

# PERBAIKAN SIFAT FISIK DAN KIMIA TAILING MELALUI PEMBERIAN AMELIORAN BERBASIS BAHAN ORGANIK

## IMPROVEMENT ON PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF TAILING USING ORGANIC MATTER AMELIORANT

Tommy D. Sondakh<sup>1)</sup>, Doortje M.F. Sumampow<sup>2)</sup>, dan Maria G.M. Polii<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Dosen Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Unsrat, Manado

<sup>2)</sup>Dosen Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Unsrat, Manado

### ABSTRACT

A research Improvement on Physical and Chemical Properties of Tailing Using Organic Matter as Ameliorant. The experiment aims to study the effect of organic matter as an ameliorant on growth and yield of sweet corn, and soil properties of tailings, to design improvement in the physical and chemical fertility of tailings through the management of organic materials. The study used a Randomized Block Design consisting of 6 treatments. The treatments are: A = 100% water hyacinth, B = 50% water hyacinth + 50% chicken manure, C = 50% water hyacinth + 50% cow dung, D = 50% water hyacinth + 50% market waste, and E = 50% water hyacinth + 50% rice straw, and. F = 20% Water hyacinth + 20% cow dung + 20% Chicken manure + 20% market waste + 20% rice straw. Each treatment was repeated four times to obtain 24 pot experiments. Maize planted on the media as a remediator plant. Response variables observed, including: 1) physical and chemical properties of tailing before research, 2) physical and chemical properties of tailing after research, 3) plant height, 3) number of leaves, 4) length of cob, 5) diameter of cob, 6) weight of cob, measured at harvest time.. The results showed ameliorant-based organic materials can improve the physical and chemical soil tailings. Organic materials 20% Water hyacinth + 20% cow dung + 20% Chicken Pump + 20% market waste + 20% rice straw increase plant height and number of sweet corn crops. Organic ingredients 50% Water hyacinth + 50% chicken droppings give the best sweet corn yield.

**Keywords:** *improvement, physical and chemical, tailing, ameliorant*

### ABSTRAK

Penelitian Perbaikan Sifat Fisik dan Kimia dari Tailing Melalui Pemberian Amelioran Berbasis Bahan Organik bertujuan untuk mempelajari pengaruh bahan organik sebagai amelioran terhadap pertumbuhan dan hasil jagung manis, serta untuk merancang perbaikan kesuburan fisik dan kimia tailing melalui pengelolaan bahan organik. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang terdiri dari 6 perlakuan. Perlakuan tersebut adalah: A = 100% enceng gondok, B = 50% eceng gondok + 50% kotoran ayam, C = 50% eceng gondok + 50% kotoran sapi, D = 50% eceng gondok + 50% limbah pasar, dan E = 50% eceng gondok + 50% jerami padi, dan. F = 20% Eceng gondok + 20% kotoran sapi + 20% Kotoran ayam + 20% limbah pasar + 20% jerami padi. Setiap perlakuan diulang empat kali sehingga diperoleh 24 percobaan pot. Tanaman jagung manis sebagai tanaman remediator. Variabel respon yang diamati meliputi: 1) sifat fisik dan kimia sebelum penelitian, 2) sifat fisik dan kimia tailing setelah penelitian, 3) tinggi tanaman, 3) jumlah daun, 4) panjang tongkol, 5) diameter tongkol, 6) bobot tongkol, diukur pada saat panen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahwa bahan organik berbasis amelioran dapat memperbaiki fisik dan kimia tailing. Perlakuan B adalah 50% eceng gondok + 50% pupuk kandang ayam dan perlakuan F (20% eceng gondok + 20% kotoran sapi + 20% kotoran ayam + 20% limbah pasar + jerami padi 20%) memberikan hasil jagung dan jagung terbaik. Amelioran berdasarkan bahan organik meningkatkan kandungan N, P, dan K dan memperbaiki sifat fisik tailing.

**Kata kunci :** *perbaikan, sifat fisik dan kimia, tailing, amelioran*

## PENDAHULUAN

Usaha pertambangan besar sering dilakukan di atas lahan yang subur atau hutan, sehingga berdampak pada lingkungan. Dampak negatif pertambangan dapat berupa rusaknya permukaan bekas penambangan, hilangnya lapisan tanah yang subur, dan sisa ekstraksi (*tailing*) yang akan berpengaruh pada reaksi tanah dan komposisi tanah. Sisa ekstraksi ini bisa bereaksi sangat asam atau sangat basa, sehingga akan berpengaruh pada degradasi kesuburan tanah. Potensi penurunan fungsi lingkungan yang masih mungkin terjadi adalah akibat masuknya *tailing* sebagai hasil sampingan produk pertambangan ke dalam lingkungan. Karena pembuangan *tailing* ini berjalan terus seiring produksi perusahaan maka volume yang dikeluarkan juga akan ada dalam jumlah besar sehingga perlu pengelolaan yang kontinyu dan akurat. Penurunan produktivitas usaha tani secara langsung akan diikuti oleh penurunan pendapatan petani dan kesejahteraan petani.

*Tailing* penambangan emas sebagai limbah adalah sisa setelah terjadi pemisahan konsentrat atau logam berharga dari bijih batuan di pabrik pengolahan, bentuknya merupakan batuan alami yang telah digerus. Sebagai limbah, *tailing* tidak bernilai karena hanya sebagai produk sisa atau buangan dari pengambilan emas dan perak. *Tailing* dapat dimanfaatkan sehingga mempunyai nilai tambah sebagai produk yang dapat dimanfaatkan kembali menjadi produk lain. Dengan demikian diharapkan dapat menghasilkan nilai tambah dari hanya sekedar limbah yang tidak dimanfaatkan. Komposisi *tailing* seperti ini ditambah lagi dengan ukuran yang halus membuat banyak *tailing* dimanfaatkan sebagai media tanam untuk reklamasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media *tailing* dapat dimanfaatkan sebagai media tanam manglid (*Manglieta glauca* Bl.) dengan campuran *tailing* dan pupuk organik, komposisi 1 : 1 (v/v) (Siregar dan Dharmawan, 2009).

Beberapa hasil penelitian mengindikasikan bahwa lahan pertanian intensif yang telah tercemari *tailing* mengalami degradasi dan menurunnya produktivitas lahan, terutama terkait dengan sangat rendahnya kandungan C-organik. Bahan atau

pupuk organik sangat bermanfaat bagi peningkatan produktivitas lahan pertanian dalam perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah, dan mengurangi pencemaran lingkungan. Bahan organik atau pupuk organik mempunyai beragam jenis dan varian. Jenis-jenis pupuk organik dibedakan dari bahan baku, metode pembuatan dan wujudnya. Menurut Hadjowigeno (2003) jumlah pupuk yang diberikan berhubungan dengan kebutuhan tanaman akan unsur hara, kandungan unsur hara yang terkandung dalam tanah, serta kadar unsur hara yang terkandung dalam pupuk, sehingga apabila semua itu terpenuhi maka tanaman pun akan tumbuh baik dan memberikan hasil yang baik pula. Bahan organik mampu menyediakan unsur-unsur hara bagi tanaman. Selain itu, bahan organik juga memiliki pori-pori makro dan mikro yang hampir seimbang sehingga sirkulasi udara yang dihasilkan cukup baik serta memiliki daya serap air yang tinggi. Melalui pemberian bahan organik dengan sumber yang berbeda yaitu eceng gondok, limbah pasar, jerami padi, limbah kandang (kotoran ayam dan sapi) dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah *tailing*.

Penelitian bertujuan merancang perbaikan kesuburan fisik dan kimia tanah *tailing* melalui pengelolaan bahan organik (*amelioran*) dan memperoleh dosis pupuk organik (*amelioran*) di per-tanaman jagung manis sebagai tanaman remediator.

Hasil penelitian ini diharapkan akan dapat memperbaiki keadaan fisik dan kimia *tailing* serta akan menjadi bahan informasi pada pemerintah setempat dan masyarakat sekitar lingkungan tambang emas Tatelu tentang bagaimana penanganan *tailing* berbasis bahan organik.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Unsrat Kelurahan Wailan Tomohon dan Laboratorium Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Unsrat sejak Maret 2017 sampai Agustus 2017.

Bahan dan alat yang digunakan adalah : tanah *tailing*, benih jagung manis, bahan organik (eceng gondok, kotoran sapi, limbah pasar, dan kotoran ayam), EM4, dedak, gula, sekam, pot

plastik, timbangan, bambu, plastik meteran, penampungan air, alat tulis menulis.

Penelitian dirancang menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang terdiri dari 6 perlakuan. Perlakuan tersebut adalah : A = 100 % Eceng gondok, B = 50 % Eceng gondok + 50% kotoran ayam, C = 50% Eceng gondok + 50% kotoran sapi, D = 50 % Eceng gondok + 50% limbah pasar, E = 50% Eceng gondok + 50% jerami padi, dan F = 20% Eceng gondok + 20% kotoran sapi + 20% Kotoran ayam + 20% limbah pasar + 20% jerami padi. Setiap perlakuan diulang empat kali sehingga diperoleh 24 pot percobaan. Tanaman jagung ditanami pada media sebagai tanaman remediator.

Variabel respon yang diamati, meliputi : 1) Fisik dan Kimia tailing sebelum penelitian, 2) Fisik dan Kimia Tailing setelah penelitian, 3) Bobot tongkol, ditimbang pada saat panen.

#### Analisis Data

Data dianalisis menggunakan analisis ragam dan jika berpengaruh dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf uji 5 %.

#### Prosedur Kerja Penelitian

Prosedur kerja penelitian meliputi: 1) Survey lahan tailing dan pengambilan sampel tanah tailing di Desa Tatelu Kecamatan Dimembe Kabupaten Minahasa Utara; 2) Analisis fisik dan kimia tanah tailing dan analisis kimia tailing

dan pupuk organik di laboratorium jurusan Tanah; 3) Persiapan media tanam dengan berat media tanam 20 kg kering angin per pot; 4) Pemupukan dasar pupuk majemuk NPK dosis 300 kg/ha, dimana setengah dosis diberikan saat tanam dan setengah dosis diberikan pada saat tanaman berumur 1 bulan; 5) Pemberian bahan organik sesuai takaran (%) pada perlakuan dengan dosis perlakuan 50 ton/ha; 6) Penanaman benih jagung manis; 7) Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman; 8) Pengambilan data sesuai variabel yang diamati; 9) Panen pada saat tanaman rambut pada tongkol jagung manis sudah berwarna kecoklatan; 10) Analisis fisik dan kimia tanah setelah penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pertumbuhan dan Hasil Jagung Manis

Hasil uji F diperoleh bahwa tinggi tanaman dan jumlah daun dipengaruhi oleh bahan organik sebagai amelioran. Tinggi tanaman terbaik pada perlakuan F yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan B, C, D, dan E. Bobot tongkol dipengaruhi oleh bahan organik. Bobot tongkol terbaik pada perlakuan B yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan F. Hasil uji BNJ 5% pada Tabel 1, 2, dan 3.

Tabel 1. Pengaruh Bahan Organik Sebagai Amelioran Terhadap Tinggi Tanaman  
(Table 1. *Effect of Organic Matter As Ameliorant To Plant Height (cm)*)

Perlakuan	Rata-rata Tinggi Tanaman (cm)
A = 100 % Eceng gondok	84,57 a
B = 50 % Eceng gondok + 50% kotoran ayam	128,50 b
C = 50% Eceng gondok + 50% kotoran sapi	93,57 ab
D = 50 % Eceng gondok + 50% limbah pasar	100,52 ab
E = 50% Eceng gondok + 50% jerami padi	93,80 ab
F = 20% Eceng gondok + 20% kotoran sapi + 20% Kotoran ayam + 20% limbah pasar + 20% jerami padi	125,20 b
BNJ 5%	40,08

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf uji 5 %

Tabel 2. Pengaruh Bahan Organik Sebagai Amelioran Terhadap Jumlah Daun  
(Table 2. Effect of Organic Matter As Ameliorant To The Number Of Plant Leaves)

Perlakuan	Rata-rata Jumlah Daun
A = 100 % Eceng gondok	8,00 a
B = 50 % Eceng gondok + 50% kotoran ayam	10,25 b
C = 50% Eceng gondok + 50% kotoran sapi	7,75 ab
D = 50 % Eceng gondok + 50% limbah pasar	7,50 a
E = 50% Eceng gondok + 50% jerami padi	8,00 ab
F = 20% Eceng gondok + 20% kotoran sapi + 20% Kotoran ayam + 20% limbah pasar + 20% jerami padi	9,25 ab
BNJ 5%	2,57

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf uji 5 %

Tabel 3. Pengaruh Bahan Organik Sebagai Amelioran Terhadap Bobot Tongkol Jagung Manis  
(Table 3. Effects of Organic Matter As Ameliorants to the Cob Weight)

Perlakuan	Rata-rata Bobot Tongkol (g)
A = 100 % Eceng gondok	63,75 a
B = 50 % Eceng gondok + 50% kotoran ayam	177,50 c
C = 50% Eceng gondok + 50% kotoran sapi	61,25 a
D = 50 % Eceng gondok + 50% limbah pasar	97,50 ab
E = 50% Eceng gondok + 50% jerami padi	81,25 ab
F = 20% Eceng gondok + 20% kotoran sapi + 20% Kotoran ayam + 20% limbah pasar + 20% jerami padi	137,50 bc
BNJ 5%	72,37

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf uji 5 %.

### Sifat Fisik dan Kimia Tanah Setelah Panen Jagung Manis

Kandungan N, P, dan K merupakan variabel kimia tanah yang menunjukkan tingkat kesuburan tanah. Permeabilitas dan berat per volum menunjukkan keadaan fisik tanah. Hasil uji F diperoleh bahwa kandungan N, P, dan K dipengaruhi oleh bahan organik sebagai ameliorant. Hasil uji BNJ 5% pada Tabel 4 dan 5.

Tailing dari penambangan emas Tatelu yang digunakan sebagai media tanam jagung manis pada penelitian ini memiliki pH agak masam

dengan kandungan Nitrogen rendah,  $P_2O_5$  rendah, C-organik rendah,  $K_2O$  sedang. Fisik tanah tailing lempung berpasir dengan kandungan pasir 66,47%, debu 28,03% dan liat 5,50%. Berat per volum 1,38  $g/m^3$  dan permeabilitas 30,43 cm/jam kategori cepat dengan pH 5,8 agak masam. Tekstur tanah menunjukkan kasar atau halusya suatu tanah. Tekstur merupakan perbandingan relatif pasir, debu dan liat atau kelompok partikel dengan ukuran lebih kecil dari kerikil. Tekstur tanah berhubungan dengan permeabilitas, daya tahan memegang air, aerasi dan KTK serta kesuburan tanah.

Tabel 4. Pengaruh Bahan Organik Sebagai Amelioran Terhadap Kandungan N, P, dan K Tanah  
(Table 4. *Effects of Organic Matter as Ameliorant on N, P, and K Contents in Soil*)

Perlakuan	Rata-rata Kandungan		
	N	P	K
A = 100 % Eceng gondok	0,1100 b	9,89 bc	25,66 ab
B = 50 % EG + 50% KA	0,0750 a	10,76 d	24,33 ab
C = 50% EG + 50% KS	0,0675 a	8,32 a	23,11 a
D = 50 % EG + 50% LP	0,0675 a	9,33 abc	23,41 a
E = 50% EG + 50% JP	0,0625 a	9,11 ab	23,66 a
F = 20% EG + 20% KA + 20% KS + 20% LP + 20% JP	0,0725 a	10,41 cd	25,70 b
BNJ 5%	0,0210	1,19	1,57

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf uji 5 %

EG = Eceng gondok, KA = kotoran ayam, KS = kotoran sapi, LP = limbah pasar, JP = jerami padi,

Tabel 5. Pengaruh Bahan Organik Terhadap Berat/Volum (g/cm<sup>3</sup>) dan Permeabilitas Tanah (cm/jam)  
(Table 5. *Effects of Organic Matter on Bulk Density (g / cm<sup>3</sup>) and Soil Permeability (cm / h)*)

Perlakuan	Rata-rata	
	Berat/Volume (g/cm <sup>3</sup> )	Permeabilitas Tanah (cm/jam)
A = 100 % Eceng gondok	1,32 c	25,18 d
B = 50 % EG + 50% KA	1,06 a	16,97 c
C = 50% EG + 50% KS	1,16 b	15,55 bc
D = 50 % EG + 50% LP	1,16 b	19,94 d
E = 50% EG + 50% JP	1,12 b	14,72 b
F = 20% EG + 20% KA + 20% KS + 20% LP + 20% JP	1,13 b	8,69 a
BNJ 5%	0,04	1,64

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf uji 5 %

EG = Eceng gondok, KA = kotoran ayam, KS = kotoran sapi, LP = limbah pasar, JP = jerami padi

Tanah bekas tambang seperti bekas tambang emas mempunyai permasalahan diantaranya fisik, kimia, dan biologi. Masalah fisik tanah mencakup tekstur dan struktur tanah. Tanah lahan bekas tambang yang miskin akan unsur hara dan bahan organik, serta memiliki struktur yang gembur dan lepas. Permasalahan kimia tanah yaitu reaksi tanah (pH) dan miskin akan unsur hara. Sedangkan masalah biologi dijumpai dengan terbatasnya pe-

nutupan vegetasi dan tidak adanya mikroorganisme potensial. Vegetasi yang hidup di daerah ini sangat terbatas seperti golongan semak belukar berkayu keras, rumput-rumputan dan jenis tanaman tahan kering lainnya (Sitorus, dkk., 2008).

Sifat fisik tanah merupakan salah satu faktor yang berhubungan dengan kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Pada dasarnya sifat tanah dapat dikelompokkan

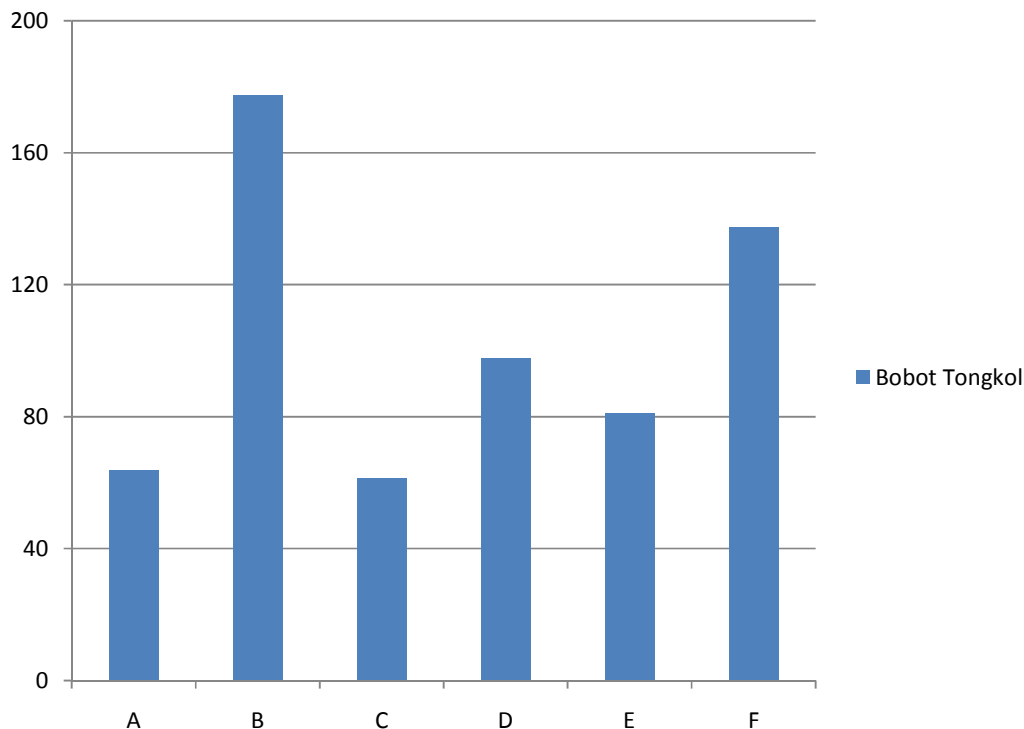
menjadi tiga yaitu sifat fisika, kimia, dan biologi tanah yang saling berhubungan dalam menentukan daya dukungnya terhadap pertumbuhan tanaman (Baver, 1972). Sifat fisik tanah mempunyai peranan penting dalam menentukan tingkat kesuburan tanah.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pemberian amelioran berbasis bahan organik berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman jagung manis serta hasil jagung manis. Perlakuan B (50 % Eceng gondok + 50% kotoran ayam) memberikan bobot tongkol tertinggi yaitu 177,50 gram yang secara statistik tidak berbeda dengan perlakuan F = 20% Eceng gondok + 20% kotoran sapi + 20% Kotoran ayam + 20% limbah pasar + 20% jerami padi dengan bobot tongkol 137,50 gram (Gambar 1).

Pemberian amelioran dari bahan organik bersumber dari eceng gondok ditambah dengan kotoran ayam (B), kotoran sapi (C), limbah pasar (D), jerami padi (E) dan gabungan antara eceng gondok dan limbah lainnya (F) memberikan per-

tumbuhan tanaman terbaik dibandingkan dengan hanya menggunakan eceng gondok. Hal ini disebabkan karena setiap bahan organik dapat menyumbangkan hara yang berbeda baik jenis dan jumlah sehingga saling bekerjasama memperbaiki fisik dan kimia tailing dalam menopang pertumbuhan tanaman jagung manis. Hasil uji laboratorium terhadap semua bahan organik yang digunakan terdapat pada Tabel 2.

Kandungan bahan organik dalam tanah merupakan salah satu faktor yang berperan dalam menentukan keberhasilan suatu tanaman. Hal ini dikarenakan bahan organik dapat meningkatkan kesuburan kimia, fisika maupun biologi tanah. Kelebihan bahan organik sebagai amelioran yaitu selain dapat memperbaiki sifat fisik tanah bekas tambang juga memperbaiki sifat kimianya. Hasil penelitian Ferry, dkk. (2010) melaporkan bahwa pemberian kompos pada tanah bekas tambang dapat menaikkan pH dan menurunkan kandungan logam berat.



Gambar 1. Bobot Tongkol Jagung Manis (g)  
(Figure 1. The Weight of Sweet Corn Cob (g))

Fisik dan kimia tanah setelah panen jagung menunjukkan bahwa eceng gondok meningkatkan kandungan N tanah, eceng gondok + kotoran ayam dan campuran kelima pupuk memberikan kandungan P tanah tertinggi. Kandungan K tanah meningkat pada perlakuan eceng gondok (A), eceng gondok + kotoran ayam (B) dan campuran kelima pupuk (F) memberikan kandungan P tanah tertinggi.

Pupuk organik dapat memperbaiki sifat fisik tanah melalui pembentukan struktur dan agregat tanah yang mantap dan berkaitan erat dengan kemampuan tanah mengikat air, infiltrasi air, mengurangi resiko terhadap ancaman erosi, meningkatkan kapasitas pertukaran ion dan sebagai pengatur suhu tanah yang semuanya berpengaruh baik terhadap pertumbuhan tanaman (Kononova, 1999). Gusmailina dan Komarayati (2003), menyatakan bahwa pupuk organik seperti kompos jerami padi dapat memperbaiki struktur dan tekstur tanah. Penggunaan kompos jerami padi mengurangi pemadatan tanah karena semakin banyak pori-pori, dan menyebabkan akar tanaman semakin tumbuh lebih baik sehingga tingkat pengambilan hara semakin tinggi sesuai kebutuhan tanaman. Limbah sayur adalah limbah organik dengan biomassa berat keringnya mengandung 75% pati, hemiselulosa, dan selulosa (Irawan, dkk., 2010).

Hasil jagung manis (panjang, diameter dan bobot tongkol) dipengaruhi oleh amelioran dari berbagai sumber bahan organik. Panjang, diameter dan bobot tongkol jagung manis terbaik diperoleh pada perlakuan B (B = 50 % Eceng gondok + 50% kotoran ayam) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan F (20% Eceng gondok + 20% kotoran sapi + 20% Kotoran ayam + 20% limbah pasar + 20% jerami padi).

Berdasarkan hasil analisis tanah, tekstur tailing didominasi oleh fraksi pasir dengan komposisi pasir 66,47 %, debu 28,03 % dan 5,50 % (liat). Keadaan ini mempersulit tanah dalam menyerap dan menahan air serta unsur hara karena tekstur tanah sangat menentukan reaksi kimia dan fisik yang terjadi dalam tanah. Ukuran partikel tanah dapat menentukan luas permukaan tanah. Nilai fraksiliat yang kecil menyebabkan kemampuan

menahan air yang rendah. Pemberian amelioran dapat memperbaiki fisik dan kimia tanah dapat menyumbangkan hara untuk kebutuhan tanaman jagung manis. Hal ini nampak pada peningkatan pertumbuhan dan hasil jagung manis.

## KESIMPULAN

Amelioran berbasis bahan organik dapat memperbaiki fisik dan kimia tanah tailing.

Bahan organik 20% Eceng gondok + 20% kotoran sapi +20% Kotoran ayam + 20% limbah pasar + 20% jerami padi meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman jagung manis.

Bahan organik 50 % eceng gondok + 50% kotoran ayam memberikan hasil jagung manis terbaik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Atmojo, S.W. 2003. *Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya*. Pidato Pengukuhan Guru Besar Ilmu Kesuburan Tanah. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Baver, L.D. 1972. *Soil Physics*. John Wiley & Sons Inc: New York.
- Ferry, Y., Juniaty Towahaa dan Kurnia Dewi Sasmita. 2010. Perbaikan Lahan Bekas Tambang Timah: Studi Kasus; Uji Media Tanah Bekas Tambang dengan Berbagai Macam Kompos untuk Budidaya Lada. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri* Vol. 1 No. 6. 2010.
- Gusmailina, G.P. dan S. Komarayati. 2003. Pengembangan Penggunaan Arang untuk Rehabilitasi Lahan. *Bulletin Penelitian dan Pengembangan Kehutanan* Vol. 4 (1), halaman: 21-3.

- Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah* (3th ed.), p.233. Jakarta: PT. Mediyatama Sarana Perkasa.
- Irawan, Dedy dan Zainal Arifin. 2010. *Pemanfaatan Sampah Organik Kota Samarinda Menjadi Bioetanol: Klasifikasi dan Potensi*. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses.
- Kononova, M.M. 1999. *Soil Organic Matter. Its Role in Soil Formation and Soil Fertility*. Vergamon Press. Oxford. London
- Palungkun dan Budiarti. 1991. *Sweet Corn Baby Corn*. Penebar Swadaya Jakarta.
- Sasmita. K. D., Yulius Ferry dan Juniaty Towaha. 2010. Pengaruh Beberapa Macam Bahan Pembenh Tanah pada Tanah Bekas Tambang terhadap Pertumbuhan Lada Perdu. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*. Vol. 1 No. 7.
- Sitorus. S.R.P., E. Kusumastuti dan L. Badri. 2008. Karakteristik dan Teknik Rehabilitasi lahan Pasca Penambangan Timah di Pulau Bangka dan Singkep. *Jurnal Tanah dan Iklim*. No. 27/2008.
- Siregar, C.A. dan I.W.S. Dharmawan. 2014. *Rehabilitasi Lahan di Areal Penambangan Emas Menggunakan Jenis Lokal Dan Pemanfaatan Tailing* (Land Rehabilitation in Gold Mining Areal using Local Species and Tailing Utilization). Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi