

APLIKASI BIOCHAR TERHADAP KETERSEDIAAN HARA NITROGEN DAN FOSFAT DI TANAH VERTISOL LOMBOK

APPLICATION OF BIOCHAR ON THE AVAILABILITY OF NITROGEN AND PHOSPHATE NUTRIENTS IN LOMBOK'S VERTISOL SOIL

Rika Andriati Sukma Dewi^{1*}, Sukartono¹, Lalu Arifin Aria Bakti¹, Siska Ita Selvia¹, Zuhdiyah Matienatul Iemaaniah¹

¹Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

*Email Penulis korespondensi: rika@unram.com

Abstrak

Tanah vertisol memiliki nilai kapasitas tukar kation dan kejenuhan basa yang tinggi namun kandungan bahan organik dan ketersediaan hara bagi tanaman rendah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi bagaimana pengaruh aplikasi biochar sekam padi dan tongkol jagung terhadap ketersediaan hara N dan P serta serapan hara N dan P pada tanaman kedelai pada tanah vertisol Lombok Tengah. Dosis biochar (sekam padi dan tongkol jagung) masing-masing yang diberikan yaitu 0, 10, 15, 20, 25 dan 30 ton/ha tanah vertisol. Tanah sampel diambil dari desa Kawo (Lombok Tengah) dan kegiatan percobaan dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Mataram. Parameter yang diamati antara lain pH, N-total dan P tersedia pada tanah vertisol serta analisis jaringan tanaman kedelai berupa serapan hara N dan P jaringan tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian biochar sekam padi dan tongkol jagung dapat memperbaiki sifat kimia tanah vertisol yaitu KTK dan pH. Pengaruh biochar terhadap C-organik tidak memberikan pengaruh yang nyata. Untuk parameter N-total, biochar tongkol jagung memberikan pengaruh yang nyata sedangkan biochar sekam padi tidak memberikan pengaruh yang nyata. Parameter N tersedia tidak menunjukkan adanya pengaruh biochar terhadap parameter tersebut. Sementara itu, aplikasi biochar memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter P tersedia serta pengaruh biochar terhadap serapan P hanya terlihat pada biochar sekam padi.

Kata Kunci: Vertisol, Biochar, Hara, Nitrogen, Fosfat

Abstract

Vertisol soil has high cation exchange capacity and base saturation values but the organic matter content and nutrient availability for plants is low. The aim of this research is to evaluate the effect of the application of rice husk and corn cob biochar on the availability of N and P nutrients as well as N and P nutrient uptake in soybean plants on vertisol soil in Central Lombok. The respective doses of biochar (rice husks and corn cobs) given were 0, 10, 15, 20, 25 and 30 tonnes/ha of vertisol soil. Soil samples were taken from Kawo village (Central Lombok) and experimental activities were carried out in the greenhouse of the Faculty of Agriculture, Mataram University. The parameters observed included pH, N-total and P available in vertisol soil as well as analysis of soybean plant tissue in the form of N and P nutrient uptake in plant tissue. The results of the research show that the application of rice husk and corn cob biochar can improve the chemical properties of vertisol soil, namely CEC and pH. The effect of biochar on organic C did not have a significant effect. For the N-total parameter, corn cob biochar had a significant effect, while rice husk biochar did not have a significant effect. The available N parameter does not show any influence of biochar on this parameter. Meanwhile, the application of biochar had a real influence on available P parameters and the influence of biochar on P uptake was only visible in rice husk biochar.

Keywords: Vertisols, Biochar, Nutrient, Nitrogen, Fosfat

PENDAHULUAN

Vertisol memiliki karakteristik utama yang ditandai oleh kemampuan tanah untuk mengembang ketika jenuh air dan menyusut hingga membentuk retakan lebar saat mengalami pengeringan selama musim kemarau. Pada musim hujan, retakan tersebut menutup kembali, dan tanah berubah menjadi sangat lengket serta plastis akibat tingginya kandungan lempung aktif, terutama dari kelompok smektit. Proses ini mencerminkan sifat

dinamis tanah yang dipengaruhi oleh siklus basah dan kering (Utomo, 2014.) Selain itu, vertisol memiliki tingkat kesuburan yang relatif rendah, meskipun ditunjang oleh kapasitas tukar kation (KTK) dan kejenuhan basa yang cukup tinggi. Kendati demikian, kandungan bahan organik dalam tanah ini sangat terbatas, sering kali kurang dari 1%, dengan nilai berkisar sekitar 0,06%. Kandungan bahan organik tersebut juga cenderung menurun seiring bertambahnya kedalaman profil tanah, yang dapat memengaruhi produktivitas tanah secara keseluruhan. Selain itu, kandungan hara N, P, dan K yang tersedia bagi tanaman juga rendah. Kurang tersedianya hara ini bagi tanaman terutama K disebabkan oleh adanya proses fiksasi kalium di dalam kisi-kisi mineral tipe 2:1 (monmorilonit). Sementara itu untuk hara P banyak dijerap oleh Ca karena kondisi tanah vertisol yang cenderung dalam kondisi pH tanah basa. Tentunya hal ini secara tidak langsung akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman yang dibudidayakan.

Karakteristik vertisol yang kurang menguntungkan sebagaimana diuraikan di atas kerap kali menjadi faktor pembatas yang signifikan terhadap budidaya tanaman dan kesulitan dalam pengelolaannya. Meskipun demikian, sebagian besar lahan kering dengan tipe tanah vertisol digunakan sebagai lahan pertanian tanaman pangan dan hortikultura karena secara alami status haranya yang tinggi sehingga masih potensial untuk dikembangkan dengan sentuhan pengelolaan berbasis bahan organik untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah. Hal yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya yaitu memperbaiki sifat fisik tanah melalui aplikasi biochar. Pemberian biochar baik sekam padi dan tongkol jagung dengan dosis 60 g/kg tanah dapat memperbaiki beberapa sifat fisik tanah seperti volume tanah, berat jenis tanah, porositas, nilai cole, soil strength, kapasitas air tersedia serta pertumbuhan tanaman yang lebih baik jika dibandingkan dengan dosis 15 g/kg, 30 g/kg, dan tanpa pemberian biochar sama sekali (Sukartono et al., 2023).

Selain sifat fisik tanah, perbaikan sifat kimia tanah dapat dilakukan dengan mengaplikasikan biochar. Menurut (Gusmailina & Saputra, 2020) kemampuan tanah dalam menyediakan hara semakin meningkat dengan pemberian biochar dikarenakan biochar memiliki struktur pori yang efektif untuk menyerap dan menyimpan nutrisi tanah yang kemudian dilepaskan secara bertahap sesuai dengan kebutuhan dan konsumsi tanaman. Selain itu, (Hagemann et al., 2017) menjelaskan bahwa peningkatan hasil analisis dari pengaplikasian biochar yang dicampur dengan bahan organik atau pemupukan mineral pada tanah asam dan berpasir menunjukkan peningkatan hasil sebesar 10-42% disamping itu juga biochar dapat mempertahankan unsur hara terutama unsur nitrogen saat pupuk dilepaskan ke tanah dan unsur hara yang ada di dalam tanah serta mengurangi kehilangan akibat pencucian.

Praktek pengelolaan tanah vertisols yang berorientasi pada perbaikan sifat fisik dan kimia tanah dapat dilakukan dengan aplikasi pembenah organik (biochar, pupuk kandang, dan residu tanaman). Pembentukan kompleks mineral Clay- OM/Biochar diharapkan berimplikasi terhadap perbaikan agregat tanah, mengurangi kekerasan dan fenomena retakan sehingga lebih memfasilitasi penetrasi dan jelajah akar tanaman dalam hal pemanfaatan air dan hara bagi tanaman. Salah satu alternatif pengelolaan untuk membenahi sifat kimia tanah vertisols adalah melalui aplikasi pembenah organik dalam bentuk biochar yang mampu persisten dalam tanah tidak hanya dalam aspek stabilitas karbon tetapi berimplikasi positif terhadap perbaikan kapasitas ketersediaan air tanah dan distribusi pori yang akan menjamin tata air dan udara yang nyaman di zone perakaran dan membantu juga dalam penyediaan hara bagi tanaman. Studi lapangan dan laboratorium yang berkaitan dengan pengujian biochar sebagai bahan amandemen pada tanah yang berdrainase jelek seperti vertisols relatif jarang dilakukan. Dengan demikian

maka pengelolaan lahan vertisol yang berorientasi untuk memperbaiki sifat kimia tanah melalui pemanfaatan pembenah tanah organik yaitu biochar sebagai sumber dapat menjadi alternatif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi bagaimana pengaruh aplikasi biochar pada perubahan karakteristik beberapa parameter kimia tanah dan pertumbuhan tanaman kedelai.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Pengambilan sampel dilaksanakan di Desa Kawo Kecamatan Pujut Lombok Tengah dan untuk percobaan dilakukan di dalam rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Mataram. Penelitian ini akan dilaksanakan selama 6 bulan mulai bulan Maret sampai dengan Oktober 2023.

Rancangan Percobaan dan Perlakuan

Percobaan rumah kaca dirancang untuk menguji perlakuan aplikasi dua jenis biochar yaitu biochar sekam padi (BS) dan biochar tongkol jagung (BJ) pada beberapa takaran yaitu 0, 10, 15, 20, 25 dan 30 ton/ha tanah vertisol. Kode perlakuannya yaitu B1P1 (biochar sekam padi dengan dosis 0 ton/ha), B1P2 (biochar sekam padi dosis 10 ton/ha), B1P3 (biochar sekam padi dosis 15 ton/ha), B1P4 (biochar sekam padi dosis 20 ton/ha), B1P5 (biochar sekam padi dosis 25 ton/ha), B1P6 (biochar sekam padi dosis 30 ton/ha), B2P1 (biochar tongkol jagung dosis 0 ton/ha), B2P2 (biochar tongkol jagung dosis 10 ton/ha), B2P3 (biochar tongkol jagung dosis 15 ton/ha), B2P4 (biochar tongkol jagung dosis 20 ton/ha), B2P5 (biochar tongkol jagung dosis 25 ton/ha), dan B2P6 (biochar tongkol jagung dosis 30 ton/ha). Perlakuan tersebut ditata menggunakan Rancangan Faktorial dengan Rancangan Acak Kelompok dengan dua faktor yaitu jenis biochar dan dosis biochar yang diulang sebanyak 4 kali sehingga diperoleh 48 unit percobaan.

Pengambilan dan Persiapan Contoh Tanah

Contoh tanah yang digunakan dalam percobaan ini diambil dari lahan sawah tadah hujan di Desa Kawo Kecamatan Pujut Lombok Tengah pada kedalaman 0 sampai 20 cm. Tanah diklasifikasikan sebagai Vertisol menurut Taksonomi Tanah USDA (Soil Taxonomi, USDA 1999). Pengambilan contoh tanah dilakukan pada 10 titik pada hamparan lahan seluas 2 ha, kemudian dikompositkan untuk mendapatkan contoh tanah homogen. Tanah dikering anginkan, digerus dan diayak menggunakan ayakan lolos saringan 2 mm. Sebelum percobaan dilakukan analisis laboratorium untuk penetapan beberapa sifat tanah: C-organik melalui oksidasi dengan K dikromat (Walkley Black), Kejenuhan Basa, N-total, P total; kapasitas tukar kation (KTK) dengan metode pengekstrak NH_4 asetat, dan pH (1:2,5) dengan pH meter.

Persiapan Biochar

Biochar yang digunakan adalah biochar yang dibuat sekam padi (BS) dan biochar dari tongkol jagung (BJ). Sekam padi dan tongkol jagung diambil dari limbah panen petani di lahan vertisols Lombok Selatan. Biochar diproduksi dengan pirolisis pada suhu 400°C selama 2,5-3 jam menggunakan drum tertutup (suhu pemanasan dikontrol). Pemanasan dihentikan setelah bahan baku berubah bentuk dan warna menjadi bahan arang berwarna hitam. Biochar disiram air untuk mempercepat proses pendinginan. Partikel biochar dihaluskan sampai melewati saringan 1 mm untuk digunakan sebagai bahan percobaan.

Aplikasi dan Proses Inkubasi Biochar

Lima kg contoh tanah kering angin dicampur secara merata dengan masing-masing biochar dengan takaran sesuai perlakuan dan dimasukkan ke dalam pot segi empat (ukuran 20 cm x30 cm dan tinggi 20 cm). Tanah yang telah diberikan biochar, selanjutnya dibasahi dengan air bebas ion sampai mencapai kandungan lengas maksimum (*saturated point*). Jumlah air yang diberikan untuk penjenuhan mengacu pada hasil simulasi awal penetapan kadar lengas maksimum (*gravimetric method*). Sementara itu perlu dilakukan pemupukan awal yang dilakukan satu kali pada awal tanam. Pemupukan dilakukan dengan pemberian pupuk pada tugal yang dibuat dengan jarak 5 cm sekitar lubang tanam. Pupuk yang digunakan adalah pupuk NPK Phonska (15:15:15) dengan dosis 100kg/ha. Selanjutnya tanah diinkubasi di dalam rumah kaca (suhu 28°C–32°C) selama 80 hari. Selama proses inkubasi, jumlah air yang menguap akan diukur melalui penimbangan berat tanah setiap minggu. Setelah masa inkubasi maka akan dilakukan pengukuran terhadap perubahan sifat kimia tanah dan pengujian pertumbuhan kedelai.

Pengukuran Parameter Analisis Tanah

Beberapa sifat kimia tanah yang diukur setelah inkubasi meliputi C-organik, Kapasitas Tukar Kation, N-tersedia, P-tersedia, pH. Sampel untuk analisis laboratorium diambil dari 4 ulangan percobaan yang tersedia. Sedangkan sisa 2 ulangan pot akan digunakan untuk uji pertumbuhan benih kedelai.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil percobaan akan dianalisis menggunakan analisis keragaman (*Analysis of Varians (ANOVA)*). Apabila didapatkan nilai signifikan, maka akan dilakukan uji lanjut menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum biochar diaplikasikan pada tanah vertisol, maka dilakukan analisis awal terhadap sampel tanah yang diambil pada lokasi penelitian. Data analisis dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1. Analisis Tanah Awal terhadap beberapa parameter sifat kimia tanah

| Parameter | Nilai |
|------------------------|-----------------|
| Kapasitas Tukar Kation | 11,56 (cmol/kg) |
| C-Organik | 0,57% |
| P tersedia | 151,25 ppm |
| N-Total | 0,02% |
| Ph | 8,39 |

Sumber: Data Primer Diolah (2024)

Hasil analisis tanah awal menunjukkan bahwa kategori/kriteria penilaian sifat kimia tanah dari parameter yang diamati menurut Pulittanak (1985) rata-rata dinilai rendah. Nilai kapasitas tukar kation tergolong dalam kategori rendah yaitu sebesar 11,56 (cmol/kg) dengan nilai C-organik sangat rendah yaitu sebesar 0,57%. Selain itu, nilai N-total termasuk dalam kategori sangat rendah yaitu 0,02% sedangkan P tersedia yaitu 151,25 ppm termasuk dalam kategori sangat tinggi. Tingkat kemasaman tanah (pH) tergolong pH tinggi karena berada diatas pH 7 yaitu sebesar 8,39.

Pengaruh Biochar terhadap pH dan Kapasitas Tukar Kation Tanah

Parameter pH tanah yang diuji menunjukkan bahwa aplikasi biochar memberikan pengaruh yang nyata terhadap pH tanah. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 dimana pH tanah semakin menurun jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol akibat dari

adanya pemberian biochar. Jika diperhatikan bahwa tanah awal yang dianalisis menunjukkan pH yang tinggi yaitu 8,39 termasuk dalam kategori basa (Tabel 1), dapat diturunkan mendekati netral dengan adanya pemberian biochar. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa aplikasi biochar dapat membantu menyeimbangkan pH tanah, baik yang terlalu asam maupun yang terlalu alkali, tergantung pada karakteristik biochar tersebut. Biochar dengan pH antara 6 hingga 8 efektif meningkatkan kualitas tanah dengan pH kurang dari 8,5, sedangkan biochar dengan pH ≤ 6 lebih cocok untuk tanah yang memiliki pH lebih tinggi, seperti pH $\geq 8,5$. Proses pirolisis dan pelapukan biochar memengaruhi pH-nya, yang umumnya berkisar antara 5 hingga 8 setelah terpapar ((Mao et al., 2024).

Pada Tabel 2, nilai KTK pada pemberian biochar sekam padi maupun tongkol jagung di tanah vertisol memberikan pengaruh yang nyata dibandingkan dengan tanpa pemberian biochar. Secara keseluruhan nilai KTK pada tanah yang diaplikasikan biochar tongkol jagung menunjukkan nilai lebih tinggi dibandingkan dengan pada biochar sekam padi. Dosis biochar yang paling tinggi memberikan pengaruh dalam meningkatkan nilai kapasitas tukar kation yaitu pada dosis 20 ton/ha baik pada biochar sekam padi dan tongkol jagung berturut-turut sebesar 24,66 cmol/kg dan 28,36 cmol/kg. Hal ini disebabkan gugus fungsional pada bahan organik seperti biochar secara tidak langsung dapat mempengaruhi tingkat nilai KTK pada tanah vertisol. Gugus fungsional yang bermuatan negatif menandakan bahwa jumlah muatan tersebut menggambarkan berapa banyak kation (umumnya hara) yang dapat ditukarkan. Peningkatan kapasitas tukar kation (KTK) akibat aplikasi biochar terutama dipengaruhi oleh pembentukan gugus karboksilat pada permukaan biochar, yang terbentuk melalui proses oksidasi abiotik selama dan setelah pirolisis, sehingga gugus ini dapat berinteraksi dengan komponen tanah dan meningkatkan kemampuan tanah dalam mempertahankan nutrisi, yang pada akhirnya meningkatkan kesuburan tanah (Mahat, 2024). Selain itu, peningkatan kapasitas tukar kation (KTK) pada campuran tanah dan biochar disebabkan oleh pembentukan gugus fungsional, seperti karboksilat, pada permukaan biochar. Proses oksidasi yang terjadi selama inkubasi, baik biotik maupun abiotik, meningkatkan oksigenasi pada gugus-gugus ini, yang berperan dalam pembentukan kompleks organo-mineral, sehingga meningkatkan interaksi dengan komponen tanah dan kemampuan tanah untuk menyerap kation (Nidheesh et al., 2021). Peningkatan muatan negative pada permukaan biochar disebabkan penurunan titik nol muatan pada bahan biochar disebabkan oleh oksidasi yang dipicu oleh perlakuan asam (Chintala et al., 2013).

Tabel 2. Pengaruh biochar sekam padi dan tongkol jagung terhadap pH dan kapasitas tukar kation tanah

| Perlakuan | KTK | pH |
|----------------------------------|---------|---------|
| Kontrol | 14,52 b | 8,12 a |
| Biochar sekam padi 10 ton/ha | 17,94 b | 7,89 b |
| Biochar sekam padi 15 ton/ha | 21,42 a | 7,89 b |
| Biochar sekam padi 20 ton/ha | 24,66 a | 7,88 b |
| Biochar sekam padi 25 ton/ha | 22,82 a | 7,90 b |
| Biochar sekam padi 30 ton/ha | 24,38 a | 7,99 ab |
| Kontrol | 14,52 b | 8,12 a |
| Biochar tongkol jagung 10 ton/ha | 25,12 a | 7,99 ab |
| Biochar tongkol jagung 15 ton/ha | 27,43 a | 7,81 bc |
| Biochar tongkol jagung 20 ton/ha | 28,36 a | 7,69 c |
| Biochar tongkol jagung 25 ton/ha | 23,62 a | 7,63 c |
| Biochar tongkol jagung 30 ton/ha | 26,19 a | 7,62 c |

Kapasitas tukar kation (KTK) tanah adalah indikator sejauh mana tanah mampu menahan unsur hara dan mencegah hilangnya unsur hara ke dalam lapisan bawah tanah atau kehilangan permukaan tanah. Peningkatan kapasitas tukar kation (KTK) dalam campuran tanah dan biochar dapat memperbaiki kemampuan tanah dalam mempertahankan unsur hara, yang mendukung ketersediaan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman secara optimal. Biochar dengan KTK tinggi lebih efisien dalam menyerap dan menyediakan unsur hara, serta mengurangi potensi hilangnya unsur hara akibat pencucian air karena terserap pada kompleks jerapan koloid. Selain itu, penambahan biochar dapat mengurangi risiko pencucian kation seperti K^+ dan NH_4^+ (Bu et al., 2019). Selain itu penambahan biochar ke dalam tanah pada beberapa penelitian juga memperlihatkan berbagai macam keuntungan dalam kaitannya memperbaiki kualitas tanah yaitu dapat meningkatkan kapasitas tukar kation, menurunkan kemasaman tanah, dan meningkatkan daya ikat air. Berbeda dengan bahan organik lain, biochar sebagai pembenah tanah memiliki sifat rekalsitran, lebih stabil terhadap oksidasi dan lebih stabil dalam tanah sehingga memiliki pengaruh jangka panjang terhadap perbaikan kualitas kesuburan tanah (C-Organik tanah dan KTK) (Steiner et al., 2007).

Pengaruh Biochar terhadap kandungan C-organik Tanah

Hasil analisis C-organik tanah seperti yang ditunjukkan pada tabel 3 menunjukkan bahwa biochar sekam padi dan tongkol jagung tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Nilai C-Organik tertinggi terlihat pada perlakuan pemberian biochar pada dosis 30 ton/ha baik pada biochar sekam padi dan tongkol jagung dengan nilai berturut-turut 1,03% dan 0,67%. Secara umum terlihat bahwa semakin tinggi dosis biochar yang diberikan, semakin tinggi nilai C-organik tanah. Hal ini disebabkan karena karbon yang terdapat pada biochar menyumbangkan C-organik tanah sehingga C-organik meningkat dan derajat aromatis berkaitan dengan adanya sifat rekalsitran C pada biochar (Yin et al., 2014). Sementara itu, peningkatan C-Organik pada pemberian biochar sekam padi lebih tinggi dibandingkan dengan biochar tongkol jagung. Hal ini diduga bahwa C-organik pada sekam padi lebih tinggi dibandingkan dengan C-Organik pada biochar tongkol jagung. Kadar karbon di dalam tanah dan asam-asam organik dapat meningkat dengan diberikannya bahan organik ke dalam tanah setelah mengalami dekomposisi. Lehmann et al., (2003) menambahkan peningkatan karbon tanah melalui aplikasi biochar memberikan pengaruh yang positif terhadap C-organik tanah. Selain itu, biochar yang berbahan dasar bahan organik mempengaruhi tingginya nilai C-organik tanah.

abel 3. Nilai analisis persentase C-organik tanah pada berbagai dosis perlakuna biochar sekam padi dan tongkol jagung

| Perlakuan | C-organik Tanah (%) |
|----------------------------------|----------------------------|
| Kontrol | 0,60 a |
| Biochar sekam padi 10 ton/ha | 0,62 a |
| Biochar sekam padi 15 ton/ha | 0,54 a |
| Biochar sekam padi 20 ton/ha | 0,71 a |
| Biochar sekam padi 25 ton/ha | 0,72 a |
| Biochar sekam padi 30 ton/ha | 1,03 a |
| Kontrol | 0,60 a |
| Biochar tongkol jagung 10 ton/ha | 0,43 a |
| Biochar tongkol jagung 15 ton/ha | 0,48 a |
| Biochar tongkol jagung 20 ton/ha | 0,55 a |
| Biochar tongkol jagung 25 ton/ha | 0,50 a |
| Biochar tongkol jagung 30 ton/ha | 0,67 a |

Biochar memiliki daya simpan yang lama di dalam tanah, sehingga penggunaannya sebagai pembenah tanah tidak hanya meningkatkan sifat fisika dan kimia tanah, tetapi juga berpotensi sebagai penyimpanan karbon yang efektif (. Peningkatan kandungan karbon dalam tanah melalui penambahan biochar berdampak positif pada karakteristik tanah, seperti kestabilan agregat tanah, kapasitas tukar kation (KTK) tanah, kandungan karbon organik tanah, retensi air, dan nutrisi (Glaser et al., 2002).

Pengaruh Biochar terhadap N-Total dan P tersedia pada Tanah Vertisol

Unsur nitrogen (N) merupakan elemen yang esensial bagi tanaman, berperan dalam perkembangan organ vegetatif, pembentukan klorofil, mengkatalisasi reaksi kimia, dan memengaruhi penyerapan unsur hara lainnya. Kuantitas nitrogen dalam tanah terbatas, sementara kebutuhan dan kehilangan nitrogen dalam tanah cukup signifikan. Gambar 1 memperlihatkan bahwa pemberian biochar sekam padi tidak berpengaruh nyata terhadap N total didalam tanah. Namun pemberian biochar tongkol jagung memberikan pengaruh yang nyata terhadap N-total tanah seperti yang terlihat pada Tabel 4. Untuk dosis biochar yang diberikan baik pada biochar sekam padi dan tongkol jagung, dosis 20 dan 25 ton/ha menunjukkan nilai tertinggi pada peningkatan N-total tanah berturut-turut sebesar 0,17% dan 0,18% pada biochar sekam padi serta 0,25 dan 0,25 pada biochar tongkol jagung. Hubungan antara N total di dalam tanah dengan serapan N seperti yang terlihat pada Gambar 1. Semakin tinggi nilai N total di dalam tanah maka serapan N oleh tanaman kedelai semakin tinggi juga. Serapan N yang tertinggi di tunjukkan pada perlakuan dosis 20 dan 25 ton/ha berturut-turut sebesar 0,83% dan 0,8% pada aplikasi biochar sekam padi sedangkan pada aplikasi biochar tongkol jagung nilai serapan N tertinggi ditunjukkan pada dosis 25 ton/ha yaitu sebesar 0,95%.

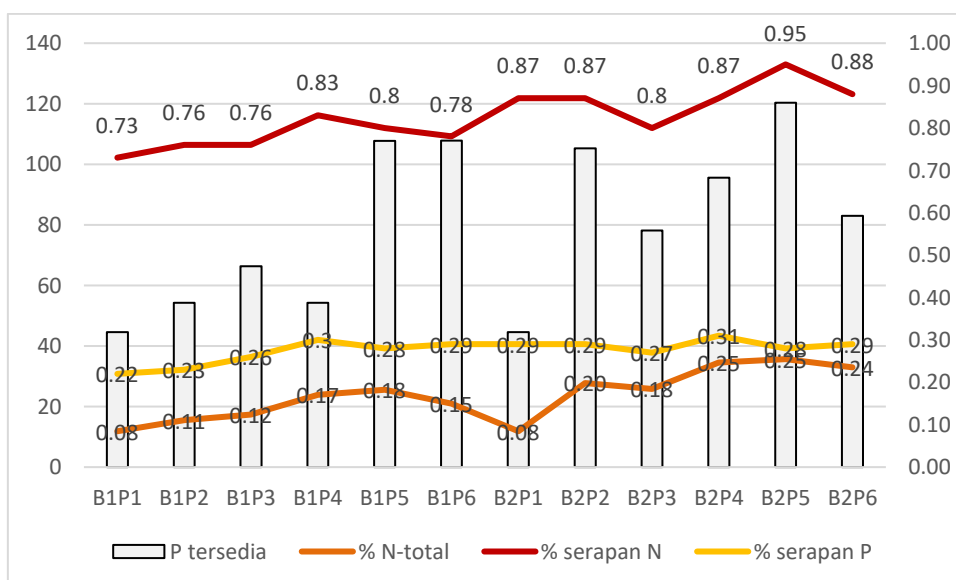
Tabel 4. Pengaruh biochar pada parameter N total, P tersedia, serapan N dan P

| Perlakuan | N-Total (%) | P tersedia (ppm) | Serapan N (%) | Serapan P (%) |
|----------------------------------|-------------|------------------|---------------|---------------|
| Kontrol | 0,08 a | 44,58 b | 0,73 a | 0,22 b |
| Biochar sekam padi 10 ton/ha | 0,11 a | 54,26 b | 0,76 a | 0,23 ab |
| Biochar sekam padi 15 ton/ha | 0,12 a | 66,37 b | 0,76 a | 0,25 ab |
| Biochar sekam padi 20 ton/ha | 0,17 a | 54,26 b | 0,83 a | 0,30 a |
| Biochar sekam padi 25 ton/ha | 0,18 a | 107,78 a | 0,80 a | 0,28 ab |
| Biochar sekam padi 30 ton/ha | 0,14 a | 107,87 a | 0,78 a | 0,29 ab |
| Kontrol | 0,08 b | 44,58 b | 0,87 a | 0,29 a |
| Biochar tongkol jagung 10 ton/ha | 0,19 ab | 105,26 a | 0,87 a | 0,29 a |
| Biochar tongkol jagung 15 ton/ha | 0,18 ab | 78,17 a | 0,80 a | 0,27 a |
| Biochar tongkol jagung 20 ton/ha | 0,24 a | 95,59 a | 0,87 a | 0,31 a |
| Biochar tongkol jagung 25 ton/ha | 0,25 a | 120,31 a | 0,94 a | 0,28 a |
| Biochar tongkol jagung 30 ton/ha | 0,23 ab | 83,03 a | 0,88 a | 0,29 a |

Pemberian biochar dapat meningkatkan jumlah N di dalam tanah. Biochar mengandung karbon yang dapat menjadi energi bagi mikroorganisme (Verdiana et al., 2016) menyatakan bahwa penggunaan biochar dapat memengaruhi aktivitas mikroorganisme di dalam tanah yang terlibat dalam mineralisasi nitrogen. Sebaliknya, menurut (Putri et al., 2017), kehilangan nitrogen di dalam tanah dapat ditekan dengan aplikasi biochar karena biochar memiliki kemampuan untuk menyerap NH_4^+ dan NO_3^- sementara itu, hubungan jumlah N di dalam tanah akan mempengaruhi serapan N oleh tanaman. (Rahman et al., 2021) menjelaskan bahwa semakin besar jumlah nitrogen total dalam tanah, semakin besar juga penyerapan nitrogen oleh tanaman. Peningkatan aplikasi

bahan organik ke dalam tanah juga akan meningkatkan penyerapan nitrogen oleh tanaman.

Biochar sekam padi memberikan pengaruh nyata terhadap ketersediaan P di dalam tanah seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4. Perlakuan biochar sekam padi dengan dosis 25 dan 30 ton/ha memberikan pengaruh yang nyata dibandingkan dengan perlakuan dosis yang lain yaitu berturut-turut sebesar 107,78 ppm dan 107,87 ppm. Konsentrasi P yang teramati pada dosis tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan dosis yang lain. Hal yang sama juga terjadi pada pemberian biochar tongkol jagung dimana pemberian biochar memberikan pengaruh yang nyata terhadap ketersediaan P di dalam tanah dibandingkan dengan tanpa pemberian biochar. Konsentrasi P tertinggi ditunjukkan pada dosis 25 ton/ha yaitu 120,31 ppm. Hasil ini tentunya sejalan dengan yang menyatakan bahwa P yang tersedia dalam tanah alkalin dapat ditingkatkan dengan pemberian biochar karena terjadi reaktivitas P dengan tanah dan membentuk senyawa yang tidak terlarut dengan Ca. Selain itu, biochar dapat menjerap unsur hara P lebih kuat dibandingkan bahan organik yang lain (Ch'ng et al., 2019).



Gambar 1. Hubungan antara N-total dan P tersedia di dalam tanah dengan persentase serapan N dan P dalam tanaman kedelai pada aplikasi biochar sekam padi

Pengaruh biochar terhadap serapan hara P oleh tanaman dapat dilihat pada Tabel 4. Pemberian biochar sekam padi memberikan pengaruh yang nyata terhadap serapan hara P. Dosis biochar sekam padi 20 ton/ha memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap serapan hara P jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan yang lain. Namun sebaliknya, biochar tongkol jagung tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap serapan hara P. Hubungan antara ketersediaan P di dalam tanah dengan serapan hara P oleh tanaman dapat dilihat pada Gambar 1. Ketersediaan P di dalam tanah tidak menunjukkan pengaruhnya terhadap serapan hara P oleh tanaman.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian biochar sekam padi dan tongkol jagung dapat memperbaiki sifat kimia tanah vertisol yaitu KTK dan pH.

Pengaruh biochar terhadap C-organik tidak memberikan pengaruh yang nyata. Untuk parameter N-total, biochar tongkol jagung memberikan pengaruh yang nyata sedangkan biochar sekam padi tidak memberikan pengaruh yang nyata. Parameter N tersedia tidak menunjukkan adanya pengaruh biochar terhadap parameter tersebut. Sementara itu, aplikasi biochar memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter P tersedia serta pengaruh biochar terhadap serapan P hanya terlihat pada biochar sekam padi.

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu perlu dilakukan penelitian peran biochar terhadap sifat biologi tanah pada tanah vertisol, sehingga dapat dilihat secara menyeluruh peran biochar terhadap perubahan sifat tanah vertisol.

DAFTAR PUSTAKA

- Bu, X. L., Su, J., Xue, J. H., Wu, Y. B., Zhao, C. X., & Wang, L. M. (2019). Effect of rice husk biochar addition on nutrient leaching and microbial properties of Calcaric Cambisols. *Journal of Soil and Water Conservation*, 74(2), 172–179. <https://doi.org/10.2489/jswc.74.2.172>
- Chintala, R., Mollinedo, J., Schumacher, T. E., Papiernik, S. K., Malo, D. D., Clay, D. E., Kumar, S., & Gulbrandson, D. W. (2013). Nitrate sorption and desorption in biochars from fast pyrolysis. *Microporous and Mesoporous Materials*, 179, 250–257. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2013.05.023>
- Glaser, B., Lehmann, J., & Zech, W. (2002). Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal--a review. *Biology and Fertility of Soils*, 35, 219–230. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00374-002-0466-4>
- Gusmailina, G., & Saputra, N. A. (2020). A review paper: The potency of biochar as bioconditioner and carbon-offset. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 415(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/415/1/012008>
- Hagemann, N., Joseph, S., Schmidt, H. P., Kammann, C. I., Harter, J., Borch, T., Young, R. B., Varga, K., Taherymoosavi, S., Elliott, K. W., McKenna, A., Albu, M., Mayrhofer, C., Obst, M., Conte, P., Dieguez-Alonso, A., Orsetti, S., Subdiaga, E., Behrens, S., & Kappler, A. (2017). Organic coating on biochar explains its nutrient retention and stimulation of soil fertility. *Nature Communications*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-017-01123-0>
- Lehmann, J., da Silva, J., Steiner, C., Nehls, T., Zech, W., & Glaser, B. (2003). Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. *Plant and Soil*, 249, 343–357. <https://doi.org/https://doi.org/10.1023/A:1022833116184>
- Mahat, B. (2024). A Review Article on The Effect of Biochar on Soil Properties. *Journal of Wastes and Biomass Management*, 6(2), 77–81. <https://doi.org/10.26480/jwbm.02.2024.77.81>
- Mao, T., Wang, Y., Ning, S., Mao, J., Sheng, J., & Jiang, P. (2024). Assessment of the Effects of Biochar on the Physicochemical Properties of Saline–Alkali Soil Based on Meta-Analysis. *Agronomy*, 14(10). <https://doi.org/10.3390/agronomy14102431>
- Nidheesh, P. V., Gopinath, A., Ranjith, N., Praveen Akre, A., Sreedharan, V., & Suresh Kumar, M. (2021). Potential role of biochar in advanced oxidation processes: A sustainable approach. In *Chemical Engineering Journal* (Vol. 405). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.126582>

- Putri, V. I., Mukhlis, B. H., & Hidayat, B. (2017). Pemberian beberapa jenis biochar untuk memperbaiki sifat kimia tanah Ultisol dan pertumbuhan tanaman jagung. *Jurnal Agroekoteknologi Fp Usu*, 5(4), 824â.
- Rahman, M. M., Uddin, S., Jahangir, M. M. R., Solaiman, Z. M., Alamri, S., Siddiqui, M. H., & Islam, M. R. (2021). Integrated nutrient management enhances productivity and nitrogen use efficiency of crops in acidic and charland soils. *Plants*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/plants10112547>
- Steiner, C., Teixeira, W. G., Lehmann, J., Nehls, T., de Macêdo, J. L. V., Blum, W. E. H., & Zech, W. (2007). Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. *Plant and Soil*, 291, 275–290. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11104-007-9193-9>
- Sukartono, Dewi, R. A. S., Bakti, A. A., & Kusumo, B. H. (2023). Dynamic of Change in Soil Physical Properties and SoyBean Growth through The Application of Biochar on Lombok Vertisols. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(1), 237–245. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i1.4590>
- Utomo, D. H. (n.d.). *Morfologi Profil Tanah Vertisol Di Kecamatan Kra-Ton, Kabupaten Pasuruan*. <http://journal.um.ac.id/index.php/>
- Verdiana, M. A., Sebayang, H. T., & Sumarni, T. (2016). *Pengaruh berbagai dosis biochar sekam padi dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (Zea mays L.)*. Brawijaya University.
- Yin, Y. feng, He, X. hua, Gao, R., Ma, H. liang, & Yang, Y. sheng. (2014). Effects of rice straw and its biochar addition on soil labile carbon and soil organic carbon. *Journal of Integrative Agriculture*, 13(3), 491–498. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(13\)60704-2](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60704-2)