

## Pemanfaatan Campuran Biochar Sekam Padi dan Kotoran Sapi dalam Meningkatkan Kesuburan Tanah Bekas Tambang Batubara Sawahlunto

Ika Ayu Putri Septyani<sup>1\*</sup>, Fadil Hukama Hamdi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Labuhanbatu, Jl. SM. Raja No. 126 A Rantauprapat, Sumatera Utara

<sup>2</sup>Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Sumatera Barat  
\*e-mail : ikaayuputriseptyani@gmail.com

### ABSTRACT

*Mining activities are one of the land exploitation activities that can cause a decrease in soil quality and fertility. Ex-mining land is degraded land from the physical, chemical and biological properties of the soil. This study aims to examine the effect of a mixture of rice husk biochar and cow manure to increase soil fertility in the ex-mining Sawahlunto coal mine. This research was conducted at Agriculture Experiment Station, Andalas University, Padang. This research consisted of four formulations of organic matter (A = control, B = cow manure, C = Rice husk biochar, D = Rice husk biochar + Cow manure) with five replications. The treatment units were allocated based on Randomized Complete Design (RCD). The results showed that the application of organic matter derived from biochar and cow manure can improve soil quality in ex-mining land, especially by increasing the pH to 5.9 units, and does not have much difference with the potential pH of 5.8. So that by giving the formulation in this way, the pH of the soil can be maintained at the soil potential acidity. CEC increased by 22.45 me/100 g of soil with moderate criteria when compared to the control. Increasing pH and CEC increased the availability of key nutrients such as available P, C-Organic and organic matter by 3% or in the moderate category, N-total 0.25% and basic cation sources K, Ca, Mg and Na-dd. The addition of organic matter from the formulation of biochar and cow manure gave the best results in improving soil chemical properties in mining areas. Therefore, the formulation of biochar and cow manure can be used as the first recommendation to support the improvement of ex-coal mining land, providing alternative nutrients and phytonutrients in a complete composition.*

*Keywords : biochar, cow manure, ex-mining coal, soil quality*

### ABSTRAK

*Kegiatan penambangan merupakan salah satu kegiatan eksploitasi lahan yang dapat menyebabkan penurunan kualitas dan kesuburan tanah. Lahan bekas tambang merupakan lahan terdegradasi dari sifat fisika, kimia dan biologi tanahnya. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh campuran biochar sekam padi dan kotoran sapi untuk meningkatkan kesuburan tanah bekas tambang batubara Sawahlunto. Penelitian ini telah dilaksanakan di Kebun Percobaan Universitas Andalas Padang. Penelitian ini terdiri dari 4 jenis bahan organik (A=kontrol, B=kotoran sapi, C=Biochar sekam padi, D= biochar+kotoran sapi) dengan 5 ulangan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Studi ini menunjukkan bahwa aplikasi bahan organik yang berasal dari biochar dan kotoran sapi dapat meningkatkan kualitas tanah di lahan bekas tambang, terutama dengan menaikkan pH menjadi 5,9 satuan, dan tidak memiliki selisih yang jauh dengan pH potensial yaitu 5,8 sehingga dengan pemberian formulasi ini pH tanah dapat terjaga derajat kemasamannya. KTK meningkat sebesar 22,45 me/100 g tanah dengan kriteria sedang jika dibandingkan dengan kontrol. Peningkatan pH dan KTK meningkatkan ketersediaan unsur hara*

utama seperti *P-tersedia*, *C-Organik* dan bahan organik sebanyak 3% atau dalam kategori sedang, *N-total* 0,25% dan sumber kation basa *K*, *Ca*, *Mg* dan *Na-dd*. Penambahan bahan organik dari formulasi biochar dan kotoran sapi memberikan hasil terbaik dalam memperbaiki sifat kimia tanah di lahan tambang. Oleh karena itu, formulasi biochar dan kotoran sapi dapat digunakan sebagai rekomendasi pertama untuk mendukung perbaikan lahan bekas tambang batubara, menyediakan nutrisi dan fitonutrien alternatif dalam komposisi yang lengkap.

*Kata kunci* : biochar, kotoran sapi, bekas tambang batubara, kualitas tanah

## PENDAHULUAN

Pertambangan merupakan salah satu sektor ekonomi terpenting di Indonesia. Produk pertambangan memberikan kontribusi hingga 17% per tahun dari total nilai ekspor Indonesia, dan dari beberapa produk pertambangan utama, pertambangan batubara memberikan kontribusi nilai sebesar 87,27% (Adriani, *et al.*, 2020). Keberadaan batubara telah ditemukan di 23 dari 34 provinsi di Indonesia, namun wilayah terluas terdapat di provinsi Sumatera dan Kalimantan. Sumatera Barat merupakan salah satu wilayah potensi pertambangan batubara yang berkembang saat ini. Menurut BPS total luas lahan pertambangan batu bara Sawahlunto mencapai 3.716,18 Ha (BPS, 2017). Lokasi kegiatan penambangan batubara berada di kawasan hutan, termasuk di Indonesia. Namun dari kegiatan eksploitasi lahan tersebut, pertambangan batubara memberikan beberapa dampak terhadap tanah terutama sifat fisik, kimia dan biologi tanah.

Kualitas lingkungan akan turun akibat penambangan batubara sehingga mengganggu ekosistem yang ada di dalamnya. Sopialena *et al* (2017) melaporkan bahwa areal bekas tambang dapat digolongkan sebagai lahan terdegradasi karena mengacu pada lahan yang kehilangan produktivitas alamnya akibat penurunan kualitas lahan jika ditinjau dari penggunaan lahan pertanian. Lahan terdegradasi di area bekas tambang menyebabkan penurunan sifat fisik dan kimia tanah serta penurunan spesies secara drastis pada beberapa flora, fauna, dan mikroorganisme tanah. Kualitas tanah yang buruk menyebabkan penurunan kesuburan tanah dan menyebabkan struktur yang lebih

padat, yang secara fisik mempengaruhi kemampuannya melakukan penetrasi akar, suatu kondisi yang tidak menguntungkan bagi tanaman untuk tumbuh (Pratiwi, *et al.*, 2021). Selain itu, lahan yang telah selesai diambil hasil tambangnya juga memiliki dampak menjadi perluasan lahan degradasi. Sehingga lahan tersebut perlu digunakan kembali menjadi lahan pascatambang yang berguna untuk menjadi lahan budidaya. Mengingat kelangkaan lahan pada umumnya menjadi permasalahan yang semakin sulit diatasi, seiring dengan laju pertumbuhan penduduk yang terus meningkat, sedangkan cadangan yang tersedia semakin terbatas. Pemanfaatan lahan bekas tambang untuk ekstensifikasi pertanian merupakan peluang untuk mengatasi masalah pangan dan lingkungan. Menurut Zhengfu., *et al* (2020) di Cina lebih dari 70% lahan bekas tambang direklamasi untuk tujuan pertanian karena jumlah penduduk yang besar dan kurangnya lahan pertanian membuat hal ini perlu dilakukan. Rekonstruksi masyarakat pedesaan atau perbaikan pemukiman penduduk asli merupakan salah satu masalah lingkungan yang timbul dari pertambangan.

Pemanfaatan lahan bekas tambang batubara untuk pertanian perlu diberikan beberapa perbaikan untuk memperbaiki sifat kimia, biologi dan fisik. Karena lahan bekas tambang batubara memiliki permasalahan utama yaitu produktivitas yang rendah karena sifat fisik dan kimia tanah yang buruk seperti kapasitas menahan air yang kecil, porositas yang besar, kesuburan tanah yang rendah seperti tanah masam, *N-Total* dan *C-Organik* yang rendah, *P-tersedia* rendah, kapasitas tukar kation (KTK) dan kejenuhan basa yang

lemah (K, Ca, Mg dan Na) serta Al yang terlarut dalam tanah sangat tinggi bahkan kandungan logam berat dan senyawa beracun yang dapat merusak lingkungan. Keadaan lahan dengan kualitas yang rendah tanpa adanya ameliorasi akan menyebabkan penurunan hasil produksi dan lahan menjadi tidak termanfaatkan kembali.

Salah satu alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas lahan kritis seperti lahan bekas tambang batubara adalah dengan memanfaatkan bahan organik amelioran dari limbah pertanian seperti sekam padi, dan kotoran sapi. Bahan organik ini mudah ditemukan di Sumatera terutama dari kegiatan pertanian, hal ini dikarenakan bahan bakunya termasuk mudah dan murah didapat, sehingga bahan organik ini berpotensi untuk digunakan sebagai amelioran. Berbagai percobaan menunjukkan bahan organik dapat memperbaiki sifat kimia lahan bekas tambang batubara. Putri dan Oktabriana (2020) melaporkan bahwa pemanfaatan kotoran sapi mampu meningkatkan kandungan hara dan pertumbuhan tanaman serai wangi pada lahan bekas tambang dengan memberikan 432 g kotoran sapi + 43,2 gr *Trichoderma* sp. / lubang tanam. Hal tersebut disebabkan penambahan bahan organik ke dalam tanah menyebabkan meningkatnya aktivitas organisme di dalam tanah. Mikroba dalam tanah mengalami peningkatan aktivitas sehingga dapat membantu percepatan proses mineralisasi bahan organik, pelepasan hara, pelepasan fiksasi aluminium dan fosfor sehingga terjadi peningkatan ketersediaan P dalam tanah. Pupuk kandang yang diaplikasikan juga dapat meningkatkan proses dekomposisi sehingga dapat merubah nitrogen organik menjadi anorganik dan diubah dalam bentuk nitrat. Yulnafatmawita *et al* (2020) melaporkan bahan organik terutama pupuk kandang telah banyak

digunakan sebagai pembenah tanah. Kemampuan pupuk kandang sebagai bahan organik dalam mengkhelat logam menyebabkan logam berat pencemar tanah sawah menjadi tidak aktif, Septyani *et al* (2019) melaporkan bahwa bahan organik kotoran sapi memiliki kandungan karboksil yang telah mengalami disosiasi  $H^+$  setelah diuji dengan *Fourier Transverse Infra Red* sehingga kemampuan kelatifikasi pupuk kandang dapat mengkelat logam Al, Cu dan lainnya.

Sumber bahan organik lain yang dapat diterapkan di lahan bekas tambang batubara untuk mengendalikan logam berat adalah biochar. Bahan organik yang berasal dari biochar juga mampu mengurangi pengaruh buruk unsur toksik terhadap pertumbuhan tanaman, oleh karena itu, kelarutan logam berat menjadi rendah, dan tidak tersedia bagi tanaman. Dilaporkan bahwa penggunaan biochar dan bakteri toleran logam berat mampu menurunkan kandungan Zn, Mn, Cr, Cu, Pb, Ni, Cd tanaman sebesar 1,78-9,23 kali (dengan biochar) dan 1,79-5,3 kali (dengan bakteri) (Andrey, *et al.*, 2019). Dari penelitian tersebut belum dikaji seberapa besar pengaruh biochar baik dari limbah maupun kayu dapat meningkatkan pH tanah dan menurunkan ketersediaan logam Cd, Pb, dan Zn bagi tanaman (Penido, *et al.*, 2019).

Berdasarkan beberapa penelitian, baik biochar maupun kotoran sapi dapat memperbaiki sifat kimia tanah seperti lahan bekas tambang batubara. Namun, belum dilaporkan apakah pupuk kandang lebih efektif daripada biochar sekam padi dan formulasi pencampuran biochar dan kotoran sapi dalam meningkatkan sifat kimia lahan bekas tambang batubara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan ameliorasi dari biochar sekam padi dalam meningkatkan kesuburan tanah lahan bekas tambang batubara

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas

Andalas, Padang dari Desember 2020 - Mei 2021. Sampel tanah yang digunakan diambil

secara komposit dari lahan bekas tambang Batubara, Sawahlunto. Letak astronomis lokasi pengambilan sampel terletak pada koordinat 100° 45' 06" – 100° 45' 32" BT dan 0° 37' 20" -. 0° 37' 51" LS. Kemudian dilanjutkan dengan aplikasi bahan organik. Masing-masing pot percobaan terdiri dari 8 kg tanah setara dengan berat kering mutlak. Percobaan pot menggunakan dua jenis bahan organik yaitu pupuk kandang sapi dan biochar sekam padi. Pupuk kandang sapi diambil dari bekas kotoran sapi di kandang yang sudah

matang dan menyerupai tanah. Sekam padi diambil dari limbah penggilingan padi.

Sampel tanah yang digunakan diambil secara komposit dari lahan bekas tambang Batubara, Sawahlunto. Sampel diambil pada kedalaman 0-20 cm, kemudian sampel dikering anginkan dan diukur kadar air pada kondisi kering angin. Setelah itu sampel tanah yang digunakan harus lolos ayakan 2 mm.

Berdasarkan sampel awal yang diambil, lahan bekas tambang batubara Sawahlunto memiliki sifat kimia yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat kimia tanah awal lahan bekas tambang batubara Sawahlunto

Parameter	Nilai	Kriteria*
pH aktif (H <sub>2</sub> O) (unit)	5,42	Masam
Al-dd (me/100 g)	2,32	-
N-total (%)	0,18	Rendah
C-Organik (%)	0,13	Sangat rendah
Bahan Organik (%)	0,22	Sangat rendah
P-tersedia (ppm)	6,30	Sangat rendah
KTK (me/100 g)	7,83	Rendah
K-dd (me/100 g)	0,15	Rendah
Mg-dd (me/100 g)	0,25	Sangat rendah
Ca-dd (me/100 g)	0,41	Sangat rendah
Na-dd (me/100 g)	0,21	Rendah
Kejenuhan Basa (%)	13,02	Sangat rendah
Kejenuhan Al (%)	69,46	Sangat tinggi

\*Balai Besar Penelitian Tanah, 2013

Penelitian ini terdiri dari Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari 4 perlakuan dan 5 ulangan, sehingga diperoleh 20 satuan percobaan. Penelitian ini terdiri dari 4 jenis amelioran yaitu, A = kontrol, B = pupuk kandang sapi, C = biochar sekam padi, dan D = biochar + sekam padi. Masing-masing pot percobaan diberi perlakuan 0.5 kg amelioram/pot sesuai dengan penelitian Dewi (2018). Masing-masing pot percobaan diberi pupuk dasar dolomite setara dengan 2 x Al-dd atau 3,175 ton/Ha yang diaplikasikan pada tanah 8 kg berat kering mutlak. Pemberian kapur bertujuan untuk meningkatkan pH tanah sehingga penyerapan hara dari bahan organik lebih optimal.

Sampel tanah yang sudah diberi perlakuan diambil 200 g dan dikering anginkan serta diukur kadar airnya. Setelah itu, sampel tanah ditmbuk dan diayak dengan ayakan 2 mm. Tanah yang lolos ayakan 2 mm digunakan untuk analisis pH aktif dengan metode Elektrode Glass pH meter, P-tersedia dengan metode Bray II, KTK dengan metode *Leaching* menggunakan ammonium Asetat pH 7, Al-dd dengan metode volumetri, Ca, Mg, K, dan Na menggunakan ekstraksi *leacing* ammonium Asetat pH 7 menggunakan AAS (*Absorbance Atomic Spectrofotometer*). Setelah itu didapatkan kejenuhan basa dengan persamaan :

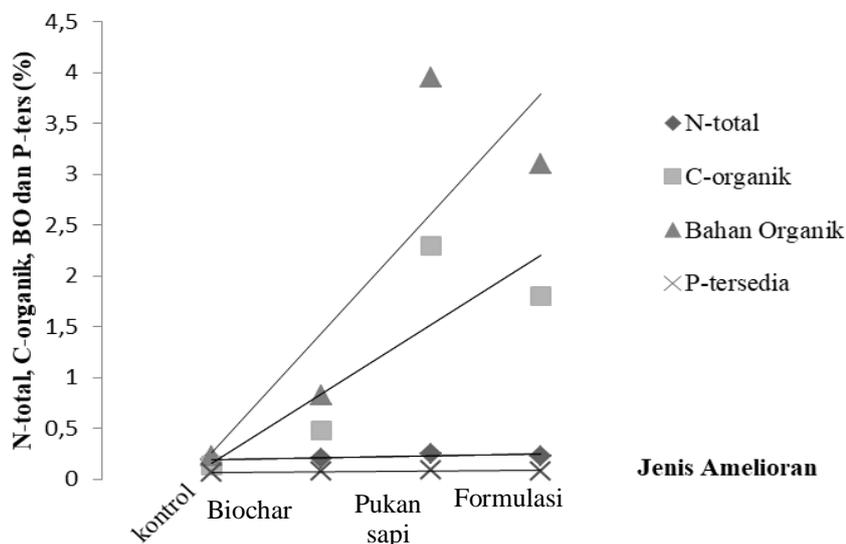
$$\text{Kejenuhan Basa (\%)} = \frac{\text{Ca-dd} + \text{Mg-dd} + \text{Na-dd} + \text{K-dd}}{\text{KTK}} \dots\dots\dots(1)$$

Kemudian tanah diayak menggunakan ayakan 0,5 mm. Tanah yang lolos ayakan 0,5 mm digunakan untuk analisis C-Organik dan bahan organik dengan metode *Walkley and Black*, analisa N-total dengan metode *Kjehldhal*.

Hasil data yang diperoleh dari tanah setelah diinkubasi dengan dua jenis amelioran, data diolah berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan Microsoft Excel dengan persamaan regresi dan koefisien determinasi pada  $F_{hit} > 5\%$ . Jika diperoleh R-square diperoleh lebih dari 0,65 maka perlakuan dianggap berpengaruh nyata dalam meningkatkan kesuburan tanah.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa pemberian amelioran yang berasal dari biochar, kotoran sapi dan formulasi biochar plus kotoran sapi dapat meningkatkan status kesuburan tanah, khususnya unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman, yaitu, N-total, C-organik, bahan organik, dan P-tersedia. Unsur hara tersebut memberikan peningkatan signifikan jika dibandingkan dengan kontrol.



Gambar 1. Pengaruh biochar, pupuk kandang sapi, dan formulasinya terhadap unsur hara makro esensial di lahan bekas tambang batubara

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa aplikasi biochar dan pupuk kandang serta formulasinya meningkatkan bahan organik tanah dan C-organik tanah ( $R^2 = 0,721$ ). Namun berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa

aplikasi amelioran baik pada biochar maupun kotoran sapi serta formulasinya tidak meningkatkan N-total dan P-tersedia secara signifikan ( $R^2 = 0,635$  pada N-total dan  $R^2 = 0,458$ ).

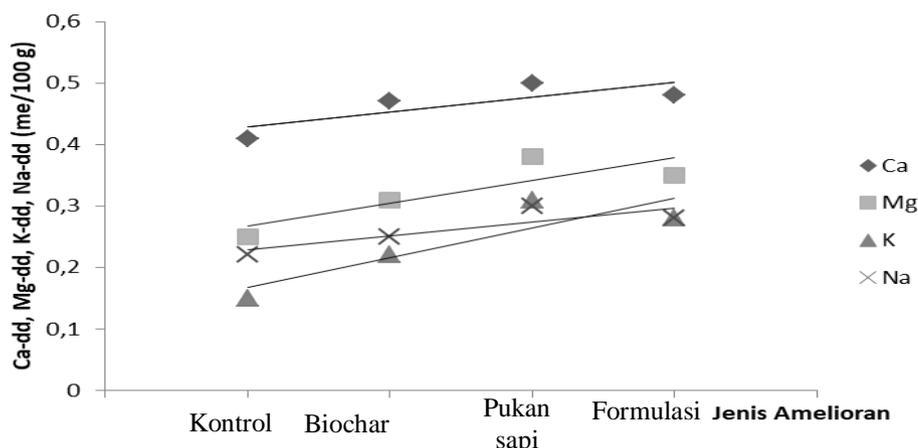
Tabel 2. Persamaan Regresi Berbagai Jenis Amelioran yang diaplikasikan terhadap N-total, P-tersedia, C-Organik dan Bahan Organik

Parameter (%)	Persamaan Regresi	Koefisien Determinasi ( $R^2$ )*	r
N-total	$0,017 x + 0,175$	0,6352	0,796
C-Organik	$0,683 x - 0,530$	0,7218	0,849
Bahan Organik	$1,175 x - 0,911$	0,7218	0,849
P-tersedia	$0,497x + 6,185$	0,4578	0,676

Koefisien determinasi ( $R\text{-square} > 0,650$ ) adalah berbeda nyata pada  $p > 0.05$ .

Pemberian bahan organik yang berasal dari biochar dan pupuk kandang sapi serta formulasinya juga meningkatkan beberapa parameter kesuburan tanah lainnya. Khususnya kapasitas tukar kation dan sumber basa mineral yang merupakan sumber dari nutrisi tanaman (Ca, Mg, K, dan Na). Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa

pemberian amelioran memberikan hasil yang signifikan pada peningkatan basa-basa di dalam tanah, khususnya Mg ( $R^2 = 0,722$ ), Na ( $R^2 = 0,719$ ), dan K ( $R^2 = 0,768$ ). Namun, pada pemberian amelioran tidak berpengaruh nyata dalam peningkatan Ca di dalam tanah dengan ( $R^2 = 0,641$ ).



Gambar 2. Pengaruh biochar, pupuk kandang sapi, dan formulasinya terhadap Basa-basa dapat ditukar (Ca-dd, Mg-dd, K-dd, Na-dd).

Tabel 3. Persamaan Regresi Berbagai Jenis Amelioran yang diaplikasikan terhadap Basa-basa dapat ditukar

Parameter (me/100 g)	Persamaan Regresi	Koefisien Determinasi ( $R^2$ )*	r
Ca –dd	$0,024 x + 0,405$	0,6400	0,800
Mg –dd	$0,037 x + 0,230$	0,7224	0,849
K –dd	$0,048 x + 0,12$	0,768	0,876
Na –dd	$0,023 x + 0,206$	0,7197	0,848

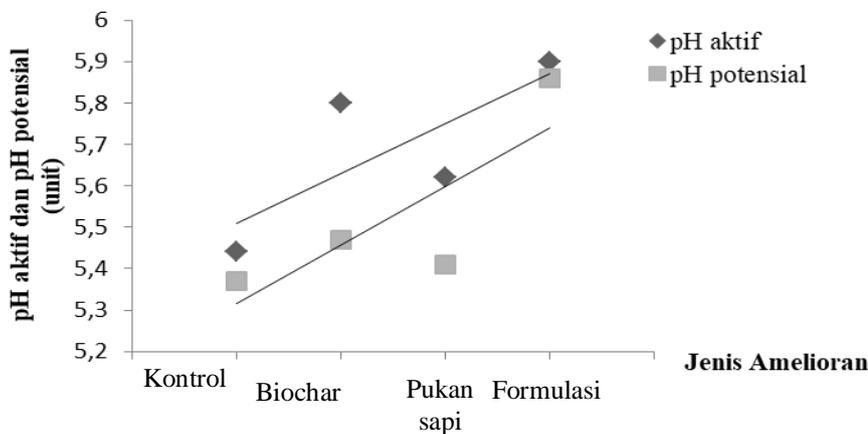
Koefisien determinasi ( $R$ -square  $>0,650$  adalah berbeda nyata pada  $p > 0.05$ ).

Indikator kesuburan tanah lainnya dapat berupa pH dan KTK tanah. pH tanah akan meningkat ketika diaplikasikan bahan organik, karena menyumbangkan hidroksida ( $OH^-$ ) dalam larutan tanah, sehingga dapat membantu proses pertukaran kation di dalam tanah. Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa pemberian bahan organik baik dari pupuk kandang sapi dan biochar serta formulasinya dapat meningkatkan pH dan kapasitas tukar kation. Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa pemberian bahaan amelioran dari biochar tidak memberikan pengaruh nyata pada peningkatan pH aktif, jika dibandingkan dengan kontrol. Begitu juga dengan

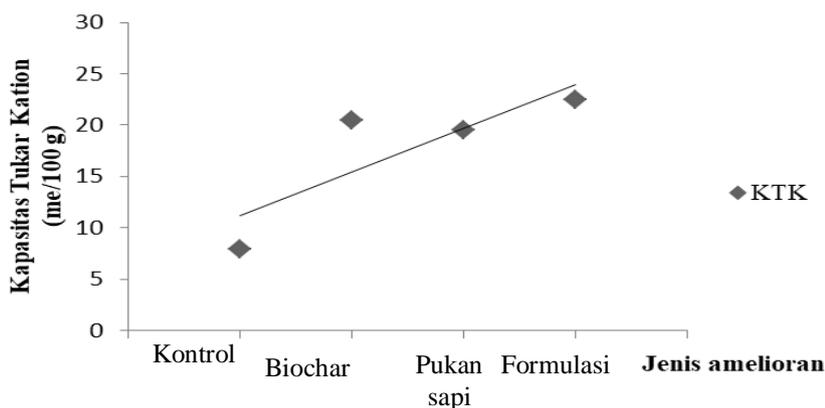
pemberian pupuk kandang dan formulasi dari biochar dan pupuk kandang, dengan nilai  $R^2 = 0,582$ . Namun, pada pH potensial, terjadi peningkatan signifikan setelah diberikan amelioran dari pupuk kandang dan biochar, serta formulasinya, dengan  $R^2 = 0,652$ . Peningkatan pH potensial terbesar terdapat pada formulasi biochar dan pupuk kandang sapi yaitu 5,86 unit seperti yang disajikan pada Gambar 3. Peningkatan pH potensial dikarenakan adanya sumber hidroksida yang lebih banyak dari formulasi biochar dan pupuk kandang, karena proses mineralisasi yang lebih panjang dapat meningkatkan proses disosiasi  $H^+$ .

Pada Tabel 4 juga dapat dilihat bahwa pemberian amelioran berpengaruh nyata terhadap peningkatan kapasitas tukar kation di dalam tanah dengan  $R^2 = 0,705$ . Peningkatan tertinggi terdapat pada

penggunaan biochar yang diformulasikan dengan pupuk kandang yaitu 22,45 me/100 g tanah jika dibandingkan dengan kontrol seperti yang disajikan pada Gambar 4.



Gambar 3. Pengaruh biochar, pupuk kandang sapi, dan formulasinya terhadap pH aktif dan pH potensial



Gambar 4. Pengaruh biochar, pupuk kandang sapi, dan formulasinya terhadap Kapasitas Tukar Kation

Tabel 4. Persamaan Regresi Berbagai Jenis Amelioran yang diaplikasikan terhadap pH dan KTK

Parameter	Persamaan Regresi	Koefisien Determinasi ( $R^2$ )*	r
pH Aktif	$0,120 x + 5,390$	0,5825	0,7632
pH potensial	$0,141 x + 5,175$	0,6520	0,8073
KTK (me/100 g)	$4,274 x + 6,900$	0,7053	0,8398

Koefisien determinasi ( $R$ -square > 0,650 adalah berbeda nyata pada  $p > 0.05$ ).

Berdasarkan Gambar 3 dan Gambar 4 dapat dilihat bahwa penggunaan formulasi biochar dan pupuk kandang sapi memberikan peningkatan pH dan KTK tanah setelah diinkubasi. Hal ini dikarenakan sumber muatan negatif lebih banyak dari formulasi

ini, sumber muatan negatif berasal dari asam karboksilat dan fenolat yang telah mengalami proses disosiasi  $H^+$  akibat proses mineralisasi dari pembuatan formulasi biochar dan pupuk kandang. Septyani, *et al* (2019) melaporkan bahwa penambahan amelioran dari limbah

pertanian dengan pembenahan tanah sangat penting untuk memperlambat pengasaman tanah. Bahan organik juga dapat meningkatkan penyerapan kation karena bahan organik memiliki kompleks serapan yang didominasi oleh kation sehingga daya tukar kation lebih besar dari pada anion sehingga lempung dari mineral tersebut didominasi oleh muatan negatif. Asam karboksil (COO<sup>-</sup>) dan fenol (OH) merupakan asam lemah yang berfungsi sebagai donor proton atau muatan negatif seiring dengan peningkatan pH. Hal ini yang menyebabkan peningkatan KTK pada pemberian formulasi biochar (Shi, *et al.*, 2019).

Biochar juga dapat meningkatkan KTK lahan bekas tambang batubara karena biochar memiliki kemampuan menyerap kation yang tinggi. Nilai ini sesuai dengan Mian, *et al* (2019) bahwa biochar adalah zat karbon yang dihasilkan oleh konversi pirolitik biomassa yang terdiri dari karbon, oksigen, hidrogen, belerang, dan nitrogen. Munir *et al* (2020) melaporkan bahwa penggunaan

biochar sebagai amandemen telah disarankan karena kemampuannya untuk menyerap, meningkatkan kapasitas menahan air, kapasitas tukar kation, dan peningkatan pH tanah dan karbon organik karena luas permukaannya yang tinggi, gugus fungsi, dan sifat serap dan kondisioner yang baik untuk meningkatkan kesuburan tanah.

Peningkatan pH dan KTK akan mendukung ketersediaan unsur hara makro esensial lainnya terutama N, P, K, Ca, Mg, dan K serta bahan organik tanah. Hal ini dikarenakan bahan organik menyumbangkan sejumlah basa-basa akibat proses dekomposisi bahan organik yang akan menghasilkan oksida-oksida basa. Selain itu, peningkatan pH dan KTK akan menghambat proses retensi P oleh logam berat yang ada di lahan tambang. Hal ini dikarenakan logam berat telah mengalami proses kelatisasi dengan senyawa asam karboksil, sehingga ketersediaan P menjadi lebih meningkat (Yulnafatmawita, *et al.*, 2020).

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa aplikasi bahan organik dari biochar yang dicampur dengan kotoran sapi berpengaruh dalam meningkatkan kesuburan tanah lahan bekas tambang batubara khususnya sifat kimia tanah yang ditandai dengan peningkatan pH, KTK dan dapat menyediakan unsur hara utama dengan komposisi yang lengkap. Sehingga formulasi biochar dan kotoran sapi dapat dijadikan sebagai rekomendasi pertama untuk mendukung pertanian berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

Adriani, E., Gustaman, S., Saputri, D.R., Kusnadi, E., Suheri, S. & Emo, M. 2020. Export Commodity Analysis, 2012–2019, Agriculture, Industry and Mining Sector. Jakarta : Statistics Indonesia.

Andrey, G., Rajput, V., Tatyana, M., Saglara, M., Svetlana, S., Igor, K., Grigoryeva, T.V., Vasily, C., Irida, A., Vladislav, Z., Elena, F. & Hasmik, M. 2019. The role of biochar-microbe interaction in alleviating heavy metal toxicity in *Hordeum vulgare* L. grown in highly polluted soils, 104, 93-101. doi : 10.1016/j.apgeochem.2019.03.017Get rights and content

Badan Pengelola Sumber Daya Air (BPSDA). 2017. Monthly Rainfall Data in West Sumatra Station.

Penido, E.S., Martins, G.C., Mendes, T.B.M., Melo, L.C.A., Guimarães, I.R. & Guilherme, L.R.G. 2019. Combining biochar and sewage sludge for immobilization of heavy metals in mining soils. *Ecotoxic. and Environ. Safety*, 172, 326–33.

- Pratiwi, P., Narenda, B.H., Siregar, C.A., Turjaman, M., Hidayat, A., Rachmat, A., & Mulyanto, B. 2021. Managing and Reforesting Degraded Post-Mining Landscape in Indonesia : A Review. *Land*, 10(6), 658. doi: doi.org/10.3390/land10060658
- Putri, S.D. & Oktabriana, G. 2020. Application of Cow Manure and *Trichoderma* sp. On Ex-Mining Land to Improve Soil Chemical Properties and Fragrant Lemongrass (*Cymbopogon nardus* L.) Growth. *Journal of Food and Medicinal Plants*, 1(1), 16-19. doi : http://dx.doi.org/10.25077/jfmp.1.1.16-19.2020
- Mian, M.M., Liu, G., Fu, B. & Song, Y. 2019. Facile synthesis of sludge-derived MnOx-N-biochar as an efficient catalyst for peroxymonosulfate activation. *Applied Catalysis B: Environmental*, 255. doi :doi.org/10.1016/j.apcatb.2019.117765
- Munir, M.A., Liu, G., Yousaf, B., Mian, M., Ali, M.U., Ahmed., Chema, A. & Naushad, N. 2020. Contrasting effects of biochar and hydrothermally treated coal gangue on leachability, bioavailability, speciation and accumulation of heavy metals by rapeseed in copper mine tailings. *Ecotoxicology and Environmental Safe*, 191. doi : doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110244
- Septyani, I.A.P., Yasin, S. & Gusmini, G. 2019. Utilization of Sugarcane Filter Press Mud Compost as Organic Fertilizer for Improving Chemicals Properties of Ultisols and Oil Palm Seedlings. *Tropical and Subtropical Agroecosystem*, 22 (3) 647-653. https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/2875/1324
- Shi, R., Hong, Z., Li, J., Jiang, J. & Kamran, M. A. 2018. Peanut straw biochar increases the resistance of two ultisols derived from different parent materials to acidification : a mechanism study. *Journal of Environmental Management*. 210: 171-179. doi: 10.1016/j.jenvman.2018.01.028.
- Soil Research Center. 2012. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Air dan Tanaman*. Bogor: Indonesia. Balai Penelitian Tanah.
- Sopialena, S., Rosfiansyah, R. & Sila, S. 2017. The Benefit of Top Soil and Fertilizer Mixture to Improve the Ex-Coal Mining Land. *Nusantara Bioscience*, 1(1) :36-43. doi : 10.13057/nusbiosci/n090107
- Yulnafatmawita, Y., Yasin, S. & Maira, L. 2020. Effectiveness of Rice Husk Biochar in Controlling Heavy Metals at Polluted Paddy Soil. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. doi : 10.1088/1755-1315/583/1/012008
- Zhengfu, B., Hilary, D., John, D., Frank., O. & Sue, S. 2020. Environmental Issues from Coal Mining and Their Solutions. *Minings Science and Technology*, 20(2), 215-223. doi: 10.1016/S1674-5264(09)60187-3