Agrisaintifika
Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian

Agrisaintifika, Vol. 10, No. 2, 2026
https://journal.univetbantara.ac.id/index.php/agrisaintifika
ISSN 2580-0345 (print), 2580-748X (online)
DOI: 10.32585/ags.v10i2.7219

PENGARUH BIOCHAR SEKAM PADI DAN PUPUK KANDANG SAPI TERHADAP KADAR Fe DAN Ni SERTA PERTUMBUHAN TANAMAN NILAM PADA TANAH BEKAS TAMBANG NIKEL

Darwis Suleman[1)*] dan Syamsu Alam[1)]

[1)]Fakultas Pertanian, Jurusan Ilmu Tanah, Universitas Halu Oleo, Jl. H.E.A. Mokodompit No 1 Kendari Telp: 081245681123,

*Coresponding author :darwissuleman.61@gmail.com

*Received for review September 18, 2025 Accepted for publication June 26, 2026

Abstract

Nickel is a fundamental natural resource with high economic value as a raw material for the stainless steel industry, vehicle batteries, electronic products, military weapons, and other industries. Unfortunately, the exploitation of nickel ore through open-pit mining creates a negative impact on the soil and ecosystem. A study was conducted to evaluate the effects of rice husk biochar and cow manure towards the Fe and Ni content and several soil chemical properties and patchouli growth on nickel-mined soil. The study was conducted at the Experimental Farm of the Faculty of Agriculture, Halu Oleo University, from August to November 2023. This study was set up in according to the randomized block design in a factorial pattern in which the first factor was rice husk biochar, consisting of without biochar, 75, 150, and 225 g polibag^{-1}, while the second one was cow manure, consisting of without cow manure, 75, 150, and 225 g polibag^{-1}. The results highlighted the increment of soil pH, CEC and available P due to the application of biochar and cow manure, and conversely, the Iron (Fe) and Nickel (Ni) content tended to decrease linearly. Co-application of 3% rice husk biochar and 4.5% cow manure results in successful outcome on soil quality and promotes the dry weight of patchouli plants on nickel-mined soil.

Keywords: *Ecosystem, nickel mining, patchouli plants, soil degradation*

Abstrak

Nikel merupakan sumber daya mineral penting yang bernilai ekonomi tinggi sebagai bahan baku industri baja, baterai kendaraan, produk elektronik, senjata militer dan lain-lain. Hanya sayangnya, eksploitasi bijih nikel melalui sistem penambangan terbuka memberikan dampak negatif terhadap tanah dan ekosistem. Suatu penelitian telah dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh aplikasi biochar sekam padi dan pupuk kandang sapi terhadap kadar Fe dan Ni serta sifat kimia tanah dan pertumbuhan nilam pada tanah bekas tambang nikel. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dalam pola faktorial dimana faktor pertama adalah biochar sekam padi yang terdiri dari; tanpa biochar, 75, 150 dan 225 g polibeg^{-1}, sedangkan faktor kedua adalah pupuk kandang sapi yang terdiri dari: tanpa pupuk, 75, 150 dan 225 g polibeg^{-1}. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi biochar dan pupuk kandang sapi meningkatkan pH tanah, KTK dan P-tersedia, dan sebaliknya, kadar besi (Fe) dan nikel (Ni) cenderung menurun secara linier. Kombinasi 3% biochar arang sekam padi dan 4,5% pupuk kandang sapi memberikan pengaruh terbaik terhadap kualitas tanah dan meningkatkan berat kering tanaman nilam pada tanah bekas tambang nikel.

Kata kunci: Degradasi tanah, ekosistem, tambang nikel, tanaman nilam

Copyright © 2026 The Author(s)
This is an open access article under the CC BY-SA license

Agrisaintifika
Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian
Agrisaintifika, Vol. 10, No. 2, 2026
https://journal.univetbantara.ac.id/index.php/agrisaintifika
ISSN 2580-0345 (print), 2580-748X (online)
DOI: 10.32585/ags.v10i2.7219

1. PENDAHULUAN

Nikel (Ni) termasuk sumberdaya alam penting sebagai bahan baku dalam industri modern seperti pembuatan baja tahan karat untuk body kendaraan, produk elektronik, konstruksi bangunan, senjata militer dan lain-lain. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS, 2023), Sulawesi Tenggara merupakan daerah dengan potensi nikel yang besar. Cadangan nikel mencapai 1.293.123.244 ton, atau sekitar 55% dari cadangan nikel di Indonesia. Industri pertambangan ini telah dimulai sejak tahun 1960-an oleh PT. Aneka Tambang (Antam) Pomalaa. Di Sulawesi Tenggara, aktiftas penambangan nikel berkontribusi menciptakan lapangan kerja yang dapat menampung ribuan tenaga kerja, sehingga mendorong pertumbuhan ekonomi yang lain seperti suplai bahan makanan, rumah makan, hotel, restoran, dan transportasi. Namun demikian, industri penambangan bahan galian ini yang menerapkan sistem penambangan terbuka (open mining) sangat berpotensi memberikan dampak lingkungan yang buruk. Sistem open mining mengakibatkan kehilangan permukaan tanah akibat pengupasan topsoil dan subsoil, hilangnya biodiversitas tanah dan vegetasi penutup tanah. Dengan demikian, aktivitas penambangan mengakibatkan kerusakan pada lokasi penambangan akibat erosi dan sedimentasi terutama pada wilayah pesisir sehingga mematikan aktivitas nelayan dalam budidaya kepiting, udang dan ikan bandeng (Widiatmaka *et al.,* 2010; Suleman *et al.,* 2023*)*.

Oleh karena itu upaya pemulihan lahan bekas penambangan nikel merupakan sesuatu yang wajib dilakukan untuk menghindari dampak negatif yang dapat ditimbulkan, seperti banjir bandang yang dapat menelan korban jiwa. Pemulihan lahan bekas tambang nikel sebaiknya diarahkan pada upaya menurunkan konsentrasi logam berat yang bersifat toksik dan penutupan permukaan tanah untuk mencegah erosi. Berbagai strategi telah dikembangkan untuk mendukung pemulihan lahan pasca tambang nikel, salah satunya melalui aplikasi bahan pembenah tanah berupa biochar. Biochar adalah arang hayati yang telah lama dikenal mempunyai kemampuan untuk memperbaiki sifat fisika, kimia, dan biologi tanah. Aplikasi biochar dapat menurunkan bulk density, memperbaiki struktur tanah (Blanco-Canqui, 2017). Selain itu, biochar meningkatkan kapasitas tanah dalam menahan air (Razzaghi et al., 2020), sehingga mengubah komposisi, kelimpahan, dan aktivitas mikroba tanah (Ameloot *et al.,* 2013; McCormack *et al.,* 2013). Wang *et al.* (2013) menjelaskan bahwa aplikasi biochar mampu meningkatkan kualitas sifat kimia tanah, antara lain dengan memperbaiki pH tanah, meningkatkan kandungan karbon organik, kapasitas tukar kation (KTK), serta ketersediaan unsur hara. Selain itu, biochar memiliki kemampuan adsorpsi yang baik terhadap berbagai logam berat karena luas permukaannya yang tinggi (Rehman *et al.,* 2016). Sehingga sangat cocok digunakan untuk pemuliahan lahan-lahan yang terkontaminasi logam toksik. Ibrahim *et al.* (2022) melaporkan bahwa pemberian 4% bichar dapat menurunkan konsentrasi logam seperti Co, Cr, Cu, Ni, Pb. Zhang (2023) melaporkan bahwa biochar tidak hanya efektif menyerap logam toksik, tetapi juga meningkatkan kesuburan tanah dan hasil tanaman. Meta-analisis yang dilakukan oleh Antonangelo *et al.* (2025) menjelaskan bahwa biochar dapat memperbaiki kesehatan tanah, struktur tanah, retensi air dan ketahanan tanaman pohon.

Selain penggunaan biochar, pemanfaatan pupuk kandang sapi juga menjadi alternatif dalam memulihkan kualitas tanah-tanah bekas tambang nikel. Kehilangan karbon organik dan unsur hara tanah akibat penambangan dapat dipulihkan melalui pemberian pupuk organik seperti pupuk

Agrisaintifika
Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian
Agrisaintifika, Vol. 10, No. 2, 2026
https://journal.univetbantara.ac.id/index.php/agrisaintifika
ISSN 2580-0345 (print), 2580-748X (online)
DOI: 10.32585/ags.v10i2.7219

kandang sapi. Agus *et al.* (2014) menjelaskan bahwa pupuk kandang sapi mengandung 0,4-1% N, 0,2-0,5% P, 0,1-1,5% K dan beberapa unsur lain seperti Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn. Pupuk kandang juga meningkatkan aktivitas mikroba tanah untuk mineralisasi unsur hara (Ge *et al*., 2009; Han *et al.*, 2023). Pemanfaatan tanaman atau tumbuhan untuk revegetasi lahan bekas tambang nikel juga mengutamakan tanaman yang tidak dikonsumsi karena dapat membahayakan kesehatan manusia. Nilam merupakan salah satu komoditas yang potensial dikembangkan sebagai vegetasi penutup tanah dan bernilai ekonomi tinggi. Daunnya banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku ekstraksi minyak atsiri yang selanjutnya digunakan dalam industri parfum, kosmetik, pembuatan dupa, produk antiserangga, serta berbagai produk berbasis aroma lainnya (Maryani, 2023). Nilam sudah dibudidayakan secara luas oleh masyarakat, namun budidayanya pada lahan bekas tambang nikel mengalami kendala kadar Ni dan Fe yang tinggi dalam tanah. Sehingga aplikasi biochar yang dikombinasikan dengan pupuk kandang sapi diharapkan dapat bersinergi untuk memperbaiki kualitas tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pemberian biochar dan pupuk kandang sapi terhadap kadar Fe dan Ni, berbagai sifat kimia tanah, serta pertumbuhan tanaman nilam pada lahan bekas tambang nikel.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian UHO, yang berada pada koordinat 4°0'21" LS dan 122°31'46" BT dengan elevasi 19 mdpl. Tanah bekas tambang nikel diambil dari Kabupaten Konawe Utara, sekitar 95 Km dari Kota Kendari. Analisis sampel dilaksanakan di Laboratorium Analitika Kalibrasi Bogor.

2.1 Bahan dan alat

Bahan penelitian meliputi biochar sekam, pupuk kandang sapi, polibeg, stek tanaman nilam, plastik sampel dan kertas label. Peralatan yang digunakan meliputi cangkul, parang, meteran, ember, sekop, mistar ukur, saringan tanah (2 mm), ayakan (0,25 mm), gunting, timbangan analitik, alat tulis, kamera digital, serta seperangkat peralatan laboratorium.

2.2 Rancangan penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok pola faktorial. Faktor pertama adalah aplikasi biochar sekam padi yang terdiri empat taraf: tanpa biochar (B0), 1,5% (B1), 3,0% (B2), dan 4,5% (B3) berdasarkan berat tanah. Faktor kedua adalah pemberian pupuk kandang sapi juga terdiri empat taraf: tanpa pupuk kandang (P0), 1,5% (P1), 3,0% (P2), dan 4,5% (P3) berdasarkan berat tanah. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak tiga kali.

2.3 Prosedur Penelitian

Biochar sekam padi dibuat secara tradisional oleh masyarakat melalui pembakaran dalam kondisi oksigen terbatas di Desa Amoito, Konawe Selatan. Biochar tersebut dibawa ke laboratorium untuk dihaluskan selanjutnya diayak menggunakan ayakan halus 0,25 mm (60 mesh). Sedangkan pupuk kandang sapi diambil dari Kandang Ternak Sapi Fakultas Peternakan, Universitas Halu Oleo yang sudah disiapkan sebelumnya.

Agrisaintifika
Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian
Agrisaintifika, Vol. 10, No. 2, 2026
https://journal.univetbantara.ac.id/index.php/agrisaintifika
ISSN 2580-0345 (print), 2580-748X (online)
DOI: 10.32585/ags.v10i2.7219

Sampel tanah yang digunakan sebagai media tanam diperoleh dari lahan bekas penambangan nikel di Desa Tokowuta, Konawe Utara. Tanah yang telah dikumpulkan kemudian dibawa ke laboratorium lapangan untuk dibersihkan dari sisa akar dan batu. Selanjutnya, tanah dikeringanginkan hingga mencapai kondisi kering udara, kemudian diayak saringan 2 mm agar diperoleh media tanam yang homogen. Tanah hasil pengayakan selanjutnya dimasukkan ke polibeg berukuran 20 × 30 cm sebanyak 5 kg per polibeg dan disimpan di tempat yang ternaungi.

Bibit nilam yang digunakan berasal dari stek nilam yang disemaikan selama 14 hari menggunakan polibeg diameter 5 cm. Media tanam sesuai dengan perlakuan disiapkan satu minggu sebelum ditanam. Bibit nilam yang sudah berumur 14 hari, diseleksi yang mempunyai pertumbuhan sehat dan relatif seragam. Bibit nilam dipindahkan ke media tanam pada sore hari untuk meminimalkan stres akibat paparan sinar matahari yang tinggi, kemudian dilakukan penyiraman menggunakan sprayer. Penyulaman dilakukan untuk mengganti bibit yang tidak tumbuh, atau menunjukkan pertumbuhan yang kurang optimal. Penyiangan dilaksanakan secara berkala guna mengurangi kompetisi penggunaan air, unsur hara, dan cahaya. Variabel sifat kimia tanah diamati berupa pH, fosfor tersedia (P-tersedia), KTK, kadar besi (Fe), dan nikel (Ni), serta parameter pertumbuhan tanaman berupa tinggi tanaman dan bobot kering. Data hasil analisis sifat kimia tanah diinterpretasikan secara deskriptif berdasarkan kriteria yang ditetapkan oleh BSIP-KEMENTAN. Data pertumbuhan tanaman dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA). Apabila terdapat pengaruh nyata antarperlakuan, pengujian dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ α = 0,05).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengaruh biochar dan pupuk kandang sapi terhadap beberapa sifat kimia tanah ditampilkan dalam Tabel 1 dibawah ini :

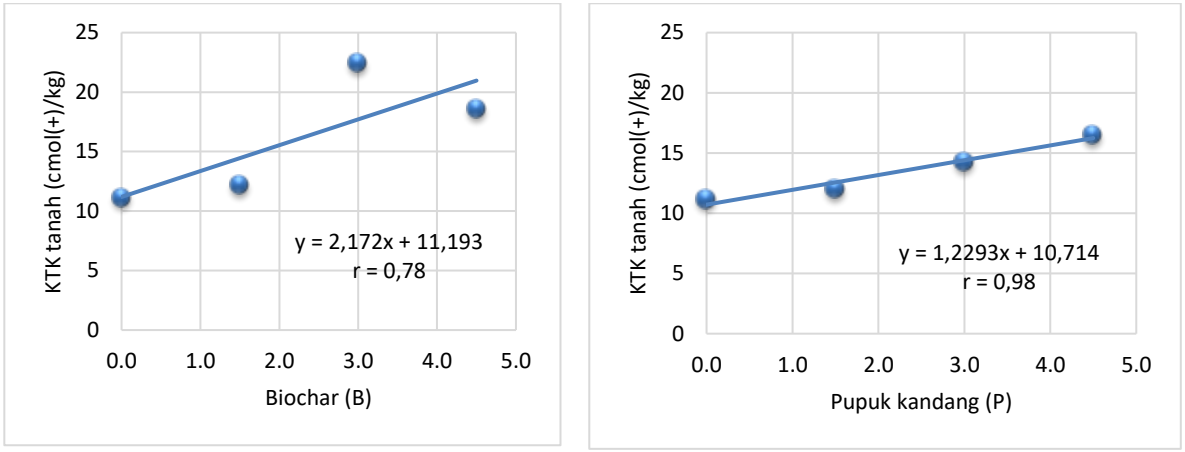
Tabel 1. Pengaruh biochar dan pupuk kandang sapi terhadap beberapa sifat kimia tanah tambang nikel

No	Kode Sampel	pH	Parameter			
			KTK	P tersedia	Besi (Fe)	Nikel (Ni)
			Cmol(+)/kg	.....(ppm).....		
1	B0P0	4,4	11,13	12,23	462,02	5711,92
2	B0P1	4,8	11,99	15,01	343,15	3579,14
3	B0P2	4,9	14,29	18,31	321,9	3091,66
4	B0P3	5,1	16,51	19,9	287,36	2831,02
5	B1P0	4,6	12,18	16,82	430,99	5296,07
6	B1P1	5,2	13,58	21,21	309,93	3331,99
7	B1P2	5,4	17,55	24,41	293,88	2807,45
8	B1P3	5,5	19,85	27,61	233,14	1641,4
9	B2P0	4,8	22,44	22,81	406,41	4941,6
10	B2P1	5,6	20,94	32,24	312,9	1545,58
11	B2P2	6,4	40,35	39,81	71,01	902,68
12	B2P3	6,2	35,35	35,58	99,18	1100,31
13	B3P0	5,2	18,57	21,27	345,76	3426,08
14	B3P1	5,6	21,96	22,87	222,77	1631,15
15	B3P2	5,8	26,05	27,41	186,48	1354,58
16	B3P3	5,8	29,73	29,24	161,1	1183,21

Agrisaintifika, Vol. 10, No. 2, 2026
https://journal.univetbantara.ac.id/index.php/agrisaintifika
ISSN 2580-0345 (print), 2580-748X (online)
DOI: 10.32585/ags.v10i2.7219

3.1. Karakteristik kimia tanah

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian biochar dan pupuk kandang sapi mempengaruhi beberapa sifat kimia tanah (Tabel 1). Pemberian biochar 4,5% (B3P0) memperlihatkan peningkatan pH yang relatif sama dengan pemberian pupuk kandang sapi 4,5% (B0P3) dari berat tanah, dengan nilai masing-masing 5,1 dan 5,2 atau meningkat 15,38% dibandingkan tanpa biochar dan pupuk kandang. Sedangkan peningkatan pH tanah tertinggi diperoleh pada kombinasi 3% biochar dan 3% pupuk kandang (B2P2) yakni 6,4 atau meningkat 31,25% dibandingkan tanpa perlakuan. Temuan ini mendukung hasil penelitian sebelumnya yang dilaporkan oleh Adekiya *et al.* (2019) bahwa pemberian biochar, pupuk kandang dan kombinasi keduanya meningkatkan pH tanah.



C D

Gambar 1. Pengaruh biochar (C) dan pupuk kandang sapi (D) terhadap KTK tanah

Hal ini diduga karena biochar melepaskan kation-kation basa seperti K^{+}, Mg^{+2} dan Ca^{+2} sehingga menurunkan kelarutan Al^{+3} di dalam tanah (Chintala *et al.*, 2014; Palansooriya *et al.*, 2019). Pupuk kandang juga sudah banyak dilaporkan dapat meningkatkan pH terutama pada tanah masam karena pupuk kandang mengandung bikarbonat dan asam organik yang berperan sebagai penyangga, sehingga meningkatkan pH tanah. Seperti yang dilaporkan Zhang *et al*. (2023) bahwa aplikasi pupuk kotoran kelinci meningkatkan pH dan konduktivitas elektrik tanah. Yunilasari *et al.* (2020) menjelaskan bahwa biochar yang dikombinasikan dengan pupuk kandang memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan pH tanah Entisol.

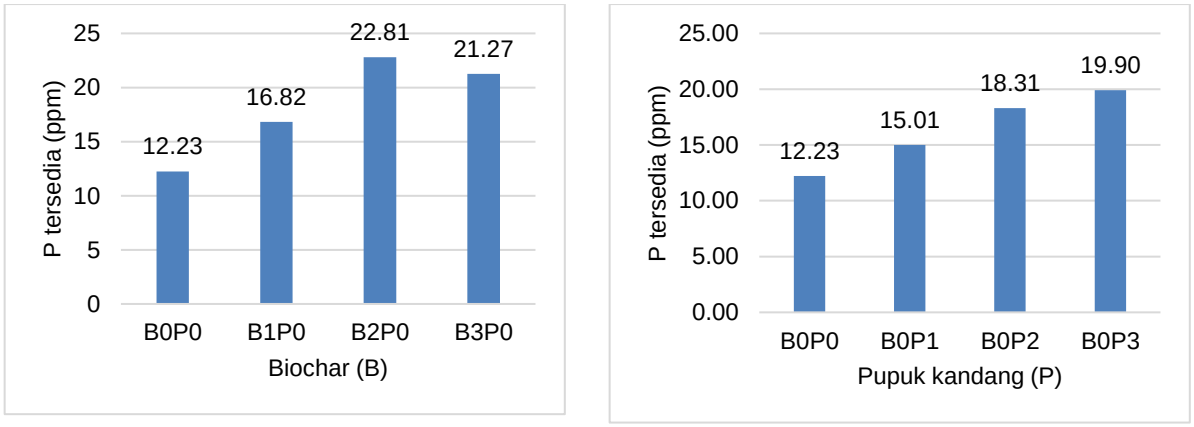
Temuan penelitian menunjukkan bahwa peningkatan takaran biochar dan pupuk kandang secara mandiri meningkatkan KTK tanah (Tabel 1). Penambahan biochar 4,5% (B3P0) meningkatkan KTK tanah menjadi 18,57 Cmol(+)/kg atau meningkat 42,50% dibandingkan kontrol dan lebih tinggi dari pemberian pupuk kandang pada dosis yang sama, yakni 16,51 Cmol(+)/kg. Walaupun demikian jika diamati pengaruh kedua bahan pembenah tersebut, peningkatan KTK lebih konsisten pada pemberian pupuk kandang dengan koefisien korelasi r = 0,98 dibandingkan biochar dengan koefisien korelasi r = 0,78 (Gambar 1C dan 1D).

Agrisaintifika
Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian
Agrisaintifika, Vol. 10, No. 2, 2026
https://journal.univetbantara.ac.id/index.php/agrisaintifika
ISSN 2580-0345 (print), 2580-748X (online)
DOI: 10.32585/ags.v10i2.7219

Biochar yang terbuat dari pembakaran dalam kondisi oksigen terbatas merupakan salah satu bahan pembenah tanah multifungsi. Beberapa peneliti telah melaporkan bahwa biochar dapat memperbaiki kesuburan tanah terdegradasi seperti meningkatkan kapasitas tanah menahan air, kapasitas mempertukarkan kation, penyangga pH, dan ketersediaan hara (Jeffery *et al*., 2011; Pandian e*t al.*, 2016; Novak *et al*., 2018). Aplikasi biochar pada takaran 50-100 t ha^{-1} secara signifikan meningkatkan pH tanah, C organik, KTK dan P tersedia (Chan *et al.*, 2007). Gugus-gugus karboksil (-COOH) di dalam biochar telah terdokumentasi dengan baik tentang kemampuannya dalam merentensi hara dan melepaskannya untuk tanaman (Ho *et al.*, 2017; Adhikari *et al.*, 2024). El-Naggar *et al.* (2019) menjelaskan bahwa biochar mempunyai permukaan yang sangat luas sehingga dapat mengadsorpsi unsur hara dan melepaskannya ke dalam larutan tanah. Studi yang dilakukan Zoghi *et al.* (2019) menjelaskan bahwa aplikasi biochar dapat meningkatkan KTK tanah yang diindikasikan dengan peningkatan Ca, Mg dan K tanah. Kombinasi 3% biochar dan 3% pupuk kandang (B2P2) menunjukkan KTK tertinggi, yakni 40,35 Cmol(+)/kg atau meningkat 44,39% dibandingkan dengan pengaruh mandiri biochar (22,44 Cmol(+)/kg). Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Adekiya *et al.* (2020) dan Supriyadi *et al.* (2022) bahwa kombinasi biochar dan pupuk kandang dapat meningkatkan kadar N, P, K, Ca, Mg, KTK dan kadar air tanah. Cooper *et al.* (2020) menjelaskan terjadinya peningkatan kualitas kimia tanah seperti pH dan KTK setelah aplikasi biochar dan kompos pada lahan pertanian selama 6 tahun. Hal ini mengindikasikan bahwa biochar dan pupuk kandang sapi dapat diaplikasikan secara bersamaan untuk memperbaiki kualitas kimia tanah.

Aplikasi biochar dan pupuk kandang sapi secara positif meningkatkan P tersedia tanah (Gambar 2A dan 2B). Pemberian biochar 4,5% (B3P0) secara kumulatif meningkatkan P tersedia tanah (21,27 ppm) atau meningkat 42,50% dibandingkan kontrol (B0P0) yang lebih tinggi dari pemberian pupuk kandang sapi, yakni 19,90 ppm (Tabel 1). Sasmita *et al.* (2017) menjelaskan bahwa arang sekam potensial untuk memperbaiki kesuburan tanah karena mengandung 0,15% P. Seperti yang dikemukakan oleh Li et al. (2020), biochar yang mengandung P dapat menjadi sumber hara P di dalam tanah. Trupiano *et al.* (2017) menyatakan bahwa pemberian biochar berkontribusi terhadap peningkatan kandungan C-organik, N-total, P tersedia, serta keragaman dan aktivitas komunitas mikroba tanah. Hal yang serupa dijelaskan oleh Gao *et al.* (2019), pemberian biochar secara signifikan meningkatkan P tersedia sebesar 45% pada topsoil. Diamati pula bahwa kombinasi kedua perlakuan tersebut meningkatkan P tersedia tanah, meskipun tidak konsisten, peningkatan tertinggi dicapai pada kombinasi 3% biochar dan 3% pupuk kandang (B2P2) yakni 39,81 ppm atau meningkat 46,57% (Tabel 1) dibandingkan dengan perlakuan tunggal biochar (B3P0).

Agrisaintifika
Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian
Agrisaintifika, Vol. 10, No. 2, 2026
https://journal.univetbantara.ac.id/index.php/agrisaintifika
ISSN 2580-0345 (print), 2580-748X (online)
DOI: 10.32585/ags.v10i2.7219

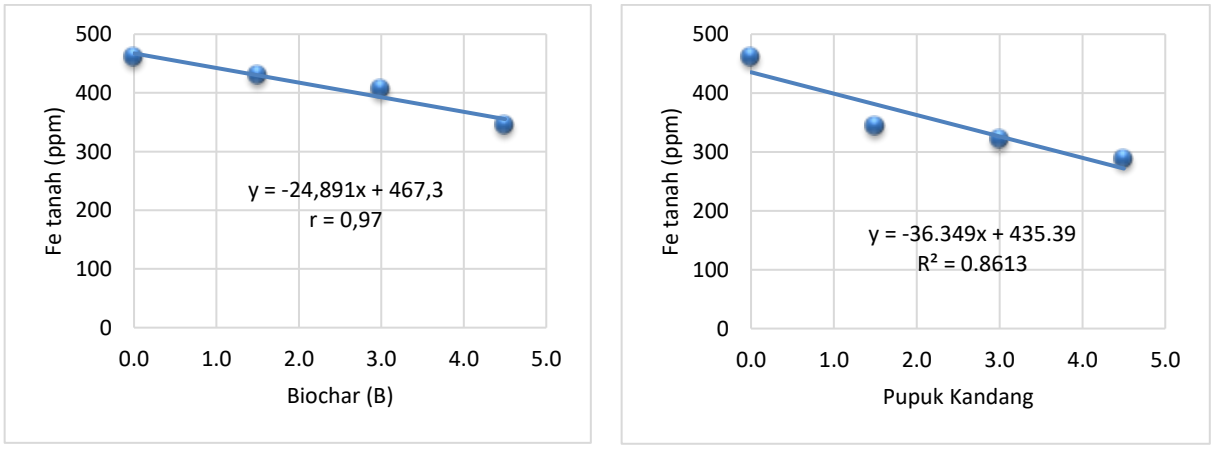


A B

Gambar 2. Pengaruh biochar arang kayu (A) dan pupuk kandang sapi (B) terhadap P tersedia

Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi biochar dan pupuk kandang sapi lebih efektif meningkatkan P tersedia tanah dibandingkan pemberian secara terpisah. Temuan penelitian ini memperkuat hasil yang dilaporkan oleh Mahmoud *et al.* (2020) bahwa kombinasi biochar dan kompost meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah dan hasil tanaman *Brassica napus* L.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi biochar dan pupuk kandang secara mandiri mempengaruhi kadar Fe dan Ni di dalam tanah (Tabel 1). Aplikasi biochar dan pupuk kandang sapi secara konsisten menurunkan kadar Fe dan Ni terlarut di dalam tanah. Peningkatan takaran biochar yang diaplikasikan berkorelasi negatif dengan kadar Fe di dalam tanah. Penurunan tertinggi dicapai pada pemberian 4,5% biochar (B3P0) dari 462,02 ppm menjadi 345,76 ppm atau penurunan 25,16%, dengan r=0,97. Sedangkan pemberian pupuk mengakibatkan penurunan kadar Fe menjadi 287,36 ppm atau menurun 37,80%, dengan hubungan korelasi r=0,92 (Gambar 3E dan 3F). Penurunan kadar Fe terendah diperoleh pada kombinasi 3% biocar dan 3% pupuk kandang sapi (B2P2) yakni 71,01 ppm atau menurun 85,06% dibandingkan tanpa aplikasi pembena tanah.

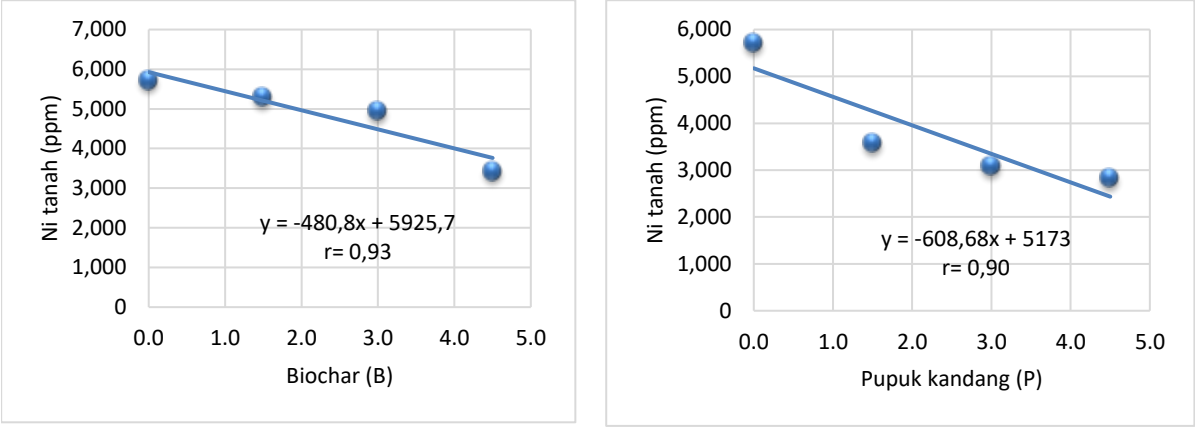


E F

Gambar 3. Pengaruh biochar (E) dan pupuk kandang sapi (F) terhadap kadar Fe tanah

Agrisaintifika
Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian
Agrisaintifika, Vol. 10, No. 2, 2026
https://journal.univetbantara.ac.id/index.php/agrisaintifika
ISSN 2580-0345 (print), 2580-748X (online)
DOI: 10.32585/ags.v10i2.7219

Aplikasi biochar dan pupuk kandang juga berkorelasi secara negatif dengan kadar Ni dalam tanah. Pemberian biochar pada takaran 4,5% dari berat tanah (B3P0) menurunkan kadar Ni dari 5711,92 ppm menjadi 3426,08 ppm atau turun 40,02% dengan r=0,93 (Gambar 4G), sedangkan aplikasi pupuk kandang pada takaran yang sama (B0P3) mengakibatkan penurunan kadar Ni hingga 2831,02 ppm atau turun 50,44%. Penurunan kadar Ni tanah tertinggi terjadi pada kombinasi 3% biochar dan 3% pupuk kandang (B2P2) yakni 902,68 ppm (Tabel 1). Penurunan kadar Fe dan Ni tersebut diduga karena beberapa hal antara lain peningkatan pH tanah akibat biochar dan pupuk kandang (Tabel 1), peningkatan gugus karboksil seperti -COOH dari biochar dan pupuk kandang.



G H

Gambar 4. Pengaruh biochar (G) dan pupuk kandang sapi (H) terhadap kadar Fe tanah

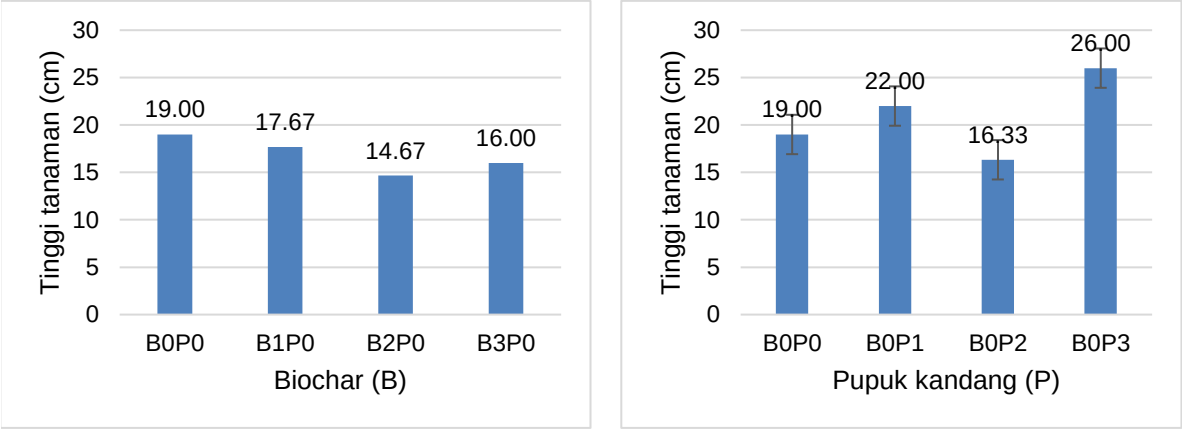
Beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa peningkatkan pH dapat memicu adsorpsi logam-logam berat, sehingga mengurangi kelarutannya di dalam tanah (Tang *et al.*, 2020; Suleman *et al*., 2024). Keberadaan oksida, hidroksida dan karbonat dalam biochar mengakibatkan peningkatan pH tanah (Dai *et al.*, 2017). Dengan adanya kelompok fungsional bermuatan negatif seperti gugus karboksil, hidroksil dan fenolik mengikat ion H^+ dari larutan tanah, hal ini dapat mengurangi aktivitas ion H^+ dan meningkatkan pH tanah (Choppala *et al.*, 2012; Chintala *et al.*, 2014). Ali *et al.* (2020) melaporkan bahwa pemberian biochar 1-2% dari berat tanah mengakibatkan penurunan kadar Ni yang larut dalam asam sebesar 59-70,9%. Beberapa peneliti lain melaporkan penurunan ketersediaan logam berat setelah aplikasi biochar melalui mekanisme imobilisasi (Venegaz et al., 2016; Kavitha et al., 2018), pertukaran kation dan interaksi elektrosatik (Uchimiya et al., 2011), kompleksasi permukaan (Karami et al., 2011; Gao et al., 2023) dan presipitasi menjadi hidroksida logam. Hannan *et al*. (2021) mengemukakan bahwa biochar dari bambu sangat efektif menurunkan kelarutan Ni di dalam tanah karena strukturnya yang porus dan permukaannya yang luas. Mahmoud *et al.* (2018) menjelaskan bahwa penambahan biochar atau kompos dari jerami padi, baik tunggal maupun campuran keduanya menurunkan konsentrasi Cd, Pb, Ni, dan Zn di dalam tanah.

3.2. Pertumbuhan Nilam

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi biochar secara tunggal tidak memberikan pengaruh nyata (P>0,05) terhadap tinggi tanaman umur 75 hari setelah tanam (HST). Sebaliknya,

Agrisaintifika
Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian
Agrisaintifika, Vol. 10, No. 2, 2026
https://journal.univetbantara.ac.id/index.php/agrisaintifika
ISSN 2580-0345 (print), 2580-748X (online)
DOI: 10.32585/ags.v10i2.7219

pemberian pupuk kandang berpengaruh nyata (P<0,05) terhadap parameter tersebut. Interaksi antara biochar dan pupuk kandang juga tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan (P>0,05). Peningkatan dosis bicohar memberikan pengaruh yang fluktuatif terhadap tinggi tanaman. Ada kecenderungan peningkatan dosis biochar menurunkan tinggi tanaman pada umur 75 HST (Gambar 5I), bahkan hubungan antara peningkatan dosis biochar dengan tinggi tanaman cenderung negatif, dengan y=.-1,2x + 19,83. Hal ini diduga karena kondisi tanah bekas tambang nikel yang mempunyai struktur tanah yang rusak, kapasitas menyimpan air rendah, dan miskin hara, sementara biochar sendiri kaya akan karbon tetapi miskin unsur hara. Menurut Sasmita *et al*, (2017), biochar memiliki kandungan N, P, K relatif rendah meskipun kaya akan C-organik. Kondisi tersebut diduga menjadi salah satu penyebab belum terlihatnya pengaruh nyata biochar selama periode penelitian yang hanya berlangsung selama 75 hari. Walaupun demikian, biochar memiliki karakteristik berupa luas permukaan spesifik dan kapasitas adsorpsi yang tinggi, sehingga manfaatnya cenderung bersifat jangka panjang. Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa aplikasi biochar secara berkelanjutan mampu meningkatkan sifat kimia dan fisika tanah melalui perbaikan retensi hara, peningkatan kapasitas tukar kation, serta peningkatan kandungan bahan organik tanah (Burrell *et al.*, 2016; Mia *et al.*, 2017).



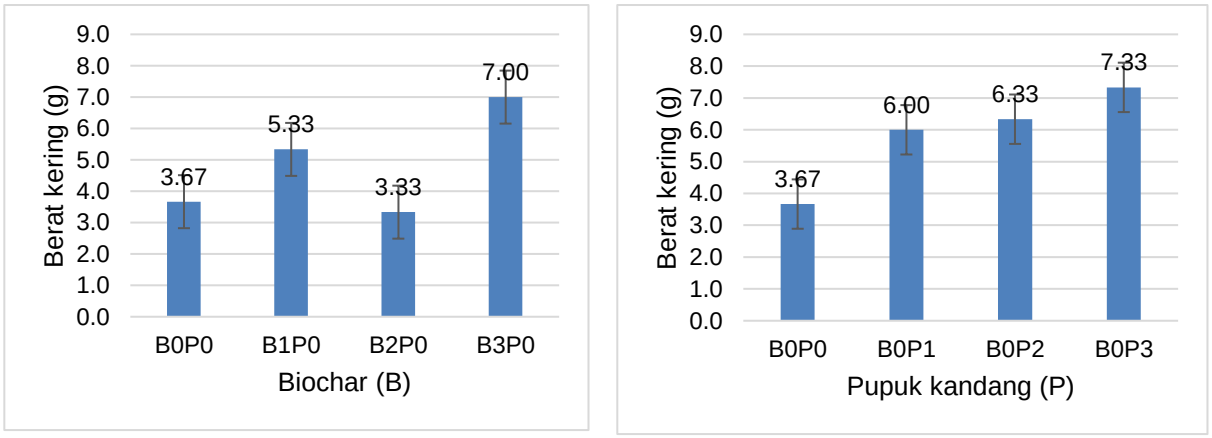
Gambar 5. Pengaruh mandiri biochar (I) dan pupuk kandang (J) terhadap tinggi tanaman umur 75 HST.

Sebaliknya peningkatan dosis pupuk kandang hingga dosis 4,5% (B0P3) dari berat tanah memberikan hasil tanaman tertinggi (26 cm) yang berbeda dengan perlakuan lain (Gambar 5J), kecuali pemberian 1,5% pupuk kandang (B0P1). Seperti yang dilaporkan Rehman *et al.* (2016), pupuk kandang memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan tanaman pada tanah tambang melalui perbaikan struktur tanah, meningkatkan ketersediaan hara dan potensinya mengurangi efek negatif Ni pada tanaman. Pandey *et al.* (2021) menjelaskan bahwa penambahan pupuk kandang secara bertahap akan memperbaiki kualitas tanah tambang melalui peningkatan hara tersedia dan memacu pertumbuhan tanaman.

Hasil sidik ragam menunjukkan bawah aplikasi biochar dan pupuk kandang secara mandiri berpengaruh nyata (P<0,05), demikian pula interaksi antara keduanya terhadap berat kering tanaman umur 75 HST. Peningkatan dosis biochar secara fluktuatif meningkatkan berat kering

Agrisaintifika
Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian
Agrisaintifika, Vol. 10, No. 2, 2026
https://journal.univetbantara.ac.id/index.php/agrisaintifika
ISSN 2580-0345 (print), 2580-748X (online)
DOI: 10.32585/ags.v10i2.7219

tanaman (Gambar 6 K), di mana aplikasi 4,5% (B3P0) menujukkan berat kering tanaman tertinggi yang berbeda dengan perlakuan lain, kecuali pada dosis 1,5% (B1P0). Sedangkan aplikasi pupuk kandang menunjukkan peningkatan berat kering tanaman yang lebih konsisten dengan peningkatan dosis. Berat kering tertinggi diperoleh pada pemberian 4,5% pupuk kandang (B0P3) yang berbeda dengan tanpa pemberian pupuk kandang (B0P0). Peningkatan berat kering tanaman diduga sangat berkaitan dengan penurunan konsentrasi Ni dan Fe di dalam tanah (Gambar 3 dan 4). Logam Fe termasuk hara mikro yang dibutuhkan tanaman yang berperan dalam pembentukan klorofil, esensial untuk fotosintesis, serta terlibat dalam transfer energi dan aktivitas enzim.



K L

Gambar 6. Pengaruh mandiri biochar (K) dan pupuk kandang (L) terhadap berat kering tanaman umur 75 HST

Demikian pula Ni sudah digolongkan sebagai hara bermanfaat (Abou-Seeda *et al.*, 2020), yang berperan dalam metabolisme nitrogen dan mitigasi cekaman abiotik (Rabinovic *et al.*, 2024). Namun pada konsentrasi tinggi, Ni dan Fe dapat memberikan dampak negatif terhadap kesuburan tanah, keanekaragaman dan aktifitas mikroba tanah, hasil tanaman dan bahkan kesehatan manusia (Ma *et al.*, 2015). Kombinasi perlakuan 3% biochar dan 4,5% pupuk kandang (B2P3) menunjukkan berat kering tertinggi yakni 16,67 g, namun tidak berbeda nyata dengan B2P1, B2P2, B3P1 dan B3P2. Temuan ini mengindikasikan bahwa kombinasi biochar dan pupuk kandang pada dosis yang tepat berperan penting dalam memperbaiki kualitas tanah. Perbaikan tersebut meliputi peningkatan struktur tanah, kenaikan pH, peningkatan kapasitas tanah dalam menyimpan air, serta meningkatnya kemampuan tanah menyediakan unsur hara bagi tanaman. Kondisi ini pada akhirnya dapat mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih optimal. Temuan ini sejalan dengan Agegnehu *et al*. (2015) yang melaporkan bahwa aplikasi biochar yang dikombinasikan dengan kompos mampu meningkatkan kadar klorofil daun serta pertumbuhan tanaman kacang tanah. Hasil serupa juga dilaporkan Sasmita *et al*. (2017) yang menunjukkan bahwa kombinasi biochar dengan pupuk organik dapat meningkatkan diameter batang dan bobot kering tajuk bibit kakao. Chen *et al.* (2022) menemukan bahwa aplikasi 3% biochar dan 45 t/ha pupuk organik meningkatkan pH, C organik dan ketersediaan hara serta hasil buah naga. Lebih lanjut dikemukakan bahwa aplikasi biocar dengan takaran yang lebih tinggi dapat memberikan efek negatif.

Agrisaintifika, Vol. 10, No. 2, 2026
https://journal.univetbantara.ac.id/index.php/agrisaintifika
ISSN 2580-0345 (print), 2580-748X (online)
DOI: 10.32585/ags.v10i2.7219

4. SIMPULAN

Pemberian biochar yang dikombinasikan dengan pupuk kandang sapi mampu memperbaiki sifat kimia tanah bekas tambang nikel dan meningkatkan pertumbuhan tanaman nilam. Perbaikan tersebut ditunjukkan oleh meningkatnya pH tanah, kapasitas tukar kation (KTK), dan ketersediaan P, serta menurunnya kadar Fe dan Ni yang berpotensi menghambat pertumbuhan tanaman. Kombinasi biochar 3% dan pupuk kandang sapi 4,5% memberikan respons terbaik sehingga direkomendasikan sebagai dosis yang efektif untuk mendukung rehabilitasi lahan bekas tambang nikel melalui budidaya tanaman nilam.

5. DAFTAR PUSTAKA

Abou-Seeda, M.A., EL-Sayed, A.A., Yassen, A.A., Abou El-Nour, E.A.A., Zaghloul, S.M. and Gad-Mervat, M. 2020. Nickel, Iron and Their Diverse Role in Plants: A Review, Approaches and Future Prospective. *Middle East Journal of Applied Sciences* 10(2): 196-219, https://doi.org/10.36632/mejas/2020.10.2.21

Adekiya, A.O., Agbede, T.M., Aboyeji, C.M., Dunsin, O. and Simeon V.T. 2019. Effects of Biochar and Poultry Manure on Soil Characteristics and the Yield of Radish. *Scientia Holticulturae Journal*. 243 (3): 457-463. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.08.048.

Adekiya, A.O., Olaniran, A.F., and Adenusi, T.T. 2020. Effects of cow dung and wood biochars and green manure on soil fertility and tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) performance on a savanna Alfisol. *Sci Rep* 10, 21021. https://doi.org/10.1038/s41598-020-78194-5

Adhikari, S., Moon, E. and Timms, W. 2024. Identifying biochar production variables to maximise exchangeable cations and increase nutrient availability in soils. *Journal of Cleaner Production*. 446, 141454. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141454

Agegnehu, G., Bass, A.M., Nelsona, P.N., Muirheadc, B., Wright, G. and Birda, M.I. 2015. Biochar and biochar-compost as soil amendments: Effects on peanut yield, soil properties and greenhouse gas emissions in tropical North Queensland, Australia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 213, 72-85

Agus, C., Faridah, E., Wulandari. D., dan Purwanto. B.H. 2014. Peran Mikroba Starter dalam Dekomposisi Kotoran Ternak dan Perbaikan Kualitas Pupuk Kandang. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 21 (2): 179-187).

Ali, U., Shaaban, M., Bashir, S., Gao, R., Fu, Q., Zhu, J. and Hu, H. 2020. Rice straw, biochar and calcite incorporation enhance nickel (Ni) immobilization in contaminated soil and Ni removal capacity. *Chemosphere*, 244, 12548

Ameloot, N., De Neve, S., Jegajeevagan, K., Yildiz, G., Buchan, D., Funkuin, Y.N., Prins, W., Bouckaert, L. and Sleutel, S. 2013 Short-term CO_2 and N_2O emissions and microbial properties of biochar amended sandy loam soils. *Soil Biol Biochem* 57:401–410. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2012.10.025

Agrisaintifika, Vol. 10, No. 2, 2026
https://journal.univetbantara.ac.id/index.php/agrisaintifika
ISSN 2580-0345 (print), 2580-748X (online)
DOI: 10.32585/ags.v10i2.7219

Antonangelo, J.A., Sun, X. and Eufrade-Junior, H.J. 2025. Biochar impact on soil health and tree-based crops: a review. *Biochar* 7, 51. https://doi.org/10.1007/s42773-025-00450-6

Badan Pusat Statistik. 2023. Provinsi Sulawesi Tenggara Dalam Angka.685 halaman. Diunduh, 15 Juli 2025.

Blanco-Canqui, H. 2017. Biochar and soil physical properties. *Soil Sci Soc Am J* 81(4):687–711. https://doi.org/10.2136/sssaj2017.01.0017

Burrell, L.D., Zehetner, F., Rampazzo, N., Wimmer, B. and Soja, G. 2016. Long-term effects of biochar on soil physical properties. *Geoderma*. 282, 96-102. http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.07.019

Chen, L., Li, X, Peng, Y., Xiang, P., Zhou, Y., Yao, B., Zhou, Y., and Sun, C. 2022. Co-application of biochar and organic fertilizer promotes the yield and quality of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) by improving soil properties. *Chemosphere*. 294, 133619. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.133619

Chintala, R., Mollinedo, J., Schumacher, TE., Malo, D.D. and Julson, J.L. 2014. Effect of Biochar on Chemical Properties of Acidic Soil. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 60 (3): 393-404. https://doi.org/10.1080/03650340.2013.789870.

Choppala, G.K., Bolan, N.S., Mallavarapu, M., Chen, Z., and Naidu, R., 2012. The influence of biochar and black carbon on reduction and bioavailability of chromate in soils. *J. Environ. Qual*. 41, 1–10.

Cooper, J Greenberg, I., Ludwig, B., Hippich, L., Fischer, D., Glaser, B. and Kaiser, M. 2020. Effect of biochar and compost on soil properties and organic matter in aggregate size fractions under field conditions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 295, 106882

Dai, Z., Zhang, X., Tang, C., Muhammad, N., Wu, J. and Brookes, P. C. 2017. Potential role of biochars in decreasing soil acidification - a critical review. *Sci. Total Environ.* 581–582, 601–611. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.12.169

El-Naggar, A., El-Naggar, A.H., Shaheen, S.M., Sarkar, B., Changi, S.X., Tsang, D.C.W., Rinklebe, J. and Ok, Y.S. 2019. Biochar composition-dependent impacts on soil nutrient release, carbon mineralization, and potential environmental risk: A review. *J. Environ. Man*. 241: 458-467.

Gao, S., DeLuca, T.H. and Cleveland, C.C. 2019. Biochar additions alter phosphorus and nitrogen availability in agricultural ecosystems: A meta-analysis. *Science of the Total Environment* 654: 463-472, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.124

Gao, W., He, W., Zhang, J., Chen, Y., Zhang, Z., Yang, Y. and He, Z. 2023. Effects of biochar-based materials on nickel adsorption and bioavailability in soil. *Scientific Reports*. 13(1):5880. https://doi.org/10.1038/s41598-023-32502-x.

Agrisaintifika
Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian

Agrisaintifika, Vol. 10, No. 2, 2026
https://journal.univetbantara.ac.id/index.php/agrisaintifika
ISSN 2580-0345 (print), 2580-748X (online)
DOI: 10.32585/ags.v10i2.7219

Ge, G., Li, Z., Fan, F., Chu, G., Hou, Z. and Liang, Y. 2009. Soil biological activity and their seasonal variations in response to long-term application of organic and inorganic fertilizers. *Plant Soil*, *326*, 31–44.

Han, Z., He, W., Shi, H., Wang, C., Liu, C. and Feng, Y. 2023. Effects of the Integrated Use of Dairy Cow Manure on Soil Properties and Biological Fertility. *Sustainability* 2023, *15*(15), 11693; https://doi.org/10.3390/su151511693

Hanan, F., Huang, Q., Farooq, M.A., Ayyaz, A., Ma, J., Zhang, N., Ali, B., Deyett, E., Zhou, W. and Islam, F. 2021. Organic and inorganic amendments for the remediation of nickel contaminated soil and its improvement on Brassica napus growth and oxidative defense. *Journal of Hazardous Materials*. 416, 125921. doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125921

Ho, S.H., Zhu, S. and Chang, J.S. 2017. Recent advances in nanoscale-metal assisted biochar derived from waste biomass used for heavy metals removal. *Bioresources Technology* 246: 123-134, doi:10.1016/j.biortech.2017.08.06

Ibrahim, E.A., El-Sherbini, M.A.A. and M. Selim, E.M.. 2022. Effects of biochar on soil properties, heavy metal availability and uptake, and growth of summer squash grown in metal-contaminated soil. *Scientia Horticulturae*. 301, 111097. doi:10.1016/j.scienta.2022.111097

Jeffery, S., Verheijen, F. A., van der Velde, M., and Bastos, A. C. 2011. A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using meta analysis. *Agric. Ecosyst. Environ*. 144, 175–187. doi: 10.1016/j.agee.2011.08.015

Karami, N., Clemente, R., Moreno-Jiménez, E., Lepp, N. W., and Beesley, L. 2011. Efficiency of green waste compost and biochar soil amendments for reducing lead and copper mobility and uptake to ryegrass. *J. Hazard. Mater.* 191 (1-3), 41–48. doi:10.1016/j.jhazmat.2011.04.025

Kavitha, B., Reddy, P. V. L., Kim, B., Lee, S. S., Pandey, S. K., and Kim, K. (2018). Benefits and limitations of biochar amendment in agricultural soils: A review. *J. Environ. Manage.* 227, 146–154. doi:10.1016/j.jenvman.2018.08.082

Li, H., Li, Y., Xu, Y. and Lu, X. 2020. Biochar phosphorus fertilizer effects on soil phosphorus availability, *Chemosphere* , 125471 https://doi.org/10.1016/j.

Ma, L., Zhong, H. and Wu, Y.G. 2015. Effects of Metal-Soil Contact Time on the Extraction of Mercury from Soils. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 94:399–406, doi:10.1007/s00128-015-1468-x

Mahmoud, E., Ibrahim, M., Ali, N. and Ali, H. 2020. Effect of Biochar and Compost Amendments on Soil Biochemical Properties and Dry Weight of Canola Plant Grown in Soil Contaminated with Heavy Metals. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, doi: 10.1080/00103624.2020.1763395

Mahmoud, E., M. Ibrahim, N. Ali, and H. Ali. 2018. Spectroscopic analyses to study the effect of biochar and compost on dry mass of canola and heavy metal immobilization in soil.

Agrisaintifika, Vol. 10, No. 2, 2026
https://journal.univetbantara.ac.id/index.php/agrisaintifika
ISSN 2580-0345 (print), 2580-748X (online)
DOI: 10.32585/ags.v10i2.7219

Communications in Soil Science and Plant Analysis. 49:1990–200110. doi:10.1080/00103624.2018.1492601.

Maryani AT. 2023. Respon Pemberian Pupuk Kotoran Ayam dengan Arang Sekam Teradap Pertumbuhan Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Bent) di Bawah Tegakan Tanaman Kayu Manis. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. 23 (1): 929-934.

McCormack, S.A., Ostle, N., Bardgett, R.D., Hopkins, D.W. and Vanbergen, A.J. 2013. Biochar in bioenergy cropping systems: impacts on soil faunal communities and linked ecosystem processes. *Glob Chang Biol (bioenergy)* 5(2):81–95. https://doi.org/10.1111/gcbb.12046

Mia, S., Dijkstra, F.A. and Singh, B. 2017. Long-Term Aging of Biochar: A Molecular Understanding with Agricultural and Environmental Implications. *Advances in Agronomy*. 141, 1-51

Novak, J. M., Johnson, M. G., and Spokas, K. A. 2018. Concentration and release of phosphorus and potassium from lignocellulosic- and manure-based biochars for fertilizer reuse. *Front. Sustain. Food Syst.* 2, 54. doi:10.3389/fsufs.2018.00054

Palansooriya, K.N., Wong, J.T.F., Hashimoto, Y., Huang, L.B., Rinklebe, J., Chang, S.X., Bolan, N., Wang, H. and Ok, Y.S. 2019. Response of microbial communities to biochar-amended soils: a critical review. *Biochar*, 1: 3–22, doi:10.1007/s42773-019-00009-2

Pandey, B., Suthar, S. and Chand, N. 2022. Effect of biochar amendment on metal mobility, phytotoxicity, soil enzymes, and metal-uptakes by wheat (*Triticum aestivum*) in contaminated soils. *Chemosphere* 307(2): 135889, doi:10.1016/j.chemosphere.2022.135889

Pandian, K., Subramaniayan, P., Gnasekaran, P., and Chitraputhirapillai, S. 2016. Effect of biochar amendment on soil physical, chemical and biological properties and groundnut yield in rainfed Alfisol of semi-arid tropics. *Arch. Agron. Soil Sci.* 62, 1293–1310. doi:10.1080/03650340.2016.1139086

Rabinovich, A., Di, R., Lindert, S. and Heckman, J. 2024. Nickel and Soil Fertility: Review of Benefits to Environment and Food Security. *Environments* 2024, *11*(8), 177; https://doi.org/10.3390/environments11080177

Razzaghi, F., Obour, P.B. and Arthur, E. 2020. Does biochar improve soil water retention? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Geoderma* 361:114055. doi:10.1016/j.geoderma.2019.114055

Rehman, M.Z., Rizwan, M., Ali, S., Fatima, N., Yousaf, B., Naeem, A., Sabir, M., Ahmad, H.R. and Ok, Y.S. 2016. Contrasting effects of biochar, compost and farm manure on alleviation of nickel toxicity in maize (*Zea mays* L.) in relation to plant growth, photosynthesis and metal uptake. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 133 (2016) 218-225. doi: 10.1016/j.ecoenv.2016.07.023

Sasmita, K.D., Anas, I., Anwar, S., Yahya, S. dan Djajakirana, G. 2017. Pengaruh Pupuk Organik dan Arang Hayati terhadap Kualitas Media Pembibitan dan Pertumbuhan Bibit Kakao. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*. 4 (2): 107-120.

Agrisaintifika
Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian

Agrisaintifika, Vol. 10, No. 2, 2026
https://journal.univetbantara.ac.id/index.php/agrisaintifika
ISSN 2580-0345 (print), 2580-748X (online)
DOI: 10.32585/ags.v10i2.7219

Suleman, D., Resman, Syaf, H., Namriah, Suaib, Alam, S., Yusuf, D.N. and Mbay, W.O.N. 2024. Change of soil chemical properties and the growth of *Pogostemon cablin* Benth on nickel-mined soil amended with rice husk charcoal. *Journal of Degraded and Mining Lands Management.* 11(2):5353-5360. https://doi.org/10.15243/jdmlm.2024.112.5353

Supriyadi, S, Widjajani, B.W. and Murniyanto, E. 2022. The Effect of Rice Husk Biochar and Cow Manure on Some Soil Characteristics, N and P Uptake and Plant Growth of Soybean in Alfisol. *J Trop Soils*, 27(2): 59-66

Tang, X., Shen, H., Chen, M., Yang, X., Yang, D., Wang, F., ... and Xu, J. 2020. Achieving the safe use of Cd-and As-contaminated agricultural land with an Fe-based biochar: A field study. *Science of The Total Environment*, 706, 135898

Trupiano, D., Cocozza, C., Baronti, S., Amendola, C., Vaccari, F.P., Lustrato, G., Lonardo, S.D., Fantasma, F., Tognetti, R. and Scippa, G.S. 2017. The Effects of Biochar and Its Combination with Compost on Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Growth, Soil Properties, and Soil Microbial Activity and Abundance. *International Journal of Agronomy* 3158207, doi:10.1155/2017/3158207

Uchimiya, M., Chang, S. and Klasson, K.T. 2011. Screening Biochars For Heavy Metal Retention in Soil : Role of Oxygen Functional Groups. Journal of Hazardous Materials 190(1-3) : 432-441.

Venegas, A., Rigol, A. and Vidal, M. 2016. Changes in heavy metal extractability from contaminated soils remediated with organic waste or biochar. *Geoderma* 279, 132–140. doi:10.1016/j.geoderma.2016.06.010

Wang, Y., Hu, Y., Zhao, X., Wang, S. and Xing, G. 2013. Comparisons of biochar properties from wood material and crop residues at different temperatures and residence times. *Energy Fuels* 27(10):5890–5899. https://doi.org/10.1021/ef400972z

Widiatmaka, Suwarno, Kusmaryandi N. 2010. Karakteristik Pedologi dan Pengelolaan Revegetasi Lahan Bekas Tambang Nikel: Studi Kasus Lahan Bekas Tambang Nikel Pomalaa, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Tanah Lingkungan*. 12 (2): 1-10.

Yunilasari, M., Sufardi and Zaitun. 2020. Effects of biochar and cow manure on soil chemical properties and peanut (*Arachis hypogaea* L.) yields in entisol. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 425 012014DOI 10.1088/1755-1315/425/1/012014

Zhang, X., Li, J., Shao, L., Qin, F., Yang, J., Gu, H., Zhai, P. and Pan, X. 2023. Effects of organic fertilizers on yield, soil physico-chemical property, soil microbial community diversity and structure of *Brassica rapa* var. Chinensis. *Front. Microbiol*. 14, 2023

Zoghi, Z., Hosseini, S.M., Kouchaksaraei, M.T., Kooch, Y. and Guidi, L. 2019. The effect of biochar amendment on the growth, morphology and physiology of *Quercus castaneifolia* seedlings under water-deficit stress. *Eur J for Res* 138:967–979. https://doi.org/10.1007/s10342-019-01217-y