

Perbaikan Sifat Kimia Tanah Bekas Tambang Emas Melalui Aplikasi Pupuk Organik Granul Biokanat

Improvement of The Chemical Properties of the Ex-Gold Mining Land Through the Application of Organic Fertilizer Granular Biokanat

Panji Romadhan^{*1}, Gusmini², Hermansah³

^{1,2,3}Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas

e-mail: ^{*1}panjiromadhan@gmail.com, ²Gusminianis@gmail.com, ³Hermansah@agr.unand.ac.id

ABSTRAK

Tanah bekas tambang identik dengan sifat kimia tanah yang rendah sehingga tingkat kesuburan tanah juga rendah. Inovasi terbaru dalam meningkatkan sifat kimia tanah bekas tambang emas melalui kombinasi biochar sekam padi, kompos pupuk kandang serta sampah sayur, dan tanah liat yang dinamai dengan pupuk organik biokanat granul. Tujuan penelitian ini untuk memperbaiki sifat kimia lahan bekas tambang emas melalui aplikasi pupuk organik biokanat granul. Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang digunakan terdiri dari A1= 0 ton.ha⁻¹ (kontrol), A2= 10 ton.ha⁻¹, A3= 20 ton.ha⁻¹ Pupuk granul Biokanat granul. Variabel pengamatan dianalisis statistika menggunakan Uji F 5% dan Uji Duncan 5%. Selain itu juga uji regresi dan korelasi untuk mengetahui bentuk dan hubungan antara dosis pupuk organik Biokanat granul dengan perubahan variabel amatan. Dosis paling baik untuk meningkatkan sifat kimia tanah bekas tambang emas 20 ton.ha⁻¹ dapat menaikkan pH menjadi 5,54, C-organik 2,19%, N total 0,253%, P-tersedia menjadi 24,08 ppm, KTK 29,25 Cmol kg⁻¹, K-dd menjadi 0,94 Cmol kg⁻¹, Mg-dd menjadi 0,45 Cmol kg⁻¹, dan Ca-dd menjadi 1,17 Cmol kg⁻¹ sehingga kriteria sifat kimia tanah tersebut menjadi sedang jika dibandingkan dengan kontrol yang memiliki kriteria sangat rendah.

Kata kunci: Pupuk Organik, Tanah Bekas Tambang, Sifat Kimia Tanah

ABSTRACT

Ex-gold mining land is identical to the low chemical properties of the soil so that the level of soil fertility is also low. Renewable innovation in improving the chemical properties of ex-gold mining land through a combination of rice husk biochar, compost of manure and vegetable waste, and clay called organic fertilizer granular biokanat. The purpose of this study to improve the chemical properties of ex-gold mining land through the application of organic fertilizer granular biokanat. The study used a completely randomized design (CRD) with 3 treatments and 3 replications. The treatments used consisted of A1= 0 ton.ha⁻¹ (control), A2= 10 ton.ha⁻¹, A3= 20 ton.ha⁻¹ organic fertilizer granular biokanat. Observational variables were analyzed statistically using 5% F test and 5% Duncan test. In addition, regression and correlation tests were also carried out to determine the form and relationship between the dosage of organic fertilizer granular Biokanat and changes in the observed variables. The best dose to improve the chemical properties of the ex-gold mining land is 20 tons.ha⁻¹ can increase the pH to 5.54, organik karbon 2.19%, total N 0.253%, available P to 24.08 ppm, CEC 29.25 Cmol.kg⁻¹, exch- K 0.94

Cmol.kg⁻¹, exch-Mg 0.45 Cmol.kg⁻¹, exch-Ca 1.17 Cmol.kg⁻¹ so that the criteria for the chemical properties of the soil became moderate if compared with controls who have very low criteria.

Keywords: organic fertilizer, Ex-Gold Mining, Chemical Properties

PENDAHULUAN

Lahan bekas tambang di Indonesia lebih dari 1,3 juta Ha yang tersebar di Pulau Sumatera, Kalimantan, Bangka, Sulawesi, Nusa Tenggara, dan Papua. Lahan bekas tambang emas merupakan salah satu kategori lahan bekas tambang yang disebabkan oleh aktivitas penambangan emas dengan cara membolak-balikkan tanah sehingga lapisan atas tanah hilang (Widyati, 2011). Pada saat sekarang ini, maraknya kegiatan penambangan emas yang dilakukan masyarakat tanpa izin, yang mana awalnya kegiatan perekonomian masyarakat sekitar menjadi sayur, buah-buahan, dan petani sawah.

Aktivitas penambangan emas tanpa izin (PETI) dilakukan oleh masyarakat sekitar dengan sistem tradisional. Sistem penambangan emas tradisional dilakukan dengan sistem terbuka sehingga mengakibatkan lapisan tanah atas hilang dan lapisan tanah bawah menjadi berada di atas yang menyebabkan hilangnya penampang tanah (profil tanah tidak tergambar). Hal itu dapat menurunkan pH tanah, KTK, N, P dan K dalam tanah memiliki kriteria rendah hingga sangat rendah serta kandungan C organik tanah juga sangat rendah sehingga tanah bekas tambang emas tergolong tanah dengan tingkat kesuburan yang sangat rendah (Aryanti dan Hera, 2019).

Kabupaten Dharmasraya, Provinsi Sumatera Barat merupakan daerah yang sangat terancam karena aktivitas PETI dengan luas lahan bekas tambang emas sebesar 22.509 Ha. Setelah dilakukan analisis tanah pada lahan bekas tambang emas tersebut pH tanah 4,17 dengan kriteria sangat masam, KTK, N, P, dan K sangat rendah (Romadhan, 2021). Oleh sebab itu, perlu dilakukan upaya perbaikan sifat kimia tanah untuk meningkatkan kesuburan tanah.

Metode remediasi yang lebih ekonomis dalam upaya meningkatkan kesuburan tanah bekas tambang adalah dengan menggunakan karbon aktif sekam padi. Hal itu karena sekam padi mengandung silika yang tinggi dan tersedia dalam jumlah besar. Karbon aktif mempunyai pori banyak dan luas permukaan yang luas sehingga kapasitas retensi air dan retensi hara tinggi (Zhao, Guo, dan Zheng, 2010). Selain itu bahan organik yang mengandung senyawa polimer juga mampu memperbaiki sifat kimia tanah bekas tambang emas karena mengandung atom donor N, O, dan S yang berkoordinasi dengan ion logam yang berbeda. Liat memiliki pori mikro yang lebih banyak dan juga memiliki luas permukaan yang luas, KTK yang lebih tinggi, dan stabilitas termal yang (Xiong, Chen and Caiping, 2012). Oleh karena itu, kombinasi antara karbon aktif, senyawa polimer, dan liat berpotensi untuk memperbaiki sifat kimia tanah bekas tambang emas. Namun, belum ada penelitian yang telah dilakukan dengan cara kombinasi karbon aktif, senyawa polimer dan liat.

Berdasarkan uraian sebelumnya, peneliti tertarik untuk melakukan inovasi pupuk organik dengan bahan utama yaitu kombinasi karbon aktif, senyawa polimer dan liat yang di-branding dengan nama Pupuk Organik Biokanat granul. Karbon aktif yang digunakan yaitu biochar sekam padi, hasil pengomposan pupuk kandang dan sampah sayuran sebagai senyawa polimer, dan liat yang digunakan yaitu liat yang berasal dari tanah dengan ordo Ultisol. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk memperbaiki sifat kimia lahan bekas tambang emas melalui aplikasi pupuk organik Biokanat granul.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada September 2021 – Januari 2022 di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah bekas tambang emas yang diambil di Kabupaten Dharmasraya, Sumatera Barat, biochar sekam padi, pupuk kandang, sampah sayur, tanah liat, biodekomposer, dan molase. Alat yang digunakan adalah cangkul, gelas, piala, erlenmeyer, pot, pipet tetes, alat pirolisis, pan granulator, oven, dan lain-lain.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan sehingga diperoleh 9 satuan percobaan. Perlakuan yang digunakan terdiri dari A1= 0 ton ha⁻¹ (kontrol), A2= 10 ton ha⁻¹, A3= 20 ton ha⁻¹ pupuk granul biokanat granul. Formulasi dari pupuk granul yaitu biochar sekam padi, kompos pupuk kandang dan perekat liat dengan perbandingan 1:1:1. Dasar penentuan dari dosis yaitu untuk mengetahui dosis yang tepat penambahan pupuk organik Biokanat granul dalam upaya perbaikan sifat kimia tanah bekas tambang emas.

Pelaksanaan percobaan penelitian ini menggunakan pot yang diisi tanah 8 kg berat kering mutlak (BKM) untuk setiap pot dengan ukuran tanah lolos ayakan < 2 mm. Selanjutnya untuk pupuk organik biokanat granul ditambahkan ke dalam masing-masing pot sesuai dengan perlakuan, lalu diaduk. Setelah itu ditambahkan air supaya tanah menjadi kapasitas lapang. Inkubasi dilakukan selama ± 15 hari dengan tujuan supaya terjadi reaksi bahan organik (pupuk organik biokanat granul) dan tanah berjalan dengan sempurna sehingga unsur hara dapat tersedia bagi tanaman. Selain itu, inkubasi juga berpengaruh terhadap perkembangan dan metabolisme mikroorganisme dalam proses penguraian bahan organik menjadi senyawa-senyawa organik yang dapat diserap oleh tanaman (Siregar dan Supriadi, 2017). Setelah dilakukan inkubasi, selanjutnya sampel tanah diambil pada setiap pot percobaan dengan jumlah yang dibutuhkan dengan kondisi yang sama setiap pengambilan sampel serta memperhatikan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pengambilan sampel. Setelah itu, sampel tanah dikering anginkan untuk dilakukan analisis sifat kimia tanah.

. Analisis sifat kimia tanah yang dilakukan berupa pH metoda elektroda gelas pH meter, C-organik metoda walkey and black, P-tersedia metoda Bray I, N-total metoda kjedhal, KTK, K-dd, Ca-dd, dan Mg-dd metode leaching. Variabel pengamatan dianalisis statistika menggunakan Uji F 5% dan Uji Duncan 5%. Selain itu juga uji regresi dan kolerasi untuk mengetahui bentuk dan hubungan antara dosis pupuk organik Biokanat granul dengan perubahan variabel amatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis pupuk organik Biokanat berpengaruh nyata terhadap sifat kimia tanah bekas tambang emas. Aplikasi pupuk organik Biokanat granul dengan dosis 20 ton ha⁻¹ memberikan peningkatan hasil paling tinggi pada setiap parameter pengamatan yaitu pH, C-organik, P-tersedia, N-total, KTK, K-dd, Mg-dd, dan Ca-dd. Selain itu, dosis penambahan pupuk organik Biokanat granul berbeda nyata terhadap kontrol dan perbedaan dosis yang dapat dilihat pada Tabel 1.

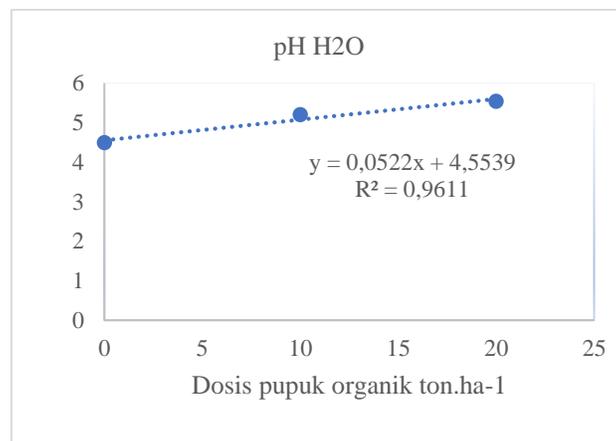
Tabel 1. Pengaruh pupuk organik biokanat granul terhadap sifat kimia tanah

Perlakuan	PH	C-organik (%)	P-tersedia (ppm)	N-total (%)	KTK(Cmol kg ⁻¹).....	K-dd	Mg-dd	Ca-dd
A1	4,49 c	1,38 c	3,92 c	0,018 c	7,92 c	0,46 c	0,076 c	0,37 c
A2	5,19 b	1,76 b	16,99 b	0,129 b	18,31 b	0,74 b	0,29 b	0,88 b
A3	5,54 a	2,19 a	24,08 a	0,253 a	29,25 a	0,94 a	0,45 a	1,17 a
KK	1,36%	1,85 %	1,05%	11,59%	4,26%	1,87%	1,38%	3,57%

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada Uji Duncan (p=5%)

Reaksi Tanah (pH) H2O Setelah Aplikasi Pupuk Organik Biokanat Granul

Berdasarkan Tabel 1 pH tanah bekas tambang emas berkriteria sangat masam karena pH tanah yang rendah dengan nilai 4,49. Pupuk organik biokanat granul mampu meningkatkan nilai pH tanah menjadi 5,54 berkriteria agak masam dengan dosis 20 ton ha⁻¹. Sedangkan dosis 10 ton ha⁻¹, pH tanah meningkat menjadi 5,19 dengan kriteria masam. Berdasarkan gambar 1 terlihat bahwa hubungan antara dosis pemberian pupuk organik biokanat granul (X) dengan peningkatan pH tanah (Y) didapatkan persamaan $y = 0,0522x + 4,5539$ respon yang ditunjukkan dengan penambahan dosis menaikkan 0,0522x pH tanah dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,9611$. Hal ini menunjukkan bahwa sekitar 95% pada peningkatan pH tanah dipengaruhi oleh peningkatan dosis pupuk organik biokanat granul, sedangkan 4%-nya dipengaruhi oleh hal-hal yang tidak teramati.



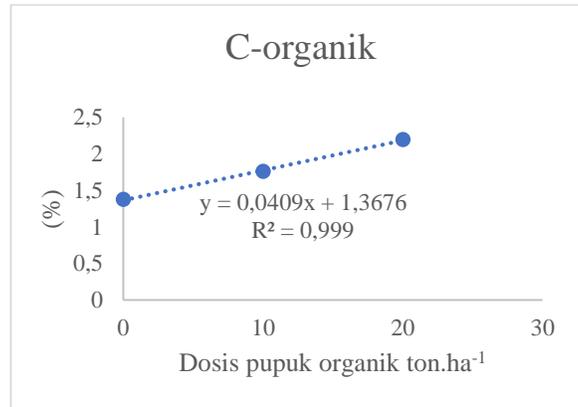
Gambar 1. Korelasi Dosis Pupuk terhadap nilai pH

pH tanah dapat meningkat karena gugus fungsional seperti (OH⁻) dan karboksil (-COOH) dari bahan organik mempunyai afinitas yang tinggi terhadap logam-logam yang membentuk kompleks khelat yang stabil (*stable chelate complex*). Selain itu, peningkatan pH juga terjadi karena oksidasi asam organik yang menggunakan ion H⁺ dan menghasilkan OH⁻ dalam prose dekomposisi bahan organik (Muzaiyanah dan Subandi, 2016). Amijaya, Dunga dan Thaha (2015) menyatakan bahwa perubahan pH merupakan fungsi ion H⁺ dan OH⁻, jika konsentrasi H⁺ dalam larutan tanah tinggi, maka pH tanah akan turun menjadi masam hingga sangat masam dan jika konsentrasi ion OH⁻ naik maka pH tanah akan meningkat.

Kandungan C-Organik Setelah Aplikasi Pupuk Organik Biokanat Granul

Kandungan C-organik pada tanah bekas tambang meningkat setelah aplikasi pupuk organik biokanat granul pada Tabel 1, yang mana nilai kontrolnya sebesar 1,38% mengalami peningkatan menjadi 2,19% dengan kriteria sedang melalui dosis 20 ton ha⁻¹. Berdasarkan gambar 2 penambahan satuan dosis pupuk organik

biokanat granul menaikkan 0,0409 C-organik yang mana 99% dipengaruhi oleh peningkatan dosis pupuk organik biokanat granul.

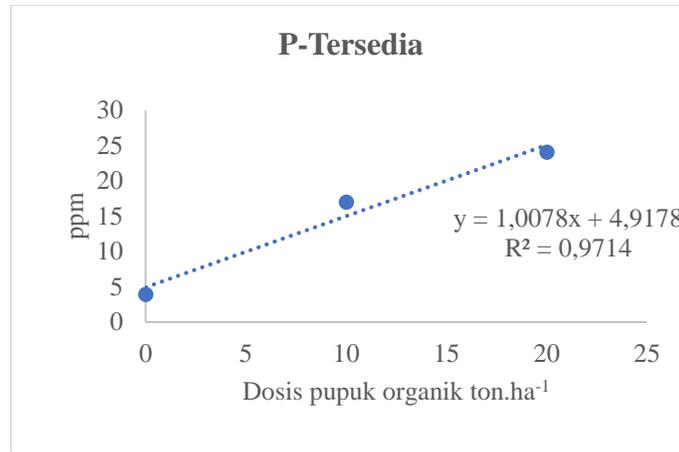


Gambar 2. Korelasi Dosis Pupuk terhadap Kandungan C-organik

Peningkatan C-organik pada tanah disebabkan oleh kandungan C-organik yang dikandung oleh pupuk organik biokanat granul yang merupakan penyusun utama dari bahan organik itu sendiri. Prasetya *et al.*, (2016) menyatakan bahwa 48% – 58% C-organik terkandung dari total bahan organik. Sebagaimana komposisi utama pupuk organik biokanat granul yaitu biochar sekam padi memiliki penampungan karbon dalam tanah dengan jumlah yang besar karena biochar yang bersifat presisten dalam tanah (Steiner, 2007). Senyawa polimer yang berasal dari pengomposan pupuk kandang dan sampah sayuran berdasarkan penelitian Syukur dan Indah (2006) meningkatkan C-organik tanah, yang mana dosis penambahan kompos terhadap tanah berbanding lurus dengan C-organik tanah.

Kandungan P-Tersedia Setelah Aplikasi Pupuk Organik Biokanat Granul

Berdasarkan Tabel 1, tanah bekas tambang emas memiliki P-tersedia sebesar 3,92 dengan kriteria yang sangat rendah. aplikasi pupuk organik biokanat meningkatkan P-tersedia pada tanah menjadi 24,08 ppm dengan dosis 20 ton ha⁻¹. Sedangkan dosis 10 ton ha⁻¹, P-tersedia meningkat menjadi 16,99 ppm yang berkriteria sangat tinggi. Gambar 3 menjelaskan bahwa setiap penambahan satuan dosis pemupukan dapat meningkatkan nilai P-tersedia sebesar 1,0078, yang mana 97% P-tersedia dipengaruhi oleh peningkatan dosis pemupukan

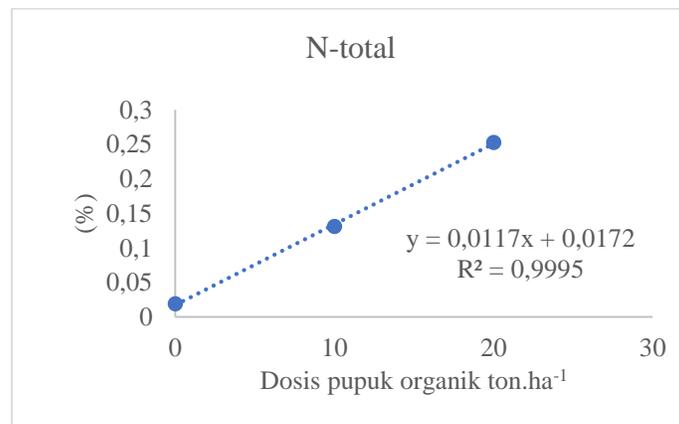


Gambar 3. Kolerasi Dosis Pupuk terhadap P-tersedia pada tanah

Pupuk organik biokanat granul mampu meningkatkan P-tersedia dalam tanah karena dekomposisi yang menghasilkan CO₂ dan asam-asam organik. Senyawa CO₂ dalam bentuk gas akan larut dalam air dan membentuk asam karbonat yang dapat meningkatkan tersedianya unsur P dalam tanah (Amijaya *et al.*, 2016). Berdasarkan penelitian Habi *et al.*, (2018) penambahan kompos granul dapat meningkatkan P-tersedia karena pada kompos granul mengandung P-total yang tinggi. Sedangkan menurut Gusnidar *et al.*, (2010) pada saat kompos diaplikasikan ke tanah maka asam-asam organik berupa asam fenolat, humat dan fulvat. Asam-asam organik ini dapat menurunkan kemampuan pembentukan ikatan hidrogen sehingga meningkatkan jumlah muatan negatif. Muatan negatif akan menarik kation-kation basa seperti H₂P₄⁻ maupun HPO₄²⁻ karena kompleks jerapan yang banyak.

Kandungan N-Total Setelah Aplikasi Pupuk Organik Biokanat Granul

Nitrogen total pada tanah bekas tambang emas Tabel 1 sebesar 0,018% berkriteria rendah. penambahan pupuk organik biokanat granul dengan dosis 10 ton ha⁻¹ meningkatkan Nitrogen total menjadi 0,129% namun kriterianya masih tergolong rendah dan berbeda nyata terhadap kontrol dan dosis lainnya. Sedangkan melalui penambahan dengan dosis 20 ton ha⁻¹ meningkatkan nilai nitrogen total menjadi 0,253% dengan kriteria sedang jika diuji dengan analisis statistic berbeda sangat nyata terhadap kontrol dan dosis lainnya.

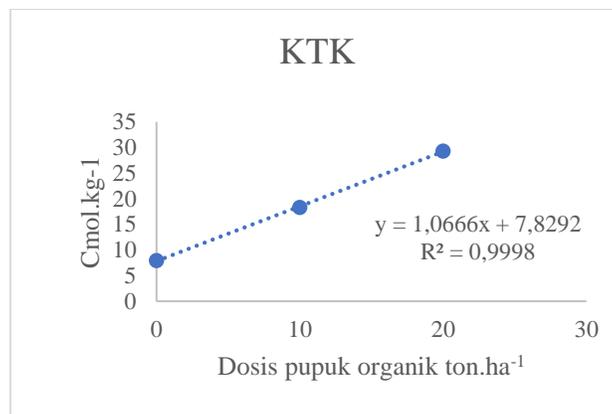


Gambar 4. Kolerasi Dosis Pupuk terhadap N-total pada Tanah

Berdasarkan gambar 4, setiap peningkatan satuan dosis pupuk organik biokanat granul meningkatkan nilai nitrogen total sebesar 0,0117 dengan 99% faktor yang mempengaruhi peningkatan nilai nitrogen total pada tanah adalah dosis penambahan pupuk organik biokanat granul. Hal ini terjadi karena dekomposisi pada pupuk organik biokanat granul dibantu oleh mikroorganisme seperti bakteri nitrozobacter yang memanfaatkan CO₂ dan ezim dalam mengubah nitrit menjadi nitrat sehingga kandungan nitrogen dalam tanah menjadi meningkat (Nurhidayati, 2017).

Nilai KTK Setelah Aplikasi Pupuk Organik Biokanat Granul

Tabel 1 menunjukkan nilai kapasitas tukar kation (KTK) kontrol sebesar 7,92 Cmol.kg⁻¹ dengan kriteria yang sangat rendah. Peningkatan KTK tanah signifikan terjadi pada penambahan dosis 20 ton.ha⁻¹ menjadi 29,25 Cmol.kg⁻¹ berkriteria sedang. Peningkatan satuan dosis pupuk organik biokanat granul dapat meningkatkan nilai KTK sebesar 1,0666, dengan 99% peningkatan nilai KTK dipengaruhi dosis pupuk. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 5 korelasi dosis pupuk organik biokanat granul dengan nilai KTK tanah.

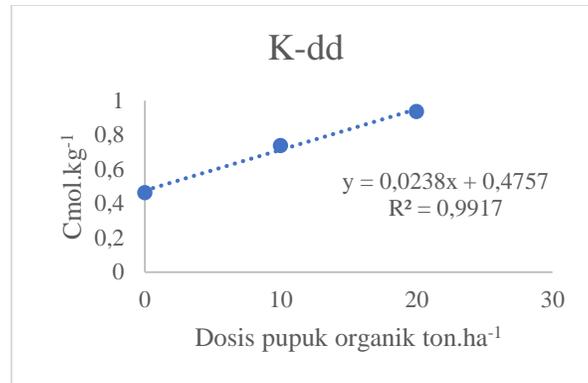


Gambar 5. Korelasi Dosis pupuk terhadap KTK

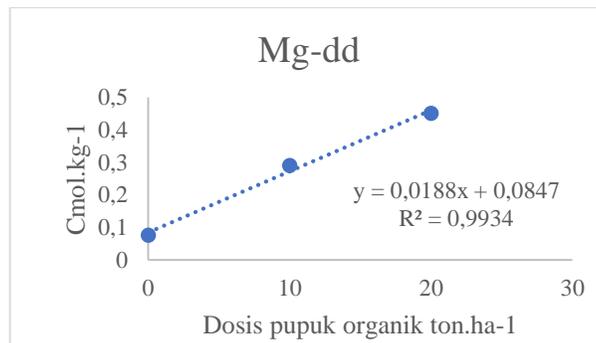
Peningkatan KTK pada tanah terjadi karena bertambahnya muatan negative dalam tanah yang berasal dari gugus karboksil dan hidrosil yang bersumber dari bahan organik yaitu pupuk organik biokanat granul (Wibowo *et al.*, 2016). Hal itu karena pupuk organik mengandung koloid organik yang berasal dari biochar sekam padi serta kompos dan koloid an organik yang berasal dari tanah liat. Faktor lain yang mempengaruhi KTK tanah adalah daya sangga tanah yang dimiliki oleh tanah tersebut sehingga hara yang tersedia bagi tanaman menjadi meningkat serta produktivitas tanah juga meningkat.

Kandungan K, Mg dan Ca Setelah Aplikasi Pupuk Organik Biokanat Granul

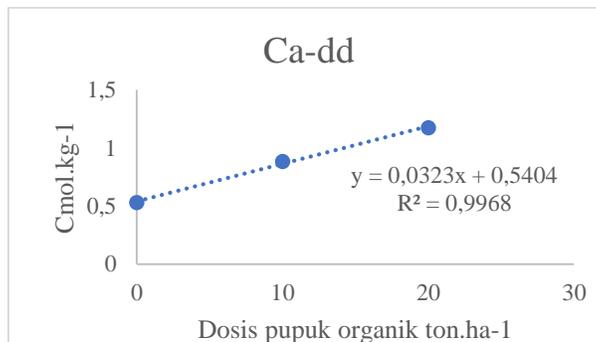
Peningkatan Unsur K, Mg dan Ca pada tanah dapat dilihat pada Tabel 1, semakin tinggi dosis pemupukan akan meningkatkan unsur K, Mg dan Ca di dalam tanah secara signifikan. Perlakuan 20 ton.ha⁻¹ merupakan perlakuan yang signifikan meningkatkan kalium dalam tanah menjadi 0,94 Cmol.kg⁻¹, magnesium menjadi 0,45 Cmol.kg⁻¹ dan kalsium menjadi 1,17 Cmol.kg⁻¹. Berdasarkan gambar 5 setiap peningkatan satuan dosis pupuk organik biokanat granul kalium meningkat sebesar 0,0238 dengan 99% dipengaruhi oleh faktor peningkatan dosis pupuk. Gambar 6 menunjukkan bahwa setiap peningkatan satuan dosis pemupukan meningkatkan nilai magnesium sebesar 0,0188 dengan 99% peningkatan ketersediaan magnesium dipengaruhi oleh peningkatan dosis pupuk organik biokanat granul. Gambar 6 menunjukkan setiap peningkatan satuan dosis pupuk organik meningkatkan kalsium tersedia dalam tanah sebesar 0,0323 dengan 99% peningkatan nilai dipengaruhi oleh faktor peningkatan dosis pupuk organik biokanat granul.



Gambar 6. Korelasi Dosis Pupuk terhadap K-dd



Gambar 7. Korelasi Dosis Pupuk terhadap Mg-dd



Gambar 8. Kolerasi Dosis Pupuk terhadap Ca-dd

KESIMPULAN

Pupuk organik biokanat granul merupakan inovasi pupuk organik yang mengkombinasikan biochar sekam padi, senyawa polimer (kompos pupuk kandang + sampah sayur), dan tanah liat. Dosis paling baik untuk memperbaiki sifat kimia tanah bekas tambang emas 20 ton.ha⁻¹ dapat menaikkan pH menjadi 5,54, C-organik 2,19%, N total 0,253%, P-tersedia menjadi 24,08 ppm, KTK 29,25 Cmol kg⁻¹, K-dd menjadi 0,94 Cmol kg⁻¹, Mg-dd menjadi 0,45 Cmol kg⁻¹, dan Ca-dd menjadi 1,17 Cmol kg⁻¹. Dosis 20 ton.ha⁻¹ pupuk organik biokanat granul sudah mampu memperbaiki sifat kimia tanah bekas tambang emas karena kriteria sifat kimia tanah yang awalnya sangat rendah menjadi sedang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah ikut andil dalam penyelesaian penelitian ini. Pertama kami mengucapkan terimakasih kepada pemerintahan dan masyarakat Kabupaten Dharmasraya terkhususnya Nagari Tebing Tinggi Kecamatan Pulau Punjung yang telah memberikan akses untuk melakukan penelitian ini serta kontribusi masyarakat ketika di lapangan saat pengambilan sampel tanah. Terimakasih juga disampaikan kepada tenaga analis laboratorium jurusan tanah yang telah membantu dalam penyelesaian analisis atau pengujian parameter pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amijaya, M., Dunga, Y.P. dan Thaha, A.R. 2015. Pengaruh Pupuk Kandang Sapi Terhadap Serapan Posfor dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalanum* L.) Varietas Lembah Palu di Entisol Sidera. e-J. Agrotekbis. No. 2. Vol. 3. Hal. 187 – 197
- Aryanti, E. dan Hera, N. 2019. Sifat Kimia Tanah Area Pasca Tambang Emas: (Study Kasus Pertambangan Emas Tanpa Izin di Kenagarian Kari Kecamatan Kuantan Tengah, Kabupaten Kuantan Singingi. Jurnal agroteknologi. No. 2, Vol. 9. Hal. 21-26
- Gusnidar, Hakim, N. dan Prasetyo T.B. 2010. Inkubasi Titonia pada Tanah Sawah Terhadap Asam-asam Organik. Jurnal Solum. No. 1, Vol. 7. Hal.7-18
- Muzaiyanah, S. dan Subandi. 2016. Peranan Bahan Organik dalam Peningkatan Produksi Kedelai dan Ubi Kayu pada Lahan Kering Masam. Iptek Tan. Pangan. Vol. 11. Hal. 149-157
- Nurhidayati. 2017. Kesuburan dan Kesehatan Tanah. Intimedia. Malang, Hal. 294
- Prasetya, D., Wahyudi, I., dan Baharudin. 2016. Pengaruh Jenis dan Komposisi Pupuk Kandang Ayam dan Pupuk NPK terhadap Serapan Nitrogen dan Hasil Bawang Merah (*Allium asalonium* L.) Varietas Lembah Palu di Entisol Sidera. e-J. Agrotekbis. No. 4, Vol. 4. Hal. 384 – 393
- Romadhan, P. 2021. Perbaikan Sifat Kimia dan Kemampuan Bunga Matahari dalam Proses Fitoremediasi Lahan Bekas Tambang Emas. Skripsi. Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas
- Steiner, C. 2007. Soil Charcoal Amendements Maintain Soil Fertility and Establish a Carbon Sink – Research and Prospects. Soil Ecologi Research Developments. ISBN 978-1-60021-971-9
- Syukur, A. dan N.M. Indah. 2006. Kajian Pengaruh Pemberian Macam Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jahe di Inceptisol Karanganyar. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan. Vol. No 2. Hal. 124 – 1311
- Wibowo, W.A., Hariyono, B., dan Kusuma, Z. 2016. Pengaruh Biochar, Abu Ketel dan Pupuk Kandang terhadap Pencucian Nitrogen Tanah Berpasir Asembagus, Situbondo. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan. No. 1, Vol. 3. Hal. 269-278

- Widyati, E. 2011. Potensi Tumbuhan Bawah Sebagai Akumulator Logam Berat untuk Membantu Rehabilitasi Lahan Bekas Tambang. *Mitra Hutan Tanaman*. No. 2, Vol. 6. Hal. 47-56
- Xiong, C., Chen, X. dan Yao, C. 2012. Preparation of a Novel Heterocycle-Containing Polystyrene Chelating Resin and its Application for Hg (II) Adsorption in Aqueous Solutions. *Current Organic Chemistry*. No. 16, Vol. 16. Hal. 1942-1948
- Zhao, P., Guo, X. dan Chuguang Z. 2010. "Removal of Elemental Mercury by Iodine-Modified Rice Husk Ash Absorbents" *Journal of Environmental Sciences*. No. 10, Vol. 22. Hal. 1629-1636