

Sinergi Biochar Arang Sekam dan Kompos Kotoran Ayam dalam Remediasi Lahan Bekas Tambang Emas

Yuliya Citra, Beny Setiawan, dan Sarwendah Ratnawati Hermanto*

Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan, Jurusan Pertanian dan Bismis,
Politeknik Negeri Ketapang
Jl. Rangga Sentap-Dalong, Kelurahan Sukaharja, Kecamatan Delta Pawan,
Kabupaten Ketapang 78813
*Alamat korespondensi: sarwendahrh@politap.ac.id

INFO ARTIKEL	ABSTRACT/ABSTRAK
Diterima: 05-06-2025	
Direvisi: 05-12-2025	Synergy of biochar from rice husk and chicken manure compost in remediating former gold mining land
Dipublikasi: 31-12-2025	
Keywords: Incubation, NPK, Organic C, Pb, Soil pH	Land degradation in mining areas can become a major problem if not properly managed as it may lead to changes in the natural, physical, chemical, and biological conditions of the soil. The purpose of this study was to determine the effect, optimal dose, and interaction of rice husk biochar and chicken manure compost on the chemical properties of soil from former gold mining sites in an incubation experiment. This research was conducted using an experimental method employing a factorial Completely Randomized Design (CRD) with 3 replications. The first factor was rice husk biochar (B), which consisted of 3 levels (B0: 0, B1: 300, B2: 400 g/polybag) and the second factor was chicken manure compost (K), which consisted of 3 levels (K0: 0, K1: 300, K2: 400 g/polybag). If the data obtained showed significant effects, the Duncan Multiple Range Test at the 5% level was continued. The results showed that the treatment with rice husk biochar had a significant effect on the soil parameters pH, N, P, K, organic C, and Pb. The best dose for the treatment of rice husk biochar was 400 g/polybag. The treatment of chicken manure compost significantly affected the parameters of soil pH, N, P, K, Pb, and had no significant effect on the organic C parameter. The best dose for the treatment of chicken manure compost was also 400 g/polybag. There was a significant interaction between the rice husk biochar treatment and the dose of chicken manure compost on the increasing of soil pH, N, P, K. There was no interaction between the rice husk biochar treatment and chicken manure compost on the organic C parameter. The best dose was 400 g/polybag of rice husk biochar + 400 g/polybag of chicken manure compost or equivalent to 900 tons/ha.
Kata Kunci: C-organik, Inkubasi, NPK, Pb, pH tanah	Degradasi lahan wilayah pertambangan dapat menjadi permasalahan besar jika tidak dikelola dengan baik dan bisa menyebabkan perubahan kondisi alam, fisik, kimia, dan biologi tanah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh, dosis kombinasi terbaik serta interaksi pemberian biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam terhadap sifat kimia tanah bekas tambang emas dalam percobaan inkubasi. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah biochar sekam padi (B), yang terdiri dari 3 taraf (B0: 0, B1: 300, B2: 400 g/polybag) dan faktor kedua adalah kompos kotoran ayam (K), yang terdiri dari 3 taraf (K0: 0, K1: 300, K2: 400 g/polybag). Apabila data yang didapat berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan

Duncan Multiple Range Test taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan biochar sekam padi berpengaruh nyata terhadap parameter pH tanah, N, P, K, C-organik dan Pb. Dosis terbaik perlakuan biochar sekam padi yakni 400 g/polybag. Perlakuan kompos kotoran ayam berpengaruh nyata dalam menaikkan nilai pH tanah, N, P, dan K serta berpengaruh tidak nyata terhadap parameter C-organik. Dosis terbaik perlakuan kompos kotoran ayam yakni 400 g/polybag. Terjadi interaksi yang berpengaruh nyata perlakuan biochar sekam padi dan dosis kompos kotoran ayam terhadap parameter pH tanah, N, P, K, dan Pb. Tidak terjadi interaksi perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam terhadap parameter C-organik. Dosis terbaik yakni 400 g/polybag biochar sekam padi + 400 g/polybag kompos kotoran ayam atau setara dengan 900 ton/ha.

PENDAHULUAN

Degradasi lahan dan lingkungan di wilayah pertambangan dapat menjadi permasalahan besar jika tidak dikelola dengan baik dan bisa menyebabkan perubahan kondisi alam, fisik, kimia, biologi tanah, iklim mikro, serta perubahan flora dan fauna. Menurut hasil riset Swandiri Institute, luas pertambangan Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat, mencapai 156 unit dengan luasan 1.331.231,50 ha (PWYP, 2013). Lahan bekas tambang emas pada lokasi penelitian mengalami berbagai kerusakan seperti hilangnya vegetasi, rusaknya struktur tanah, dan rendahnya kesuburan tanah akibat aktivitas penambangan di daerah tersebut. Kondisi lahan bekas tambang emas perlu diperhatikan agar bisa dimanfaatkan kembali secara berkelanjutan (Ningrum & Ardy, 2015). Metode remediasi yang lebih ekonomis dalam upaya meningkatkan kesuburan tanah bekas tambang adalah dengan menggunakan karbon aktif sekam padi, salah satu limbah pertanian yang berpotensi untuk diolah lebih lanjut menjadi biochar yang bisa diaplikasikan pada tanah (Salawati, dkk., 2016). Biochar sekam padi merupakan hasil pembakaran yang tidak sempurna dari sekam padi yang berpotensi untuk menambah unsur hara pada tanaman serta juga dapat meningkatkan kualitas tanah dan digunakan sebagai salah satu alternatif untuk pemberah tanah. Biochar merupakan salah satu bahan organik yang memiliki sifat stabil dapat dijadikan pemberah tanah lahan kering. Pemilihan bahan baku biochar ini didasarkan pada produksi sisa tanaman yang melimpah dan belum termanfaatkan (Verdiana dkk., 2016).

Kompos kotoran ayam merupakan salah satu dari jenis pupuk organik yang berasal dari kotoran hewan dan mempunyai kemampuan untuk memperbaiki kesuburan tanah. Kandungan hara pada

kompos kotoran ayam juga tergantung pada jenis kotoran hewannya dan juga pengelolaannya. Kandungan hara lebih tinggi jika melalui metode pengomposan karena telah terjadi penguraian oleh mikroorganisme, sehingga unsur hara makro dan mikro akan lebih banyak tersedia (Romadhan dkk., 2022a). Inkubasi dilakukan untuk memberikan kesempatan kepada mikroorganisme untuk tumbuh dan bermetabolisme guna menguraikan kandungan bahan organik menjadi senyawa anorganik yang selanjutnya diserap oleh tanaman. Hasil penelitian Rosa dkk. (2023) menunjukkan bahwa faktor biokompos dan masa inkubasi serta interaksinya berpengaruh nyata terhadap sifat kimia tanah bekas tambang.

Tanah bekas tambang emas yang digunakan dalam penelitian memiliki kandungan unsur hara N, P, dan K yang rendah yaitu N sebesar 21,3 mg/kg, P sebesar 11 mg/kg dan K sebesar 16,33 mg/kg. Kandungan unsur hara N, P, K pada tanah bekas tambang emas yang diberi perlakuan pemberian pupuk kandang sapi dan arang sekam mengalami peningkatan kandungan N sebesar 0,565%, P sebesar 245, 964 ppm, dan K sebesar 0,167 dengan dosis terbaik perlakuan pupuk kandang sapi sebesar 250 g/polybag + arang sekam 250 g/polybag (Cahyaningrum dkk., 2023). Karakteristik lahan pasca tambang emas pada lokasi penelitian didominasi oleh tanah berpasir yang bercampur dengan kerikil-kerikil kecil dengan drainase baik tetapi memiliki kemampuan mengikat air sangat rendah. Intensitas cahaya sangat tinggi karena lahan terbuka tanpa vegetasi berkayu sehingga suhu permukaan tanah sangat tinggi, lapisan top soil hampir tidak ada, vegetasi dan unsur hara sangat minim, keasaman tanah tinggi, masih menyimpan logam berbahaya bagi makhluk hidup (Romadhan dkk., 2022b).

Salah satu logam berat yang keberadaannya cukup banyak adalah timbal (Pb). Kandungan Pb yang terdapat pada tanah bekas tambang emas yang digunakan untuk penelitian ini sebesar 6,61 ppm. Timbal (Pb) merupakan logam berat nonesensial yang sulit untuk terdegradasi secara alami dan bersifat akumulatif yaitu apabila terakumulasi di dalam tubuh makhluk hidup akan menimbulkan sifat toksik, karena logam berat nonesensial di dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya sehingga dianggap bersifat beracun (Pradona & Partaya, 2022). Sifat kimia tanah tambang emas yaitu pH asam, bahan organik rendah, KTK, unsur hara rendah baik itu unsur makro dan unsur mikro (Allo, 2016). Biochar dapat menjaga kelembaban tanah sehingga kapasitas menahan air menjadi tinggi dan dapat meremediasi tanah yang tercemar logam berat seperti (Pb, Cu, Cd, dan Ni), dan penambahan biochar ke tanah akan menyebabkan perubahan komposisi tanah dan kualitas tanah (Hidayat dkk., 2023). Penggunaan kompos kotoran ayam ke dalam tanah dapat memperbaiki agregasi tanah, mampu meningkatkan jumlah pori-pori tanah dan sebagai media yang cocok bagi pertumbuhan tanaman, jangkauan akar semakin luas, penyerapan hara semakin mudah, serta mempunyai kemampuan yang lebih baik dalam memperbaiki sifat-sifat tanah, baik sifat fisik, kimia maupun biologi tanah (Dariah dkk., 2015). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan biochar sekam padi, pengaruh terbaik perlakuan kompos kotoran ayam dan mengetahui interaksi antara perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam terhadap sifat kimia tanah bekas tambang emas.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai Mei 2024. Adapun tempat penelitian

dilaksanakan di laboratorium percobaan, Politeknik Negeri Ketapang, Kalimantan Barat.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah biochar sekam padi (B), yang terdiri dari 3 taraf (B0: 0, B1: 300, B2: 400 g/polybag) dan faktor kedua adalah kompos kotoran ayam (K), yang terdiri dari 3 taraf (K0: 0, K1: 300, K2: 400 g/polybag). Banyaknya perlakuan dalam percobaan ini ada 9 kombinasi yaitu b₀k₀, b₀k₁, b₀k₂, b₁k₀, b₁k₁, b₁k₂, b₂k₀, b₂k₁, b₂k₂ sehingga diperoleh 27 unit percobaan (Tabel 1).

Tabel 1. Kombinasi perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam

Perlakuan	Biochar sekam padi (g/polybag)	Kompos kotoran ayam (g/polybag)
b ₀ k ₀	0	0
b ₀ k ₁	0	300
b ₀ k ₂	0	400
b ₁ k ₀	300	0
b ₁ k ₁	300	300
b ₁ k ₂	300	400
b ₂ k ₀	400	0
b ₂ k ₁	400	300
b ₂ k ₂	400	400

Pembuatan Biochar Sekam Padi

Pembuatan biochar sekam padi menggunakan metode pirolisis. Sekam padi dimasukkan ke dalam alat pirolisis. Waktu pembakaran optimal dengan 3 kg sekam padi adalah 2,5 jam yang menghasilkan ± 2 kg biochar sekam padi. Sekam padi yang telah dibakar kemudian dihaluskan menggunakan alat penumbuk (Alloina dkk., 2019). Diperlukan 6,3 kg biochar sekam padi untuk memenuhi kebutuhan penelitian ini.



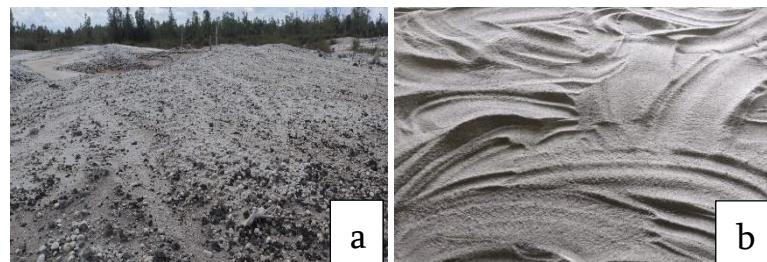
Gambar 1. Pembuatan biochar sekam padi dengan metode pirolisis. Sekam padi dimasukkan ke dalam alat (kiri) kemudian ditutup dan dipanaskan (kanan).

Pembuatan Kompos Kotoran Ayam

Proses pembuatan kompos kotoran ayam dimulai dengan persiapan bahan yaitu kotoran ayam, sabut kelapa yang telah dihaluskan dan EM4. Kotoran ayam kemudian dicampur dengan serbuk sabut kelapa dengan perbandingan 1:1, kemudian tumpukan bahan-bahan organik tersebut disiram dengan larutan EM4 (63 ml EM4 dalam 6,3 liter air) secara merata, lalu ditutup dengan terpal. Proses pembalikan dan pengukuran pH dilakukan setiap 1 minggu sekali selama 30 hari (Trivana dkk., 2017). Kompos kotoran ayam yang telah matang dicirikan dengan warnanya yang hitam kecoklatan, teksturnya gembur, tidak berbau. Diperlukan 6,3 kg kompos kotoran ayam untuk memenuhi kebutuhan penelitian ini.

Karakteristik dan Pengambilan Tanah Bekas Tambang Emas

Sampel tanah bekas tambang emas diambil pada kedalaman 10 cm yang diambil menggunakan ring sampel tanah. Lokasi pengambilan tanah pada bekas tambang emas di daerah Pelang pal 21, Kecamatan Matan Hilir Selatan, Kabupaten Ketapang. Karakteristik tanah yang dijadikan sampel ini berpasir dan kering dengan pH 4,8. Tanah diayak menggunakan ayakan 10 mesh untuk memisahkan tanah dengan ranting, kerikil dan batu untuk memperoleh ukuran tanah yang seragam (Gambar 2). Tanah dari lokasi tambang dikeringanginkan selama 3 x 24 jam.



Gambar 2. Persiapan sampel tanah. (a) Lahan bekas tambang emas, (b) Tanah bekas tambang emas yang sudah diayak dan dikeringanginkan.

Persiapan Sampel, Pengaplikasian Perlakuan dan Inkubasi

Tanah yang telah dikeringanginkan kemudian dikompositkan dengan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam sesuai dengan perlakuan. Setelah tercampur rata, tanah dimasukkan ke dalam polybag sebanyak 2 kg/polybag, kemudian air dituangkan ke dalam masing-masing polybag hingga mencapai kapasitas lapang. Lalu ditutup menggunakan terpal guna mencegah paparan cahaya, kemudian disusun secara acak. Sampel tanah yang telah diberi perlakuan diinkubasi selama 15 hari bertujuan agar terjadi penguraian pada tanah yang diberi perlakuan, dan selama proses inkubasi dilakukan penambahan air sesuai kapasitas lapang.

Analisis Tanah Bekas Tambang Emas

Sampel tanah yang telah selesai masa inkubasi dimasukkan ke dalam plastik sebanyak 200 g/sampel. Kemudian sampel tanah dianalisis di laboratorium.

Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang digunakan untuk mengetahui sifat kimia tanah bekas tambang emas

dalam penelitian ini adalah pH tanah, N, P, K, yang diuji menggunakan NPK *soil tester* di laboratorium dan kebun percobaan. C-organik diuji menggunakan metode Walkley & Black dan Pb yang diuji menggunakan metode ekstraksi HNO₃.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis secara statistik dengan sidik ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA) menggunakan aplikasi Dipartimento di *Scienze Agrarie ed Ambientali-Statistic* (DSAA-STAT). Apabila data yang diperoleh berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multi Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

pH Tanah

Perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam berpengaruh nyata terhadap parameter pH tanah. Terdapat pula interaksi yang signifikan antara kedua perlakuan tersebut terhadap pH tanah. Hasil uji lanjut DMRT pada taraf 5% dapat dilihat

pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, perlakuan biochar sekam padi terbaik terdapat pada dosis B2 (400 g) yang menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan B0 (tanpa biochar) dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan B1 (300 g). Aplikasi biochar sekam padi dosis 400 g mampu meningkatkan pH tanah bekas tambang emas dari pH tanah 4,8 (kategori asam) menjadi 6,31 (kategori agak asam). Peningkatan ini diduga karena penambahan biochar sekam padi meningkatkan proses dekomposisi bahan organik serta menyediakan kation-kation basa yang dapat menetralkan keasaman tanah. Enzeta dkk. (2022) melaporkan bahwa aplikasi biochar sekam padi

dapat meningkatkan pH tanah dan kandungan hara pada media tanam.

Pemberian biochar arang sekam secara mandiri juga meningkatkan pH tanah, meskipun peningkatan tersebut relatif kecil. Peningkatan pH ini diduga disebabkan oleh kemampuan biochar dalam meningkatkan kation basa seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} dan K^+ serta mengurangi kelarutan Al^{3+} dalam tanah. Penelitian Agviolita dkk. (2021) menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis biochar yang diberikan, semakin tinggi pula pH tanah, karena biochar menghasilkan karbon aktif dengan pH yang relatif tinggi. Temuan ini sejalan dengan laporan Yuliana dkk. (2022).

Tabel 2. Pengaruh pemberian biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam terhadap nilai pH tanah bekas tambang emas

Perlakuan	Kompos kotoran ayam (g/polybag)		
	K0 (0)	K1 (300)	K2 (400)
B0 (0)	4,00 a A	5,26 a B	5,13 a B
B1 (300)	6,06 b A	6,26 b B	6,26 c B
B2 (400)	6,13 b A	6,73 c B	6,06 b A

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama, berbeda tidak nyata menurut Uji Lanjut Duncan pada taraf nyata 5%. Huruf kecil dibaca arah vertikal, membandingkan antara biochar pada dosis kompos kotoran ayam yang sama. Huruf kapital dibaca arah horizontal, membandingkan antara dosis kompos kotoran ayam pada dosis biochar yang sama.

Berdasarkan Tabel 2 hasil uji lanjut perlakuan kompos kotoran ayam terbaik tampak pada dosis K1 (300 g) yang menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan K0 (tanpa kompos kotoran ayam) dan berbeda tidak nyata dengan perlakuan K2 (400 g). Kompos kotoran ayam dengan dosis 300 g mampu meningkatkan pH tanah bekas tambang emas, yakni dari pH tanah 5,4 dengan kriteria asam menjadi 6,08 dengan kriteria agak asam. Hal ini diduga pemberian kompos kotoran ayam dengan dosis 300 g mampu meningkatkan pH tanah bekas tambang emas. Menurut Yuliana dkk. (2022) peningkatan pH karena pemberian kompos kotoran ayam diduga karena beberapa hal antara lain pelepasan OH^- pada proses oksidasi anion asam organik, konsumsi proton selama dekarboksilasi anion asam organik, pelepasan ion OH^- selama mineralisasi N organik, pelepasan OH^- akibat adsorpsi spesifik dari bahan humat dan molekul organik ke dalam hidroksida Al.

Menurut Yuniarti dkk. (2020), penurunan pH tanah selama proses inkubasi dikarenakan kompos kotoran ayam mengalami dekomposisi oleh mikroorganisme tanah yang menghasilkan senyawa-

senyawa asam seperti asam humat dan asam fulfat dan selama proses dekomposisi nitrogen diubah menjadi bentuk amonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-) yang bereaksi dengan udara membentuk asam, sehingga menurunkan pH tanah. Selain itu, kompos kotoran ayam mengandung koloid organik yang dapat mengikat Al pada media tanam sehingga kadar hara meningkat (Enzeta dkk., 2022). Kandungan asam-asam organik yang terkandung dalam kompos kotoran ayam dapat bereaksi dengan Al-monomerik membentuk senyawa ketal-Al yang menyebabkan Al larut dan menjadi berkurang. Al larut merupakan penyebab kemasaman tanah atau penyumbang ion H^+ , sehingga dengan berkurangnya larutan Al maka pH tanah cenderung meningkat dengan pemberian kompos kotoran ayam (Pali dkk., 2015).

Mikroorganisme penting yang terkandung dalam kompos kotoran ayam dalam proses remediasi tanah yaitu, bakteri dekomposer (*Bacillus*, *Pseudomonas* dan *Actinomycetes*) yang berperan membantu menguraikan bahan organik menjadi nutrisi dan meningkatkan struktur tanah, melarutkan fosfat yang terikat dalam tanah. Bakteri penambat

nitrogen (*Azotobacter* dan *Rhizobium*) yang dapat menambat dan memperkaya nitrogen dalam tanah, fungi mikoriza yang berperan membantu menyerap air dan nutrisi dari tanah, serta memperbaiki struktur tanah. Bakteri *Actinomisetes* yang berperan dalam dekomposisi bahan organik kompleks seperti selulosa dan lignin yang membantu meningkatkan kesuburan tanah (Wasis & Fitriani, 2022).

Berdasarkan Tabel 2 hasil uji lanjut menunjukkan bahwa interaksi perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam berpengaruh nyata terhadap pH tanah bekas tambang emas. Perlakuan terbaik tampak pada perlakuan b2k1 (400 g biochar sekam padi + 300 g kompos kotoran ayam) yang menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan boko. Hal ini diduga perlakuan biochar sekam padi kompos kotoran ayam mampu meningkatkan pH tanah bekas tambang emas, yakni dari pH tanah 4 dengan kriteria asam menjadi 6,73 dengan kriteria netral.

Tabel 3. Pengaruh pemberian biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam terhadap parameter Nitrogen (N) tanah bekas tambang emas

Perlakuan	Kompos kotoran ayam (g/polybag)		
	K0 (0)	K1 (300)	K2 (400)
Biochar sekam padi (g/polybag)	21,3 a	256,66 a	101,33 a
	A	B	A
B0 (0)	34 a	317 a	507,66 b
	A	B	C
B1 (300)	42,66 a	448 b	819 c
	A	B	C
B2 (400)			

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama, berbeda tidak nyata menurut Uji Lanjut Duncan pada taraf nyata 5%. Huruf kecil dibaca arah vertikal, membandingkan antara biochar pada dosis kompos kotoran ayam yang sama. Huruf kapital dibaca arah horizontal, membandingkan antara dosis kompos kotoran ayam pada dosis biochar yang sama.

Perlakuan biochar sekam padi terbaik tampak pada dosis B2 (400 g) yang menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan B0 (tanpa biochar sekam padi) dan perlakuan B1 (300 g). Biochar sekam padi dengan dosis 400 g mampu meningkatkan N tanah bekas tambang emas, yakni dari 106,66 mg/kg dengan kriteria rendah menjadi 456,55 mg/kg dengan kriteria tinggi. Hal ini karena pemberian biochar sekam padi dengan dosis 400 g mampu meningkatkan N pada tanah bekas tambang emas. Menurut Liu *et al.* (2021), biochar sekam padi secara signifikan meningkatkan kandungan nitrogen dibandingkan dengan tanpa perlakuan. Kandungan hara terutama N pada tanah bekas tambang emas sangat rendah, namun kadar N dapat meningkat jika pada tanah ditambahkan bahan organik, karena salah satu sumber N dalam tanah berasal dari bahan organik (Gusmini dkk., 2024).

Perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam mampu meningkatkan pH tanah (Liu *et al.*, 2021). Selain itu, pemberian biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam dapat memperbaiki sifat fisik tanah antara lain, dapat meningkatkan agregasi partikel tanah, membantu pembentukan agregat tanah, meningkatkan kapasitas tanah untuk menahan air dan menyediakan air, serta mampu memperbaiki tekstur tanah yang awalnya kasar menjadi halus dan gembur (Ghassani & Titah, 2022).

Nitrogen (N) (mg/kg)

Perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam berpengaruh nyata terhadap parameter N tanah. Terdapat interaksi yang berpengaruh nyata perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam terhadap parameter N tanah. Hasil uji lanjut DMRT pada taraf 5 % dapat dilihat pada Tabel 3.

Kandungan N meningkat dikarenakan biochar memiliki pori-pori yang kaya struktur dan luas permukaan spesifik yang besar, yang dapat menyerap dan menahan N tanah, mengurangi kehilangan N tanah akibat pencucian, dan meningkatkan kandungan unsur hara N tanah (Abujabbar *et al.*, 2017).

Menurut Putri dkk. (2017), permukaan oksida pada biochar juga efektif menyerap NH_4^+ dan NO_3^- sehingga dapat berpotensi mengurangi kehilangan N akibat pencucian. Biochar berperan penting dalam menentukan ketersediaan N di tanah karena biochar dapat secara langsung dan tidak langsung memengaruhi berbagai bentuk dan proses N yang terlibat dalam siklus N, seperti N organik terlarut, imobilisasi N dan mineralisasi, nitrifikasi, emisi N_2O , penguapan amina dan fiksasi biologis N (Jindo *et al.*,

2020). Perlakuan kompos kotoran ayam terbaik tampak pada perlakuan K2 (400 g) yang menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan K0 (tanpa kompos kotoran ayam) dan perlakuan K1 (300 g). Kompos kotoran ayam dengan dosis 400 g mampu meningkatkan N pada tanah bekas tambang emas, yakni dari 52,22 mg/kg dengan kriteria rendah 283,22 mg/kg kriteria tinggi. Hal ini diduga pemberian kompos kotoran ayam dengan dosis 400 g mampu meningkatkan N tanah bekas tambang emas.

Menurut penelitian Sajar (2023) pemberian beberapa dosis kompos kotoran ayam mampu meningkatkan N di dalam tanah karena bahan organik dari kompos kotoran ayam merupakan makanan bagi mikroorganisme tanah yang sebagian terdapat mikroorganisme pengikat N. Kandungan N, P, K, dan S pada kompos kotoran ayam mengalami dekomposisi akan menghasilkan protein dan asam-asam yang terurai menjadi ammonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-) sebagai penyumbang nitrogen dalam tanah (Prastyo dkk., 2016).

Berdasarkan Tabel 3 hasil uji lanjut menunjukkan bahwa interaksi perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam berpengaruh nyata terhadap N tanah bekas tambang emas. Perlakuan terbaik tampak pada perlakuan b2k2 (400 g biochar sekam padi + 400 g kompos kotoran ayam)

yang menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan b0k0. Hal ini diduga perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam mampu meningkatkan N tanah bekas tambang emas, yakni dari 21,33 mg/kg dengan kriteria sangat rendah menjadi 819,66 mg/kg dengan kriteria sangat tinggi.

Perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam mampu meningkatkan N tanah bekas tambang emas. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Romadhan dkk. (2022c) perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam mampu meningkatkan nitrogen pada tanah bekas tambang emas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan dosis biochar sekam padi dan dosis kompos kotoran ayam yang berbeda berpengaruh nyata terhadap kandungan N tanah bekas tambang emas, sehingga mengakibatkan terjadinya interaksi antara keduanya.

Fosfor (mg/kg)

Perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam berpengaruh nyata terhadap parameter P tanah. Terdapat interaksi yang berpengaruh nyata pada perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam terhadap parameter P tanah. Hasil uji lanjut DMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh pemberian biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam terhadap parameter fosfor (P) tanah bekas tambang emas

Perlakuan	Kompos kotoran ayam (g/polybag)		
	K0 (0)	K1 (300)	K2 (400)
B0 (0)	11 a	92 a	57 a
	A	B	AB
B1 (300)	80 a	94 a	149,67 b
	A	B	B
B2 (400)	11,66 a	158,67 a	302,67 c
	A	B	C

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama, berbeda tidak nyata menurut Uji Lanjut Duncan pada taraf nyata 5%. Huruf kecil dibaca arah vertikal, membandingkan antara biochar pada dosis kompos kotoran ayam yang sama. Huruf kapital dibaca arah horizontal, membandingkan antara dosis kompos kotoran ayam pada dosis biochar yang sama.

Perlakuan biochar sekam padi terbaik tampak pada dosis B2 (400 g) yang menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan B0 (tanpa biochar sekam padi) dan perlakuan B1 (300 g). Biochar sekam padi dengan dosis 400 g mampu meningkatkan N tanah bekas tambang emas, yakni dari 53,33 mg/kg dengan kriteria sangat rendah menjadi 157,67 mg/kg dengan kriteria tinggi. Hal ini diduga pemberian biochar sekam padi dengan dosis 400 g mampu meningkatkan P pada tanah bekas tambang emas. Hal ini sesuai

dengan hasil penelitian Liu *et al.* (2021) perlakuan biochar secara signifikan meningkatkan kandungan fosfor dibandingkan dengan tanpa perlakuan. Biochar yang diaplikasikan mampu melepas ikatan ion Al^{3+} dengan P dan biochar memiliki permukaan yang mengandung gugus fungsional yang bermuatan kuat dan mampu berikatan dengan H^+ dan Al^{3+} (Mayendra dkk., 2019). Menurut penelitian Mateus dkk. (2017) peningkatan P diduga karena pada proses *phirolisis* biomassa bahan organik terjadi peningkatan asam-

asam organik dalam biochar, yang dapat membantu melepaskan P yang diikat oleh fraksi *amorf* (alofan) sehingga konsentrasi P tersedia meningkat.

Perlakuan kompos kotoran ayam terbaik pada parameter P tampak pada dosis K2 (400 g) yang menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan K0 (tanpa kompos kotoran ayam) dan K1 (300 g). Kompos kotoran ayam dengan dosis 400 g mampu meningkatkan pada tanah bekas tambang emas, yakni dari 34,22 mg/kg dengan kriteria sangat rendah 106,29 mg/kg kriteria tinggi. Hal ini diduga pemberian kompos kotoran ayam dengan dosis 400 g mampu meningkatkan P tanah bekas tambang emas. Pemberian kompos kotoran ayam ke media tanam dapat meningkatkan kandungan P tersedia pada tanah terkontaminasi logam berat. Hal ini disebabkan asam-asam organik yang dihasilkan dari proses dekomposisi bahan organik dapat membentuk khelat dengan Al dan Fe yang mengakibatkan pelepasan P dalam larutan tanah yang kemudian menyebabkan asam-asam organik yang dihasilkan dari proses dekomposisi. Bahan organik dapat membentuk khelat dengan Al dan Fe yang mengakibatkan pelepasan fosfat dalam larutan tanah (Rostin dkk., 2023).

Peningkatan P dipengaruhi langsung dari sumbangan P yang terdapat dalam bahan organik (kompos kotoran ayam), karena jumlah dan susunan bahan organik berpengaruh terhadap kandungan P dalam tanah. Penurunan serapan P dan peningkatan P berhubungan dengan anion-anion organik yang berperan sebagai anion pesaing terhadap anion fosfat, sehingga fosfat didesak keluar dari kompleks jerapan tanah menjadi bentuk tersedia (Pali dkk., 2015). Semakin besar penambahan dosis kompos kotoran ayam, maka semakin meningkat pula jumlah P pada tanah (Pali dkk., 2015).

Interaksi perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam berpengaruh nyata terhadap P tanah bekas tambang emas. Perlakuan terbaik tampak pada perlakuan b2k2 (400 g biochar sekam padi + 400 g kompos kotoran ayam) yang menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan b0k0. Hal ini diduga perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam mampu meningkatkan P tanah bekas tambang emas, yakni dari 11 mg/kg dengan kriteria sangat rendah menjadi 302,67 mg/kg dengan kriteria sangat tinggi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan dosis biochar sekam padi dan dosis kompos kotoran ayam yang berbeda berpengaruh nyata terhadap kandungan P tanah bekas tambang

emas, sehingga mengakibatkan terjadinya interaksi antara keduanya. Pemberian biochar dan kompos kotoran ayam mampu meningkatkan pH, nitrogen, fosfor, kalium, karbon organik serta mempunyai dampak paling besar terhadap penurunan bioavailabilitas Pb (Liu *et al.*, 2021).

Kalium (K) (mg/kg)

Perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam berpengaruh nyata terhadap parameter K tanah. Terdapat interaksi yang berpengaruh nyata perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam terhadap parameter K tanah. Hasil uji lanjut DMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 5. Perlakuan biochar sekam padi terbaik tampak pada dosis B2 (400 g) yang menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan B0 (tanpa biochar sekam padi) dan perlakuan B1 (300 g). Biochar sekam padi dengan dosis 400 g mampu meningkatkan K tanah bekas tambang emas, yakni dari 99,11 mg/kg dengan kriteria rendah menjadi 351,55 mg/kg dengan kriteria tinggi. Hal ini karena pemberian biochar sekam padi dengan dosis 400 g mampu meningkatkan K pada tanah bekas tambang emas. Menurut Liu *et al.*, (2021) biochar sekam padi secara signifikan meningkatkan kandungan kalium dibandingkan dengan tanpa perlakuan. Hasil penelitian Karbeka dkk., (2022) biochar sekam padi mampu meningkatkan kandungan kalium pada tanah. Kalium dapat dipertukarkan dengan kation lain seperti Ca, Mg, Na, Al dan H yang terikat pada muatan negatif koloid tanah dan bahan organik. Pertukaran sangat dimungkinkan terjadi karena adanya sifat kapasitas tukar kation (KTK) pada tanah, maka kalium akan dilepas ke dalam larutan tanah dan jumlahnya semakin meningkat (Karbeka dkk., 2022).

Perlakuan kompos kotoran ayam terbaik pada parameter K tampak pada dosis K2 (400 g) yang menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan K0 (tanpa kompos kotoran ayam) dan K1 (300 g). Kompos kotoran ayam dengan dosis 400 g mampu meningkatkan pada tanah bekas tambang emas, yakni dari 21,44 mg/kg dengan kriteria sangat rendah 361,22 mg/kg kriteria tinggi. Hal ini diduga pemberian kompos kotoran ayam dengan dosis 400 g mampu meningkatkan K tanah bekas tambang emas. Semakin tinggi dosis kompos kotoran ayam, maka kandungan K semakin meningkat. Hal ini dikarenakan kompos kotoran ayam memiliki daya ion yang tinggi, sehingga meningkatkan aktivitas penyerapan kalium (Suntoro dkk., 2016).

Menurut penelitian Sarbaina dkk. (2021), saat bahan organik ditambahkan ke dalam tanah, maka sebagian dari kalium akan terfiksasi sehingga menjadi bentuk yang tidak dapat dipertukarkan, dan dengan bertambahnya masa inkubasi maka akan terjadi peningkatan terhadap status ketersediaan K.

Peningkatan N, P, K pada tanah bekas tambang emas yang diinkubasi dengan biokompos mengandung berbagai unsur hara sebagai bahan pemberi daya, antara lain N, P, K dan unsur lain seperti Ca, Mg, S dan elemen jejak (Rosa dkk., 2023).

Tabel 5. Pengaruh pemberian biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam terhadap parameter kalium (K) tanah bekas tambang emas

Perlakuan	Kompos kotoran ayam (g/polybag)		
	K0 (0)	K1 (300)	K2 (400)
B0 (0)	16,33 a A	210,67 a B	70,33 a A
B1 (300)	24,67 a A	364 b B	347,33 b C
B2 (400)	23,33 a A	215,33 a B	666 c C

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama, berbeda tidak nyata menurut Uji Lanjut Duncan pada taraf nyata 5%. Huruf kecil dibaca arah vertikal, membandingkan antara biochar pada dosis kompos kotoran ayam yang sama. Huruf kapital dibaca arah horizontal, membandingkan antara dosis kompos kotoran ayam pada dosis biochar yang sama.

Interaksi perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam berpengaruh nyata terhadap K tanah bekas tambang emas. Perlakuan terbaik tampak pada perlakuan b2k2 (400 g biochar sekam padi + 400 g kompos kotoran ayam) yang menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan b0k0. Hal ini diduga perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam mampu meningkatkan K tanah bekas tambang emas, yakni dari 16,33 mg/kg dengan kriteria sangat rendah menjadi 666 mg/kg dengan kriteria sangat tinggi.

Perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam mampu meningkatkan K tanah bekas tambang emas. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Romadhan dkk. (2022c) perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam mampu meningkatkan kalium pada tanah bekas tambang emas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan dosis biochar sekam padi dan dosis kompos kotoran ayam yang berbeda berpengaruh nyata terhadap kandungan K tanah bekas tambang emas, sehingga mengakibatkan terjadinya interaksi antara keduanya.

C-Organik (%)

Biochar sekam padi berpengaruh nyata dan kompos kotoran ayam berpengaruh tidak nyata terhadap parameter C-organik tanah. Terdapat interaksi yang berpengaruh tidak nyata perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam terhadap parameter C-organik tanah. Menurut

Widyantika dan Prijono (2019) kandungan C-organik tanah meningkat seiring dengan penambahan perlakuan dosis biochar sekam padi, semakin tinggi dosis yang diberikan, maka semakin tinggi kandungan C-organik tanah. Biochar sekam padi dengan dosis 400 g mampu meningkatkan kandungan C-organik tanah bekas tambang emas, yakni dari 2,00% dengan kriteria sangat rendah menjadi 5,73% dengan kriteria rendah.

Peningkatan C-organik akan meningkatkan kemampuan tanah menyerap air dan unsur hara sehingga ketersediaan unsur hara menjadi meningkat (Akmal & Simanjuntak, 2019). Biochar juga mengandung senyawa aromatik yang memiliki sifat rekalsitran, sehingga dapat menjaga kestabilan karbon dalam tanah dan berumur panjang (Maydayana dkk., 2022). Rata-rata kandungan C-organik dan hasil uji lanjut DMRT pada taraf 5% perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam dapat dilihat pada Tabel 6.

Perlakuan biochar sekam padi terbaik tampak pada dosis B2 (400 g) yang menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan B0 (tanpa biochar sekam padi) dan perlakuan B1 (300 g). Hal ini diduga perlakuan biochar sekam padi dengan dosis 400 g mampu meningkatkan C-organik pada tanah bekas tambang emas. Peningkatan C-organik pada tanah terjadi karena pelupukan organik sedang berlangsung di dalam tanah sehingga C-organik yang dilepaskan dalam kadar yang tinggi (Mautuka dkk., 2022). Biochar juga memiliki kandungan C organik yang

stabil dan juga mengandung berbagai senyawa organik seperti asam-asam organik yang berfungsi dalam melepaskan unsur-unsur hara (Mateus dkk., 2014).

Penurunan kandungan C-organik dikarenakan karbon organik yang berasal dari bahan organik yang diaplikasikan ke dalam tanah telah mengalami degradasi lanjut dan berubah menjadi CO₂ serta menguap dari pori-pori tanah (Tampubulon

dkk., 2018). Peningkatan C-organik disebabkan oleh dekomposisi kotoran ayam yang melepaskan sejumlah senyawa karbon (C). Hal ini terjadi karena karbondioksida dan metan akan digunakan oleh bakteri fotosintetik dan merubahnya menjadi substrat yang bermanfaat apabila bakteri fotosintetik tersebut mati dan kemudian melapuk akan menghasilkan karbon organik dalam tanah (Pali dkk., 2015).

Tabel 6. Pengaruh pemberian biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam terhadap parameter C-organik tanah bekas tambang emas

Perlakuan	Kompos kotoran ayam (g/polybag)			
	Biochar sekam padi (g/polybag)	K0 (0)	K1 (300)	K2 (400)
B0 (0)		2,1	1,9	2,02
B1 (300)		4,99	4,4	5,12
B2 (400)		6,6	4,94	5,64

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan perlakuan berbeda tidak nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%.

Hasil sidik ragam menunjukkan interaksi yang berpengaruh tidak nyata perlakuan biochar sekam padi dan dosis kompos kotoran ayam terhadap parameter C organik. Berdasarkan Tabel 5 perlakuan terbaik tampak pada perlakuan B2K0 (400 g biochar sekam padi + tanpa kompos kotoran ayam) yakni kandungan C organik tertinggi 6,6 % dengan kriteria rendah dan kandungan C organik terendah 2,1 % dengan kriteria sangat rendah. Perlakuan biochar dan kotoran ayam mampu meningkatkan pH, nitrogen, fosfor, kalium, karbon organik serta mempunyai dampak paling besar terhadap penurunan bioavailabilitas Pb (Liu *et al.*, 2021). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Sari dkk. (2024) perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam berpengaruh tidak nyata terhadap C organik tanah dikarenakan bahan organik yang diberikan tidak terurai secara sempurna atau bergerak sangat lambat sehingga tidak mempengaruhi kandungan C organik di dalam tanah.

Timbal (Pb) (ppm)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam berpengaruh nyata terhadap parameter Pb tanah. Terdapat interaksi yang berpengaruh nyata perlakuan kombinasi dosis biochar sekam padi dan dosis kompos kotoran ayam terhadap parameter Pb tanah.

Biochar mempunyai kemampuan secara fisik dan kimia untuk menghilangkan keaktifan logam berat (Sasmita dkk., 2021). Hasil ini sesuai dengan

penelitian Alaboudi *et al.* (2019) bahwa semakin banyak dosis penambahan biochar pada tanah maka efisiensi penyisihan logam berat akan semakin meningkat. Penambahan amelioran berupa biochar dan kompos mampu meningkatkan keberadaan pori dalam tanah dan mampu menghasilkan asam organik yang mampu membantu dalam pengikatan mineral dan logam berat lebih kuat (Nurindriana & Wicaksono, 2022). Lama waktu inkubasi menyebabkan peningkatan efisiensi penyisihan logam berat Pb (Sasmita dkk., 2021). Senyawa organik pada kompos kotoran ayam yang ditambahkan ke tanah perlakuan tentunya akan berpengaruh terhadap penurunan jumlah logam yang bioavailable dan meningkatkan fraksi logam organik dan sulfide (Siaka dkk., 2021). Hasil uji lanjut DMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 7.

Perlakuan biochar sekam padi terbaik tampak pada perlakuan B2 (400 g) yang menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan B0 (tanpa biochar sekam padi) dan perlakuan B1 (300 g). Biochar sekam padi dengan dosis 400 g mampu menurunkan Pb tanah bekas tambang emas, yakni dari 4,69 ppm dengan kriteria rendah menjadi 2,63 ppm dengan kriteria rendah. Hal ini diduga pemberian biochar sekam padi dengan dosis 400 g mampu menurunkan kandungan Pb pada tanah bekas tambang emas. Hal ini menunjukkan bahwa tanah bekas tambang emas yang terkontaminasi logam berat Pb masih di atas ambang batas maksimum yang telah ditentukan oleh keputusan Standar Nasional Indonesia 06-6992-3-2004 yaitu 0,005 mg/L. Menurut baku mutu tanah

besarnya kadar maksimum logam berat Pb adalah 100 ppm (Juarsah dkk., 2014), sehingga tanah bekas tambang emas pada penelitian ini masih dapat digunakan untuk pertanian.

Pemberian kompos kotoran ayam terbaik terhadap penurunan kandungan Pb tampak pada dosis K2 (400 g) yang menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan K0 (tanpa kompos kotoran ayam) dan K1 (300 g). Kompos kotoran ayam dengan dosis 400 g mampu menurunkan Pb tanah bekas tambang

emas, yakni dari 4,18 ppm dengan kriteria rendah menjadi 3,17 ppm dengan kriteria rendah. Hal ini diduga pemberian kompos kotoran ayam dengan dosis 400 g mampu menurunkan kandungan Pb pada tanah bekas tambang emas. Hal ini terjadi karena bahan organik dapat mempertahankan kehidupan mikroorganisme tanah dalam keadaan normal dan mempergunakan sebagai sumber energi. Semakin tinggi dosis kompos kotoran ayam maka kandungan Pb semakin menurun (Wasis & Naiborhu, 2021).

Tabel 7. Pengaruh pemberian biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam terhadap parameter timbal (Pb) tanah bekas tambang emas

Perlakuan	Kompos kotoran ayam (g/polybag)		
	K0 (0)	K1 (300)	K2 (400)
B0 (0)	5,93 b B	4,05 b A	4,10 b A
B1 (300)	3,57 a A	4,43 b C	3,59 b B
B2 (400)	3,04 a B	3,03 a B	1,84 a A

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama, berbeda tidak nyata menurut Uji Lanjut Duncan pada taraf nyata 5%. Huruf kecil dibaca arah vertikal, membandingkan antara biochar pada dosis kompos kotoran ayam yang sama. Huruf kapital dibaca arah horizontal, membandingkan antara dosis kompos kotoran ayam pada dosis biochar yang sama.

Menurut Prasetyono (2015) kompos kotoran ayam dapat digunakan untuk meminimalisir logam berat dengan konsentrasi tinggi dikarenakan kandungan humus yang terdapat dalam kompos kotoran ayam tersebut. Kandungan humus mampu mengadsorpsi dan mengikat logam berat dengan cara pembentukan ikatan kompleks atau khelat. Substansi humus terdiri atas tiga fraksi utama yaitu asam fulvat, asam humat dan asam humin (Wiyono dkk., 2022:123). Substansi-substansi humus ini mengandung gugus fungsi di antaranya: -COOH, -OH, -COH dan C=O, kemudian selama proses pengomposan gugus fungsi ini akan mengalami proses deprotonisasi sehingga ion H⁺ akan lepas dari persenyawaannya dan gugus fungsi bermuatan negatif yang akan berperan dalam mengikat logam berat (Prasetyono, 2015).

Interaksi yang berpengaruh nyata perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam. Perlakuan terbaik tampak pada perlakuan b2k2 (400 g biochar sekam padi + 400 g kompos kotoran ayam) yang menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan b0k0. Hal ini diduga perlakuan biochar sekam padi 400 g dan kompos kotoran ayam dosis 400 g mampu menurunkan Pb tanah bekas tambang emas, yakni dari 5,93 ppm dengan kriteria rendah menjadi 1,84 ppm dengan kriteria sangat rendah.

Hal ini sesuai dengan penelitian Liu *et al.* (2021) bahwa perlakuan biochar dan kompos kotoran ayam menunjukkan aktivitas sukrosa, urease, dan katalase, paling tinggi pada tanah terkontaminasi Pb dibandingkan dengan tanpa perlakuan. Perlakuan biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam mampu menurunkan kandungan Pb tanah bekas tambang emas atau mampu menurunkan bioavailabilitas Pb. Hal ini diduga karena biochar sekam padi dan kompos kotoran ayam mampu menurunkan kandungan Pb pada tanah bekas tambang emas, sehingga mengakibatkan terjadinya interaksi antara keduanya.

SIMPULAN

Di antara pemberian biochar arang sekam dan kompos kotoran ayam berpengaruh nyata terhadap parameter pH tanah, N, P, K, dan Pb, namun tidak berpengaruh nyata terhadap parameter C-organik. Kombinasi perlakuan terbaik diperoleh pada dosis biochar sebesar 400 g/polybag dan kompos kotoran ayam sebesar 400 g/polybag. Pemberian biochar arang sekam dengan dosis 400 g/polybag mampu meningkatkan parameter C-organik sebesar 2,14% dibandingkan kontrol. Pemberian kompos kotoran ayam dengan dosis 400 g/polybag menurunkan

parameter C-organik sebesar 0,03% dibandingkan kontrol. Dosis rekomendasi biochar arang sekam dan kompos kotoran ayam terbaik adalah 400 g/polybag atau setara dengan 900 ton/ hektar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abujabahah, IS, RB Doyle, SA Bound, dan JP Bowman. 2018. Assessment of bacterial community composition, methanotrophic and nitrogen-cycling bacteria in three soils with different biochar application rates. *Journal Soils Sediments.* 18(1): 148–158. DOI: 10.1007/s11368-017-1733-1.
- Agviolita, P, Y Yushardi, dan FKA Anggraeni. 2021. Pengaruh perbedaan biochar terhadap kemampuan menjaga retensi pada tanah. *Jurnal Fisika Unand.* 10(2): 267–273. DOI: 10.25077/jfu.10.2.267-273.202.
- Akmal, S, dan BH Simanjuntak. 2019. Pengaruh pemberian biochar terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi pakchoy (*Brassica rapa* Subsp. *Chinensis*). *Agriland: Jurnal Ilmu Pertanian.* 7(2): 168–174.
- Alaboudi, KA, B Ahmed, and G Brodie. 2019. Effect of biochar on Pb, Cd and Cr availability and maize growth in artificial contaminated soil. *Annals of Agricultural Sciences.* 64(1): 95–102. DOI: 10.1016/j.aaos.2019.04.002.
- Allo, M K. 2016. Kondisi Fisik dan Kimia Tanah pada Bekas Tambang Nikel serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Trengguli dan Mahoni. *Jurnal Hutan Tropis.* 4(2): 207–217.
- Alloina, G, Suprianto, AC Sembiring. 2019. Implementasi metode zero waste pada sekam padi. Conference Series: Energy & Engineering (EE). 2: 567–572. DOI: 10.32734/ee.v2i3.779.
- Cahyaningrum, SJ, I Taslapratama, dan N Hera. 2023. Respon pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dengan pemberian pupuk kandang sapi dan arang sekam pada tanah bekas tambang emas. Prosiding Seminar Nasional Integrasi Pertanian dan Peternakan. Hlm. 236–246.
- Dariah, A, S Sutono, NL Nurida, W Hartatik, dan E Pratiwi. 2015. Pemberian pupuk kandang sapi dan arang sekam pada tanah bekas tambang emas. *Jurnal Sumber Daya Lahan.* 9(2): 67–84. DOI: 10.2018/jsdl.v9i2.6571.
- Enzeta, AF, Wawan, dan SI Saputra. 2022. Pemberian pupuk kandang ayam dan biochar sekam padi pada media dystrudepts terhadap pertumbuhan bibit tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Agroteknologi Tropika.* 11(1): 47–60.
- Ghassani, KN, dan HS Titah. 2022. Kajian fitoremediasi untuk rehabilitasi lahan pertanian akibat tercemar limbah industri pertambangan emas. *Jurnal Teknik ITS.* 11(1): 8–14. DOI: 10.12962/j23373539.v11i1.82682.
- Gusmini, Adrinal, F Arlius, dan EL Putri. 2024. Aplikasi biokarat guna memperbaiki sifat kimia dan menanggulangi kontaminan merkuri di tanah bekas tambang emas. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia.* 29(2): 251–258. DOI: 10.18343/jipi.29.2.251.
- Hidayat, AP, Damris, dan IG Prabasari. 2019. Pengaruh penambahan biochar dari batubara lignite pada tanah bekas penambangan batubara terhadap konsentrasi logam kadmium (Cd) terlarut menggunakan kolom fixed bed sorpsion. *Jurnal Engineering.* 1(1): 1–16. DOI: 0.22437/jurnalengineering.v1i1.6250.
- Jindo, K, Y Audette, FS Higashikawa, CA Silva, K Akashi, G Mastrolonardo, MAS Monedero, and Mondini. 2020. Role biochar in promoting circular economy in the agriculture sector. Part 1: A review on the biochar roles in Soil N, P, and K cycle. *Journal Chemical and Biological Technologies in Agriculture.* 7(15): 1–12. DOI: 10.1186/s40538-020-00182-8.
- Juarsah, I, IA Sipahutar, A Budyanto, dan Elsanti. 2014. Gangguan Logam Berat Terhadap Baku Mutu Tanah dan Optimalisasi Produksi Kualitas Hasil Pertanian. Prosiding Seminar Nasional FMIPA-UT. Hlm. 30–37.
- Karbeka, M, L Lanula, dan D Lobang. 2022. Pengaruh penggunaan biochar sekam padi dan bokashi sebagai pemberi sifat kimia tanah. Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia. Hlm. 28–34.
- Liu, L, J Li, G Wu, H Shen, G Fu, and Y Wang. 2021. Combined effects of biochar and chicken manure on maize (*Zea mays* L.) growth, lead uptake and soil enzyme activities under lead stress. *PeerJ.* 9: e11754. DOI: 10.7717/peerj.11754.
- Mateus, R, D Kantur, dan LM Moy. 2017. Pemanfaatan biochar limbah pertanian sebagai pemberi sifat kimia tanah untuk perbaikan kualitas tanah dan hasil jagung di lahan kering. *Agrotrop.* 7(2): 99–108.

- Mautuka, ZA, A Maifa, dan M Karbeka. 2022. Pemanfaatan biochar tongkol jagung guna perbaikan sifat kimia tanah lahan kering. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan.* 8(1): 201–208.
- Maydayana, A, BH Kusumo, LAA Bakti, dan RAS Dewi. 2023. Pengaruh pemberian biochar terhadap perubahan sifat kimia tanah vertisol dan pertumbuhan kacang hijau. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan.* 9(4): 663–674. DOI: 10.29303/jstl.v9i4.473.
- Mayendra, KS Lubis, dan B Hidayat. 2019. Ketersediaan hara fosfor akibat pemberian biochar sekam padi dan pupuk kandang ayam sapi pada inceptisol Kuala Bekala. *Jurnal Pertanian Tropik.* 6(2): 287–293.
- Ningrum, LP, dan MN Ardy. 2015. Pemanfaatan Lahan pada lokasi bekas tambang tanah urug di Kecamatan Ngoro, Mojokerto. *Jurnal Teknik ITS.* 4(1): 36–40. DOI: 10.12962/j23373539.v4i1.8996.
- Nurindriana, FM, dan KS Wicaksono. 2022. Pemanfaatan biochar dan kompos black soldier fly pada fitoremediasi tanah tercemar timbal dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan serta hasil tanaman sawi. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan.* 9(2): 297–309. DOI: 10.21776/ubjtsl.2022.009.2.10.
- Pali, FR, I Wahyudi, dan UA Rajamuddin. 2015. Pengaruh pupuk kandang ayam terhadap serapan fosfor dan hasil tanaman kubis bunga (*Brassica oleracea var botrytis*. L.). *Agrotekbis.* 3(6): 669–679.
- Pradona, S, dan Partaya. 2022. Akumuasi Logam Berat (Pb) pada Daging Ikan di Tanjung Mas Semarang. *Life Science.* 11(2): 143–150.
- Prasetyono, E. 2015. Kemampuan Kompos Dalam Menurunkan Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Media Budidaya Ikan. *Jurnal akuatika.* 6(1): 21–29.
- Prastyo, D, I Wahyudi, dan Baharudin. 2016. Pengaruh jenis dan komposisi pupuk kandang ayam dan pupuk NPK terhadap serapan nitrogen dan hasil bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) varietas Lembah Palu di Entisol Sidera. *Agrotekbis.* 4(4): 384–393.
- Putri, VI, Mukhkis, dan B Hidayat. 2017. Pemberian beberapa jenis biochar untuk memperbaiki sifat tanah ultisol dan pertumbuhan tanaman jagung. *Jurnal Agroteknologi.* 5(4): 824–828. DOI: 10.32734/joa.v5i4.2496.
- [PWYP] Publish What You Pay Indonesia. 2013. Areal Tambang di Ketapang Terbesar di Kalbar. Tersedia online pada <https://pwypindonesia.org/id/areal-tambang-di-ketapang-terbesar-di-kalbar> (diakses 20 Juli 2024)
- Romadhan, P, Gusmini, Hermansah. 2022a. Perbaikan sifat kimia tanah bekas tambang emas melalui aplikasi pupuk organik granul bioknat. *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian.* 20(1): 74–83.
- Romadhan, P, Gusmini, Hermansah. 2022b. Korelasi derajat keasaman tanah dan kandungan merkuri tanah bekas tambang emas melalui aplikasi bahan organik. *Enviro Scientiae.* 18(2): 186–192. DOI: 10.20527/es.v18i2.14256.
- Romadhan, P, Gusmini, dan Hermansah. 2022c. Perbaikan sifat kimia lahan bekas tambang emas melalui aplikasi biochar sekam padi dan pupuk kandang ayam. *Agritrop: Journal on Agriculture Science.* 12(1): 99–109. Doi: 10.24843/AJoAS.2022.V12.i01.p09.
- Rosa, E, Sufardi, Syafaruddin, and M Rusdi. 2023. Bioremediation of ex-mining soil with the biocompost in the incubation experiments. *Journal of Hindawi Applied and Environmental Soil Science.* 2023: 1–14. DOI: 10.1155/2023/4129909.
- Rostin, S Ginting, dan D Erawan. 2023. Pengaruh pemberian bokashi pupuk kandang ayam dan dolomit terhadap pH tanah P-tersedia dan Mg pada tanah ultisol dan pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Journal of Agricultural Sciences.* 3(4): 225–231. DOI: 10.56189/jagris.v3i4.
- Sajar, S. 2023. Evaluasi pengaruh pupuk kandang ayam dan kompos gulma ki pahit (*Tithonia diversifolia*) terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai (*Glycine max* L.). Prosiding 2nd Scenario (Seminar of Social Sciences Engineering & Humaniora). Hlm. 376–390.
- Salawati, M Basir, I Kadekoh, dan AR Thaha. 2016. Potensi Biochar sekam padi terhadap perubahan pH, KTK, C-organik, dan P Tersedia pada tanah sawah Inceptisol. *Jurnal Agroland: Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian.* 23(2): 101–109.
- Sarbaina, Zuraida, dan M Khalil. 2021. Pengaruh pemberian kototran kambing dan biochar terhadap ketersediaan hara makro N, P, K Inceptisol. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa*

- Pertanian. 6(2): 132–142. DOI: 10.17969/jimfp.v6i2.16987.
- Sari, DM, I Ilyas, dan Y Jufri. 2024. Pengaruh pemberian kombinasi biochar sekam padi dan pupuk kotoran kambing terhadap beberapa sifat kimia inceptisol, pertumbuhan, dan hasil tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.). Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian. 9(2): 243–252. DOI: 10.17969/jimfp.v9i2.29774.
- Sasmita, A, S Elystia, dan SM Fajri. 2021. Penyisihan Logam Berat Pb pada Tanah dengan Penambahan Biochar Sekam Padi. Jurnal Riset Teknologi Industri. 27: 268–278. Doi: 10.26578/jrti.v6i942.
- Siaka, IM, IW Arimbawa, dan IW Sudiarta,. 2021. Kandungan logam Cu dan Pb dalam tanaman bayam dan bioavailabilitasnya dalam tanah pertanian dengan pemberian pupuk kandang sapi. Jurnal Kimia. 15(1): 74–82. DOI: 10.24843/JCHEM.2021.v15.i01.p11.
- Suntoro, Sudadai, H Widijanto, dan GNW Utami. 2016. Pengaruh abu vulkanik dan pupuk kandang terhadap ketersediaan dan serapan kalium pada jagung di tanah Alfisols. Jurnal Agrosains. 18(1): 18–21. DOI: 10.20961/agsjpa.v18i1.18680.
- Tampubolon, G, IA Mahbub, dan MI Lagowa. 2020. Pemulihian kualitas tanah bekas tambang batubara melalui penanaman *Desmodium ovalifolium*. Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara. 16(1): 39–45. DOI: 10.30556/jtmb.Vol16.No1.2020.997.
- Trivana, L, AY Pradana, AP Manambangtua. 2017. Optimalisasi waktu pengomposan pupuk kandang dari kotoran kambing dan debu sabut kelapa dengan bioaktivator EM4. Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan. 9(1): 16–24. DOI: 10.20885/jstl.vol9.iss1.art2.
- Verdiana, MA, HT Sebayang, dan T Sumarni. 2016. Pengaruh dosis biochar sekam padi dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung. Jurnal Produksi Tanaman. 4(8): 611–616. DOI: 10.21176/protan.vv4i8.335.
- Wasis, B, dan AS Fitriani. 2022. Pengaruh pemberian pupuk kandang ayam dan cocopeat terhadap pertumbuhan *Falcataria mollucana* pada tanah tercemar oli bekas. Jurnal Silvikultur Tropika. 13(3): 198–207. DOI: 10.29244/j-siltrop.13.03.198–207.
- Wasis, B, dan RH Naiborhu. 2021. Optimalisasi pemberian pupuk kandang sapi dan arang kayu terhadap pertumbuhan salam (*Syzgium polyanthum* (Wight) Walp.) pada tanah tercemar oli bekas. Jurnal Silvikultur Tropika. 12(1): 67–77. DOI: 10.29244/j-siltrop.12.2.67–77.
- Widyantika, SD, dan Prijono. 2019. Pengaruh biochar sekam padi dosis tinggi terhadap sifat fisik tanah dan pertumbuhan tanaman jagung pada typic kanhapludult. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan. 6(1): 1157–1163. DOI: 10.21776/ub.ttsl.2019.006.1.14.
- Wiyono, LM, Nazudin, dan JB Manuhutu. 2022. Pengaruh penambahan pupuk organik terhadap logam timbal (Pb) oleh tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*). Molluca Journal of Chemistry Education. 12(2): 119–127. DOI: 10.30598/MJoCEvol12iss2pp119–127.
- Yuliana, ND, Darwis, Resman, Namriah, S Ginting, dan F Rembon. 2022. Pengaruh biochar dan bokashi terhadap pH Tanah, P-tersedia dan hasil cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) pada tanah Ultisol. Jurnal Berkala Penelitian Agronomi. 10(1): 85–95.
- Yuniarti, A, E Solihin, dan ATA Putri. 2020. Aplikasi pupuk organik dan N, P, K terhadap pH tanah, P-tersedia, serapan P, dan hasil padi hitam (*Oryza sativa* L.) pada Inceptisol. Jurnal Kultivasi. 19(1): 1040–1046. DOI: 10.24198/kultivasi.v19i1.24563.