of the application of coastal sediment and biochar from banana peels had not been able to increase the availability of nutrients and some soil chemical properties. The effect of residue addition of coastal sediment at a dose of 30 tons ha⁻¹ and biochar at a dose of 4 ha⁻¹ significantly affected pH H₂O, pH KCl, available P and Ca exchangeable. The effect of residues of 30 tons ha⁻¹ of coastal sediment and 4 ha⁻¹ of biochar on corn plant height was significant after the fourth observation period. The effect of the residue of coastal sediment and/or biochar had no significant effect on stem diameter.

Keywords: *ameliorant, biochar, coastal sediment, corn, Post Mine Gold Illegal*

Abstrak

Budidaya tanaman pangan di lahan pasca PETI membutuhkan teknologi yang tepat oleh karena tanah di kawasan tersebut telah mengalami kerusakan dan kesuburannya rendah. Penerapan teknologi ameliorasi spesifik lokasi diharapkan dapat mengoptimalkan tanah-tanah di kawasan pasca PETI untuk mendukung pertumbuhan tanaman pangan. Teknologi ameliorasi spesifik lokasi yang telah diterapkan pada tahun pertama adalah pemberian amelioran (pembenah tanah) dan pembuatan lapisan semipermeabel pada kedalaman tanah 20 cm setebal 3 cm. Amelioran yang diberikan terdiri dari 3 jenis, yaitu 1) lumpur laut dosis 40 ton / ha, 2) biochar dari kulit pisang 4 ton / ha, dan lumpur laut 30 ton / ha + biochar 4 ton / ha, sebagai kontrol yaitu tanpa pemberian amelioran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa residu pemberian amelioran lumpur laut maupun biochar dari kulit pisang belum dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara dan beberapa sifat kimia tanah. Pengaruh residu pemberian lumpur laut dosis 30 ton ha⁻¹ dan biochar dosis 4 ha⁻¹ berpengaruh secara nyata terhadap pH H₂O, pH KCl, P-tersedia dan Ca tertukar. Pengaruh residu pemberian lumpur laut dosis 30 ton ha⁻¹ dan biochar dosis 4 ha⁻¹ terhadap tinggi tanaman jagung nyata setelah periode pengamatan ke empat. Pengaruh residu pemberian lumpur laut dan atau biochar tidak berpengaruh nyata terhadap diameter batang.

Kata kunci: amelioran, biochar, lumpur laut, jagung, pasca PETI

I. Pendahuluan

Penambangan emas tanpa Izin (PETI) telah berlangsung sejak abad ke-17 masehi. Penambangan dilakukan secara tradisional di tepi sungai dan berpindah-pindah. Dekade terakhir ini, penambangan beralih ke daratan karena cadangan emas yang berada di Sungai Kapuas telah berkurang. Penambangan yang sudah beroperasi bertahun-tahun, mengakibatkan pencemaran lingkungan dan kerusakan lahan. Luas lahan pasca PETI mencapai 6.613 ha yang tersebar di 267 lokasi pada sebelas Kabupaten di propinsi Kalimantan Barat (Dinas Pertambangan dan Energi, 2012). Lahan pasca PETI telah mengalami kerusakan fisik, kimia dan biologi dan mengandung Hg (Neneng dkk., 2012). Hasil penelitian Ferianto dkk., (2013) menunjukkan bahwa kadar Hg pada lahan pasca PETI di Kalimantan Barat termasuk rendah, bahkan lahan pasca PETI umur 10-15 tahun setelah kegiatan penambangan rata-rata sebesar 0,037 ppm. Bila dibandingkan standar baku mutu kelimpahan merkuri pada tanah sebesar 10 ppm (Stwertka, 1998), maka tanah pasca PETI dapat dimanfaatkan untuk budidaya tanaman pangan.

Satu di antara tanaman pangan yang mempunyai nilai ekonomi tinggi adalah Jagung. Tanaman jagung merupakan satu di antara komoditas pangan utama yang menjadi fokus dalam Program Ketahanan Pangan. Proyeksi dalam RPJMN 2015-2019 untuk kebutuhan jagung tahun 2015 mencapai 17,66 juta ton. Satu di antara upaya untuk mendukung program pemerintah dalam meningkatkan produksi jagung adalah dengan memanfaatkan lahan-lahan sub optimal, khususnya lahan pasca PETI. Pengembangan budidaya tanaman pangan di lahan pasca PETI membutuhkan teknologi yang tepat oleh karena tanah di kawasan tersebut telah mengalami kerusakan dan kesuburannya rendah. Penerapan teknologi ameliorasi spesifik lokasi diharapkan dapat mengoptimalkan tanah-tanah di kawasan pasca PETI untuk mendukung pertumbuhan tanaman pangan. Teknologi ini menggunakan sumberdaya lokal berupa lumpur laut dan biochar dari kulit pisang, sehingga biaya produksinya menjadi lebih rendah.

Lumpur laut merupakan hasil endapan laut yang tersebar luas di pesisir pantai Kalimantan Barat (Suswati *et al.*, 2014). Hasil penelitian Suswati (2009) menunjukkan bahwa lumpur laut sebagai amelioran mampu menggantikan peran kapur dalam meningkatkan pH dan kejenuhan basa (KB). Hasil penelitian Suswati *et al.*, (2015) menunjukkan bahwa penambahan lumpur laut pada tanah pasca tambang emas, selain dapat menurunkan kemasaman tanah juga dapat, meningkatkan KTK, KB dan ketersediaan kation-kation (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} dan Na^+). Selain menggunakan lumpur laut, untuk memperbaiki kesuburan tanah di kawasan pasca PETI dengan pemberian biochar. Biochar dapat memperbaiki sifat kimia, fisika, dan biologi tanah dan mengandung gugus fungsional dan amorf serta tahan lama di dalam tanah (Sohi *et al.*, 2009). Biochar umumnya mempunyai pH tinggi, KPK, C-organik dan luas permukaan tinggi (Lehmann, 2007). Daya serap air dari biochar tinggi dan tahan terhadap dekomposisi mikrobial. Sifat-sifat tersebut menyebabkan biochar memiliki daya retensi hara tinggi sehingga mengurangi pelindian hara (Laird *et al.*, 2010). Menurut Novak *et al.*, (2010), biochar selain retensi air tinggi, mengandung unsur hara N, P, K, yang dapat diserap oleh tanaman (Chan and Xu, 2009). Hasil penelitian Verdiana dkk. (2016) aplikasi biochar sebanyak 4 ton/ha mampu meningkatkan hasil jagung sebesar 12,67% dibandingkan tanpa biochar.

Penelitian tahun sebelumnya menunjukkan pemberian amelioran dari campuran lumpur laut dan biochar kulit pisang mampu memperbaiki beberapa sifat tanah dan pertumbuhan tanaman sorgum di lahan pasca PETI terlantar. Pemberian lumpur laut 30 ton/ha + biochar 4 ton/ha mampu meningkatkan pH, daya hantar listrik, kejenuhan basa dan unsur hara kalium di dalam tanah pasca PETI. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa kombinasi antara lumpur laut 30 ton/ha + biochar 4 ton/ha secara signifikan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman sorgum. Penelitian ini

bertujuan untuk mengetahui pengaruh residu pemberian lumpur laut dan biochar terhadap beberapa sifat tanah dan pertumbuhan tanaman jagung di lahan PETI Desa Monterado, Kecamatan Monterado, Kabupaten Bengkayang, Propinsi Kalimantan Barat. Selain itu diharapkan juga dapat memperbaiki kualitas lahan dan kesuburan tanah di kawasan pasca PETI, sehingga dapat berperan dalam mendukung program ketahanan pangan berkelanjutan secara nasional.

II. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada petak-petak percobaan yang telah dibuat pada tahun pertama. Lokasi penelitian di lahan pasca PETI yang telah berumur lebih dari 5 tahun setelah penambangan. Percobaan pengujian merupakan percobaan faktorial yang disusun dalam rancangan acak kelompok (RAK) dengan 2 perlakuan.

- a. Perlakuan pertama adalah ameliorasi tanah lapisan atas (M) terdiri dari 3 taraf, yaitu: 1). Tanpa ameliorasi (M0); 2). Lumpur laut dosis 40 ton/ha (M1); 3). Biochar 4 ton/ha (M2); 4). Lumpur laut 30 ton/ha + Biochar 4 ton/ha (3).
- b. Perlakuan kedua adalah komposisi dan ketebalan lapisan semipermeabel (S) terdiri dari 2 taraf yaitu: 1). Tanpa lapisan semipermeabel (S0); 2). Lapisan semipermeabel sedalam 20 cm dari permukaan tanah, tebal lapisan semiperbeabel 3 cm (S1); Percobaan diulang 5 kali sehingga ada 40 unit percobaan.

Persiapan lahan meliputi pembersihan lahan dan petak-petak percobaan (petak percobaan berukuran 1,5 meter x 3 meter). Pembenanam benih dengan cara tugal sedalam 7 cm sebanyak 3 benih/lubang dengan jarak tanam 60 cm x 40 cm dan dijarangkan setelah berumur 28 hari. Pupuk yang diberikan sebagai pupuk basal (dasar) adalah pupuk organik 5 ton/ha Urea 200 kg/ha, SP-36 100 kg/ha dan KCl 50 kg/ha.

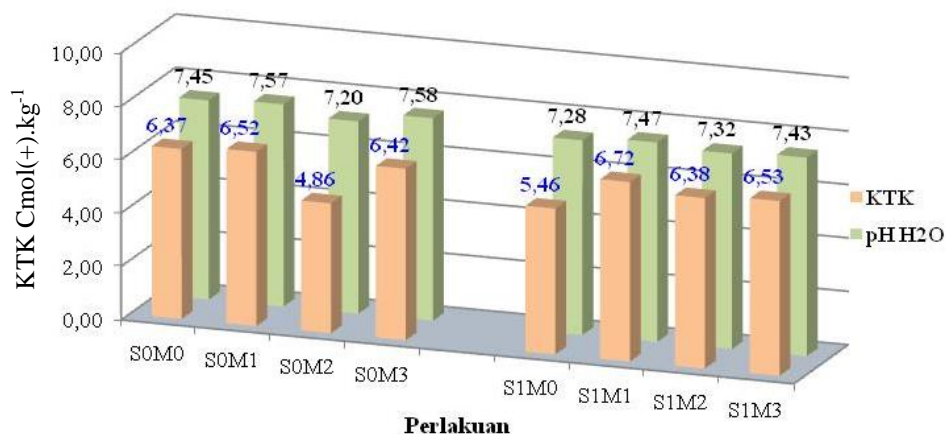
Penyiraman dilakukan dilakukan sesuai dengan kondisi di lapangan. Bila terdapat tanaman jagung yang mati pada umur satu minggu setelah tanam dilakukan penyulaman. Analisis tanah dilakukan sebelum penanaman untuk mengetahui sifat-sifat tanah akibat residu pemberian lumpur laut dan biochar. Beberapa sifat tanah yang dianalisis yaitu pH (H₂O), Daya hantar listrik (DHL), kapasitas pertukaran kation (KPK), kejenuhan basa (KB), kandungan hara N, P, K, Ca, Mg dan Na di dalam tanah. Variabel pertumbuhan tanaman yang diamati adalah: tinggi tanaman, diameter batang, pengukuran dilakukan setiap dua minggu sampai akhir pertumbuhan vegetatif. Data hasil penelitian dilakukan analisis ragam menggunakan uji F pada taraf kepercayaan 5 %. Jika uji F menunjukkan pengaruh nyata atau sangat nyata maka untuk mengetahui adanya perbedaan nyata antar perlakuan dilakukan beda nilai tengah DMRT pada taraf kepercayaan 5%.

III. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengaruh Residu Pemberian Lumpur Laut dan Biochar terhadap Beberapa Sifat Tanah PETI

Hasil penelitian merupakan penelitian tahun kedua dari dua tahun penelitian yang telah dilaksanakan untuk mengamati respon tanaman jagung terhadap residu dari perlakuan yang diberikan pada tahun pertama. Perlakuan yang diberikan terdiri dari dua faktor yaitu pemberian amelioran dan pembuatan lapisan semipermeabel. Amelioran yang telah diberikan pada tahun pertama berupa lumpur laut dan biochar dari kulit pisang. Pengaruh residu amelioran dan lapisan semipermeabel terhadap beberapa sifat tanah PETI dapat dilihat pada Gambar 1, 2 dan 3. Pengaruh

residu pemberian amelioran dan lapisan semipermeabel terhadap nilai KTK dan pH tanah PETI dapat dilihat pada Gambar 1.



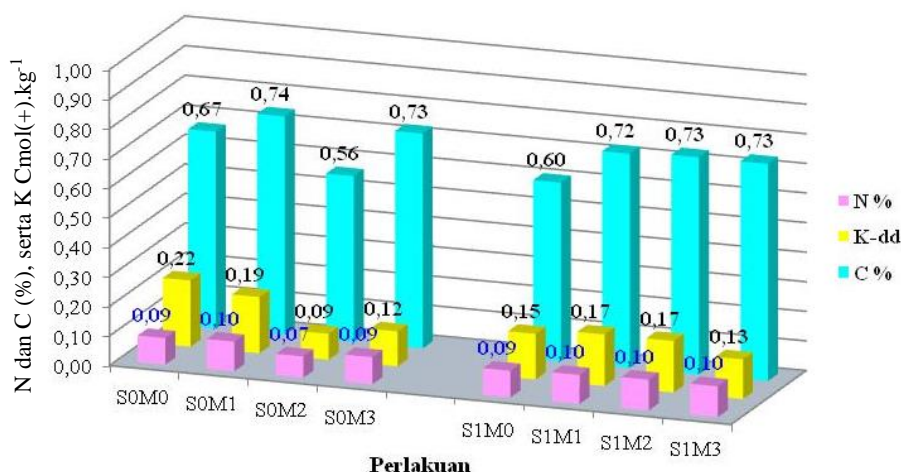
Gambar 1. Pengaruh perlakuan terhadap KTK dan pH tanah PETI

Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah tertinggi pada pemberian lumpur laut 40 ton ha⁻¹ pada pembuatan lapisan semipermeabel maupun tanpa lapisan semipermeabel masing-masing sebesar 6,72 dan 6,52 Cmol(+) ha⁻¹. Nilai KTK yang lebih tinggi pada pemberian lumpur laut 40 ton ha⁻¹ diduga oleh karena adanya penambahan muatan negatif yang berasal dari fraksi klei (liat) yang terkandung dalam lumpur laut. Hasil analisis lumpur laut yang digunakan dalam penelitian ini mengandung fraksi klei sebesar 49,54%. Hasil ini sesuai dengan penelitian Sulakhudin dan Suswati (2020) yang menunjukkan lumpur laut dari beberapa pantai di Kalimantan Barat mengandung partikel klei antara 37,95 - 56,47%. Pengaruh residu amelioran terhadap pH tanah PETI seperti terlihat pada Gambar 1 menunjukkan perbedaan yang tidak besar, hal ini diduga pengaruh peningkatan pH akibat pemberian amelioran belum mampu mempertahankan pH tanah PETI karena curah hujan di lokasi penelitian termasuk tinggi yaitu 3284 mm/tahun (BPS Bengkayang, 2022). Curah hujan yang tinggi menyebabkan beberapa unsur yang bersifat basa seperti Ca, Mg, K dan Na tercuci sehingga akan menyebabkan pH tanah menjadi menurun.

Pengaruh residu pemberian lumpur laut dan atau biochar sesuai dengan perlakuan terlihat tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap kadar N total, K dapat ditukar dan kandungan C organik tanah pasca PETI (Gambar 2). Hal ini disebabkan oleh karena kondisi tanah pasca PETI yang bersifat porous karena kandungan fraksi pasir yang sangat tinggi, yaitu mencapai 95%. Kondisi ini akan menyebabkan sebagian besar unsur hara mengalami pencucian sehingga masuk lapisan tanah lebih dalam sehingga di lapisan tanah atas menjadi lebih rendah. Lebih lanjut Laird et al., (2010) menyatakan bahwa biochar dapat mengurangi pencucian unsur hara di dalam tanah.

Hasil analisis statistik terhadap beberapa parameter sifat kimia tanah ditunjukkan pada Tabel 1. Beberapa sifat kimia akibat pengaruh residu berbagai perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata adalah pH H₂O, pH KCl, P dan Ca. Nilai pH paling tinggi diperoleh dari perlakuan lumpur laut dosis 40 ton ha⁻¹ yaitu sebesar 7,52. Reaksi tanah akibat perlakuan M1 berbeda nyata dengan perlakuan M2 dan M0 (kontrol). Pengaruh residu pemberian lumpur laut dosis 40 ton ha⁻¹ yang berbeda nyata dengan kontrol (tanpa pemberian amelioran) dan pemberian biochar kulit pisang 4 ton ha⁻¹ oleh karena lumpur laut mempunyai pH tanah yang tinggi 8,00. Sulakhudin et

al., 2017 melaporkan bahwa pemberian lumpur laut dapat meningkatkan pH tanah PETI secara nyata sebesar 15,48%. Perlakuan M1 berbeda nyata dengan M2 (pemberian biochar 4 ton ha⁻¹) disebabkan oleh karena dosis pemberian biochar lebih sedikit dibandingkan dengan dosis pemberian lumpur laut yang mencapai 40 ton ha⁻¹, meskipun biochar mempunyai pH yang lebih tinggi sebesar 9,7.



Gambar 2. Pengaruh perlakuan terhadap N-total, K-dd dan C-organik tanah

Tabel 1 juga menunjukkan bahwa pemberian amelioran berpengaruh terhadap P-tersedia tanah. P-tersedia terlihat meningkat dengan pemberian biochar, hal ini terlihat pada perlakuan M2 dan M3. Peningkatan P-tersedia tanah pada kedua perlakuan memang tidak berbeda nyata dengan kontrol, namun berbeda nyata dengan perlakuan M1. Residu pemberian lumpur laut 40 ton ha⁻¹ terlihat menurunkan ketersediaan fosfor di dalam tanah. Penurunan P-tersedia ini disebabkan lumpur laut mengandung kalsium yang cukup tinggi, yaitu sebesar 9,76 cmol(+).kg⁻¹. Kalsium (Ca) merupakan satu diantara kation yang mampu mengikat fosfor membentuk senyawa yang tidak larut. Audette *et al.* (2020) menunjukkan bahwa Ca dapat mengikat P menjadi Ca fosfat amorf (CaP) menjadi mineral CaP yang stabil, seperti hidroksiapatit.

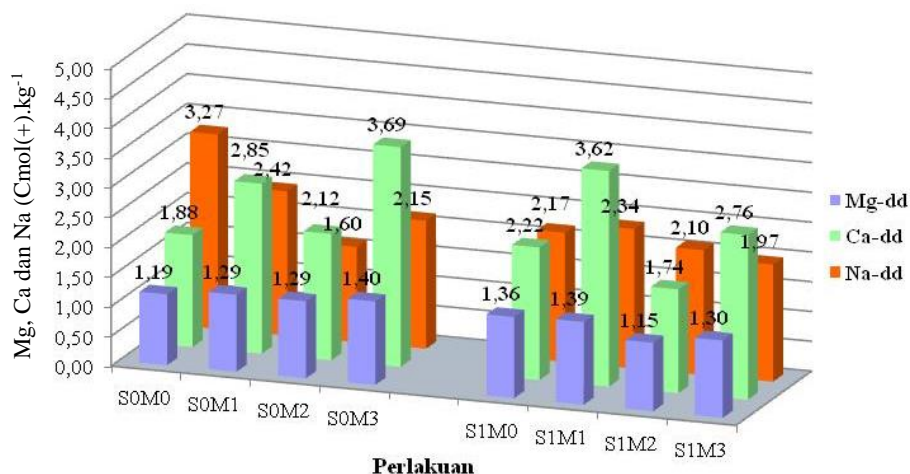
Tabel 1. Hasil analisis statistik beberapa sifat kimia tanah akibat residu pemberian amelioran.

Perlakuan	pH H ₂ O		pH KCl		P		Ca	
M0	7,37	bc	6,97	b	16,34	ab	2,05	b
M1	7,52	a	7,13	a	14,09	b	3,24	a
M2	7,26	c	6,83	c	17,38	a	1,93	b
M3	7,51	ab	7,11	ab	17,93	a	3,23	a

Pengaruh residu amelioran terhadap kandungan kalsium tanah dapat dilihat pada Tabel 1. Residu pemberian lumpur laut dengan dosis 40 ton ha⁻¹ (M1) dan pemberian lumpur laut dengan dosis 30 ton ha⁻¹ dan biochar kulit pisang dosis 4 ton ha⁻¹ (M3) berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (M0) dan residu pemberian biochar kulit pisang dosis 4 ton ha⁻¹ (M2). Hal ini membuktikan bahwa kalsium yang ada di dalam tanah sebagian besar berasal dari lumpur laut. Hasil penelitian

Sulakhudin dan Suswati (2020) menunjukkan lumpur laut mengandung Ca sebesar 65,10 Cmmol(+)/kg yang tergolong sangat tinggi.

Gambar 3 menunjukkan pengaruh residu dari pemberian bahan amelioran pada kandungan unsur hara K, Ca dan Mg. Unsur hara Ca terlihat paling tinggi pada pemberian lumpur laut dengan dosis 40 ton ha⁻¹ dan biochar 4 ton ha⁻¹ pada perlakuan tanpa lapisan semipermeabel, sedangkan pada perlakuan dengan lapisan semipermeabel pada pemberian lumpur laut 40 ton ha⁻¹. Hal ini disebabkan oleh karena lumpur laut mengandung unsur hara Ca yang tinggi yaitu sebesar 9,76 cmol(+) ha⁻¹, sehingga kedua perlakuan tersebut yang mengandung lumpur laut kadar Ca lebih tinggi dari perlakuan lainnya. Pengaruh residu perlakuan terhadap kandungan unsur hara Na dan Mg belum begitu terlihat karena pada semua perlakuan kisaran nilai kandungan unsur hara Na dan Mg tidak begitu berbeda jauh.



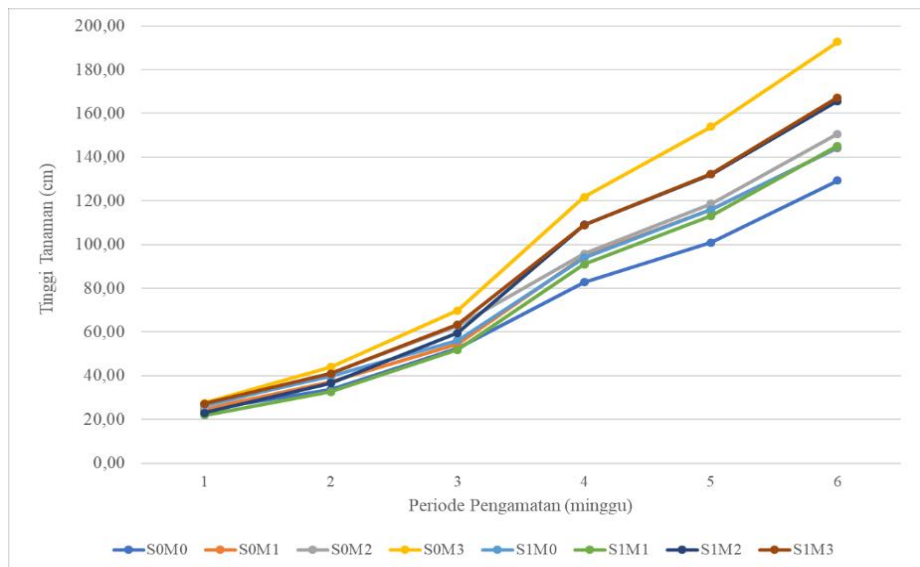
Gambar 3. Pengaruh perlakuan terhadap Mg-dd, Ca-dd dan Na-dd tanah

3.2. Pengaruh Residu Pemberian Lumpur Laut dan Biochar terhadap Beberapa Pertumbuhan Tanaman Jagung di Tanah PETI

Tinggi tanaman jagung akibat residu pemberian amelioran dapat dilihat pada Gambar 4.6. Parameter tinggi tanaman diukur ketika tanaman jagung sudah berumur 2 minggu. Tinggi tanaman dari pengamatan pertama sampai ketiga nampak belum ada perbedaan yang mencolok. Sejak periode pengamatan ke 3 nampak bahwa residu pemberian lumpur laut dengan dosis 40 ton ha⁻¹ dan biochar 4 ton ha⁻¹ pada perlakuan tanpa lapisan semipermeabel (SOM3). Sedangkan tinggi tanaman paling rendah sampai pengamatan keenam adalah kontrol.

Pengaruh residu pemberian lumpur laut dan biochar atau masing-masingnya yang mampu meningkatkan tinggi tanaman disebabkan oleh karena residu pemberian amelioran tersebut dapat meningkatkan beberapa sifat kimia tanah yang bertanggungjawab pada pertumbuhan tanaman jagung, seperti pH, kandungan P-tersedia dan Kalsium tanah. Hasil analisis statistik pengaruh residu pemberian amelioran terhadap tinggi tanaman jagung pada periode pengamatan ke empat sampai ke enam tercantum dalam Tabel 2. Pengaruh residu perlakuan M3 (pemberian lumpur laut dosis 40 ton ha⁻¹ dan biochar dosis 4 ton ha⁻¹ nampak paling tinggi diantara perlakuan lainnya, bahkan berbeda nyata dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa campuran antara lumpur laut dan biochar kulit pisang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung daripada pemberian

amelioran secara sendiri-sendiri. Residu pemberian lumpur laut dengan dosis 40 ton ha⁻¹ pada periode pengamatan ke-4 sampai ke-6 tinggi tanaman jagung berturut-turut setinggi 92,7, 114,6 dan 158,2 cm lebih rendah daripada residu perlakuan M3 yang mencapai tinggi tanaman jagung berturut-turut 115,3, 143,2 dan 179,9 cm. Hasil ini selaras dengan hasil penelitian di tahun pertama dengan tanaman sorghum yang menunjukkan pemberian amelioran berupa lumpur laut dosis 40 ton ha⁻¹ dan biochar dosis 4 ton ha⁻¹ menghasilkan tinggi tanaman yang paling tinggi (Sulakhudin *et al.*, 2017).

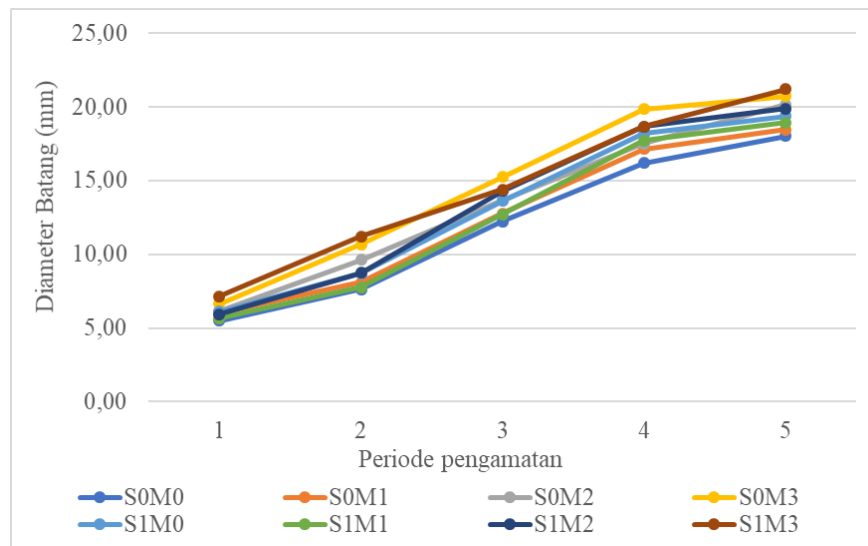


Gambar 4. Pengaruh residu pemberian macam amelioran terhadap tinggi tanaman jagung

Tabel 2. Pengaruh residu pemberian amelioran terhadap tinggi tanaman jagung

Residu Perlakuan	Tinggi tanaman jagung (cm)		
	periode ke-4	periode ke-5	periode ke-6
M0	88,43 b	108,50 b	136,83 b
M1	92,70 b	114,60 b	158,16 b
M2	102,50 ab	125,40 ab	144,70 b
M3	115,33 a	143,17 ab	179,97 a

Pengaruh residu pemberian lumpur laut, biocar dan kombinasinya, serta lapisan semipermeabel dapat dilihat pada Gambar 5. Data diameter batang tanaman jagung terlihat tidak ada perbedaan yang nyata antar perlakuan pemberian amelioran maupun pembuatan lapisan semipermeabel pada semua periode pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa diameter batang lebih dipengaruhi oleh faktor genetik tanaman daripada faktor lingkungan. Gambar 5. juga memperlihatkan bahwa pertambahan diameter batang tanaman jagung dalam penelitian ini kurang lebih sebanyak 5 mm setiap minggunya, serta pertambahan diameter batang mulai melambat sejak pada periode pengamatan ke empat.



Gambar 5. Pengaruh residu amelioran terhadap diameter batang tanaman jagung

IV. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari pengaruh residu amelioran dan lapisan semipermeabel terhadap beberapa sifat tanah dan pertumbuhan tanaman jagung di tanah PETI adalah:

1. Residu amelioran berupa lumpur laut dan biochar dari kulit pisang secara nyata dapat meningkatkan pH tanah, kadar P-tersedia dan Ca-tertukar di tanah PETI Kecamatan Monterado, Kabupaten Bengkayang, Propinsi Kalimantan Barat.
2. Tinggi tanaman jagung paling tinggi didapatkan akibat pengaruh residu pemberian lumpur laut dosis 40 ton ha⁻¹ dan biochar dosis 4 ton ha⁻¹ di tanah PETI.

4.2. Saran

Penelitian lanjutan yang dapat disarankan adalah untuk mencoba biochar dari bahan organik atau limbah organik yang belum banyak dimanfaatkan pada masing-masing daerah sehingga dapat menurunkan biaya produksinya. Selain itu perlu dicari alternatif pengganti lumpur laut dengan jenis lumpur lainnya seperti lumpur dari sungai, kolam atau danau.

Daftar Pustaka

- Audette, Y.D. S. Smith, Ch.T. Parsons, W., F. Rezanezhad, and P.V. Cappellen. 2020. Phosphorus Binding to Soil Organic Matter via Ternary Complexes with Calcium. *Chemosphere* 260 (December): 127624. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127624>.
- Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Kalimantan Barat, 2012. Rekapitulasi Kegiatan PETI Provinsi Kalimantan Barat. Laporan Akhir.
- BPS Bengkayang. 2022. Bengkayang dalam Angka 2022. Badan Statistik Kabupaten Bengkayang, Propinsi Kalimantan Barat.

- Ferianto, Burhanuddin, T. Widiastuti. 2013. Kadar dan Sebaran Pencemaran Merkuri (Hg) Akibat Penambangan Emas Rakyat di Lokasi Hutan Kerangas Kecamatan Mandor Kabupaten Landak. *Jurnal Hutan Lestari*, vol.1 no. 2: h 183 – 189.
- Chan K.Y. and Z. Xu, 2009. Biochar: nutrient properties and their enhancement hal : 67-81 In Lehmann J. and S. Joseph, 2009. *Biochar for Environmental Management*. USA. p 416.
- Laird, D., P. Flaming, D. D. Davis, R. Horton, B. Wang, and D. L. Karlen, 2010. Biochar Impact on Nutrient Leaching from a Midwestern Agricultural Soil. *Geoderma*. 158 (2010): 436–442.
- Lehmann, J. 2007. *Bio-energy in The Black*. The Ecological Society of America. Department of Crop and Soil Sciences, College of Agriculture. 67-73 h.
- Neneng, L., Y. Tanduh, dan D. Saraswati. 2012. Aplikasi Metode Reklamasi Terpadu untuk Memperbaiki Kondisi Fisik, Kimiawi, dan Biologis pada Lahan Pasca Penambangan Emas di Kalimantan Tengah. *Prosiding InSINA*: h 81-85.
- Novak J.M., W.J. Busscher, D.W. Watts, D.A. Laird, M.A. Ahmedna, and M.A.S. Niandou, 2010. Short-Term CO₂ Mineralization After Additions of Biochar and Switchgrass to a Typic Kandiuult. *Geoderma* 154:281–288.
- Sohi S., E.C. Lopez, E. Krull, and R. Bol., 2009. *Biochar, Climate Change and Soil: A Review to Guide Future Research*. *CSIRO Land and Water Science Report*.
- Sulakhudin and D. Suswati. 2020. Coastal Sediment as an Ameliorant in Post-Mining Land Management. In *Coastal Management*. IntechOpen. Accessed September 6, 2022. <https://www.intechopen.com/chapters/74541>.
- Sulakhudin, D. Suswati, and M. Hatta. 2017. The Effect of Ameliorants on Improvement of Soil Fertility in Post Gold Mining Land at West Kalimantan. *Journal of Degraded and Mining Lands Management* 4 (4): 873–80. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2017.044.873>.
- Suswati, D. 2009. Pengaruh Lumpur Laut Terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah Tailing. *Jurnal Agripura* 1 (1) Juni 2009. Faperta UNTAN.
- Suswati, D. B.H. Sunarminto, D. Shiddieq and D. Indradewa. 2014. Use of Ameliorants to Increase Growth and Yield of Maize (*Zea mays* L.) in Peat Soils of West Kalimantan. *J Trop Soils*, Vol. 19, No. 1:35-41.
- Suswati, D., S. Sagiman, and Sulakhudin. 2015. Effect of Coastal Sediment to Nutrient Availability and Maize Productivity on Entisols. *AGRIVITA, Journal of Agricultural Science* 37 (3): 258–64. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v37i3.460>.
- Stwertka, A. 1998. *Guide to The Elements*. Oxford University Press, New York. 240 h.
- Verdiana, M.A., H.T. Sebayang dan T. Sumarni. 2016. Pengaruh berbagai dosis biochar sekam padi dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, vol 4: 8.