

PENGARUH PEMBERIAN BIOCHAR TERHADAP KETERSEDIAAN HARA N, P, K DAN PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG DI TANAH GAMBUT

EFFECT OF BIOCHAR ON AVAILABILITY OF N, P, K NUTRIENTS AND CORN PLANT GROWTH IN PEAT SOILS

Bisma Widya Pratama¹⁾, ¹Rita Hayati¹⁾, Leony Agustine¹⁾

¹Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura

ABSTRACT

Corn (*Zea mays* L.) is an important commodity in West Kalimantan as a second food commodity after rice as a carbohydrate. Peat soils that are easily leached result in low availability of nutrients in the soil. This study aims to determine the effect of giving biochar from corn cobs and rice husk biochar on the availability of N, P, and K nutrients, as well as the growth of corn plants in peat soils. This study used a Randomized Block Design (RAK) with 8 treatments, namely without corn cob biochar (J0), corn cob biochar 500 g/plot equivalent to 5 tons/ha (J1), corn cob biochar 1000 g/plot equivalent to 10 tons/ha (J2), corn cob biochar 1500 g/plot equivalent to 15 tons/ha (J3), without rice husk biochar (S0), rice husk biochar 500 g/plot equivalent to 5 tons/ha (S1), rice husk biochar 1000 g/plot equivalent to 10 tons/ha (S2), rice husk biochar 1500 g/plot equivalent to 15 tons/ha (S3) with 4 replications and each plot consists of 8 plants, so that there are 32 experimental plots. The results show that the application of various doses of corncob biochar and rice husk biochar did not show a significant effect on soil pH, total soil N, soil available P, soil exchangeable K, plant height, and stem diameter.

Keywords: biochar, corn, nutrient retention, peat, soil fertility

INTISARI

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan komoditi penting di Kalimantan Barat sebagai komoditas pangan kedua setelah padi sebagai karbohidrat. Tanah gambut yang mudah tercuci mengakibatkan ketersediaan unsur hara dalam tanah menjadi rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian biochar dari tongkol jagung dan biochar sekam padi terhadap ketersediaan hara N, P, dan K, serta pertumbuhan tanaman jagung di tanah gambut. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 8 perlakuan yaitu tanpa biochar tongkol jagung (J0), biochar tongkol jagung 500 g/petak setara 5 ton/ha (J1), biochar tongkol jagung 1000 g/petak setara 10 ton/ha (J2), biochar tongkol jagung 1500 g/petak setara 15 ton/ha (J3), tanpa biochar sekam padi (S0), biochar sekam padi 500 g/petak setara 5 ton/ha (S1), biochar sekam padi 1000 g/petak setara 10 ton/ha (S2), biochar sekam padi 1500 g/petak setara 15 ton/ha (S3) dengan 4 ulangan dan setiap petak terdiri dari 8 tanaman, sehingga terdapat 32 petak percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian berbagai dosis biochar tongkol jagung maupun biochar sekam padi tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap pH tanah, N-total tanah, P-tersedia tanah, K-dapat ditukarkan tanah, tinggi tanaman, dan diameter batang.

Kata Kunci: biochar, gambut, jagung, kesuburan tanah, retensi hara

PENDAHULUAN

Distribusi lahan gambut di Indonesia khususnya di dataran rendah mengikuti pola bentang alam. Indonesia memiliki lahan gambut tropis terluas di dunia, dengan perkiraan luas 21 juta hektar (Agus & Subiksa, 2008). Pemanfaatan lahan gambut untuk

bercocok tanam masih dibatasi oleh berbagai faktor seperti ketebalan gambut, keasaman tinggi, kesuburan rendah, adanya lapisan pirit, lapisan tanah substratum berupa pasir kuarsa dan sistem pengelolaan air (Soewandita, 2018). Beberapa alternatif dalam mengatasi permasalahan tersebut salah satunya adalah

¹ Correspondence author: Rita Hayati. Email: rita.hayati@faperta.untan.ac.id

pemberian biochar sebagai bahan pembenah tanah.

Biochar adalah bahan padat kaya karbon yang diubah dari sampah organik (biomassa pertanian) dengan pembakaran tidak sempurna atau suplai oksigen terbatas (pirolisis). Peran biochar pada tanah dapat digunakan sebagai indikator kualitas tanah, seperti retensi dan ketersediaan hara. ((Kuykendall, 2008); (Nurida *et al*, 2013)). Tanah gambut yang mudah tercuci mengakibatkan ketersediaan unsur hara dalam tanah menjadi rendah sehingga tanaman jagung tidak produktif. Berdasarkan hal tersebut, perlu adanya upaya untuk meretensi unsur hara dalam tanah sehingga dapat meningkatkan produksi tanaman jagung, salah satunya yaitu dengan penambahan biochar sebagai bahan pembenah kesuburan tanah gambut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian biochar dari tongkol jagung dan biochar sekam padi terhadap ketersediaan hara N, P, dan K, serta pertumbuhan tanaman jagung di tanah gambut.

METODE PENELITIAN

Kegiatan Penelitian ini dilaksanakan di Desa Rasau Jaya Umum, Kecamatan Rasau Jaya, Kabupaten Kubu Raya dan analisis Tanah dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura. Penelitian berlangsung dari bulan Agustus – November 2022.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih tanaman jagung (*Zea mays*. L) varietas pertiwi 3, biochar tongkol jagung dan biochar sekam padi, tanah gambut, Adapun pupuk dasar yang digunakan yaitu pupuk kandang kotoran ayam, Urea, KCl, dan Ferthipos.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, parang, tali rafia, alat tugal, meteran, jangka sorong, timbangan digital, oven, knapsack sprayer, alat tulis dan alat dokumentasi, serta alat lainnya yang menunjang penelitian.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor yang terdiri dari 8 perlakuan dan 4 ulangan sehingga terdapat 32 sampel tanah. Perlakuan dalam penelitian sebagai berikut.

J0 = Tanpa Biochar Tongkol Jagung

J1 = Biochar Tongkol Jagung 500 g/petak (5 ton/ha)

J2 = Biochar Tongkol Jagung 1000 g/petak (10 ton/ha)

J3 = Biochar Tongkol Jagung 1500 g/petak (15 ton/ha)

S0 = Tanpa Biochar Sekam Padi

S1 = Biochar Sekam Padi 500 g/petak (5 ton/ha)

S2 = Biochar Sekam Padi 1000 g/petak (10 ton/ha)

S3 = Biochar Sekam Padi 1500 g/petak (15 ton/ha)

Penanaman dilakukan pada petakan lahan dengan ukuran 1 x 1 m dan ditambah dengan biochar sesuai perlakuan. Parameter penelitian yang diukur dalam penelitian ini sebagai berikut: pH Tanah, N-Total Tanah, P-Tersedia Tanah, K-dd Tanah, Tinggi Tanaman, dan Diameter Batang. Analisis data dilakukan dengan *Software Microsoft Excel*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Tanah

Hasil analisis awal tanah menggambarkan karakteristik tanah gambut setelah dikonversikan dengan bobot isi sebesar 0,24 g/cm³ disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Awal Sifat Kimia Tanah Gambut

Parameter	Nilai	Kriteria*
pH H ₂ O	5,98	Agak Masam
C-Organik (%)	35,85	Sangat Tinggi
Nitrogen Total (%)	0,35	Sedang
Ekstraksi Bray I		
P ₂ O ₅ (ppm)	145,99	Sangat Tinggi
Ekstraksi NH₄OAC 1N pH : 7		
Kalsium (cmol (+) kg ⁻¹)	0,47	Sangat Rendah
Magnesium (cmol (+) kg ⁻¹)	0,12	Sangat Rendah
Kalium (cmol (+) kg ⁻¹)	0,036	Sangat Rendah
Natrium (cmol (+) kg ⁻¹)	0,05	Sangat Rendah
KTK (cmol (+) kg ⁻¹)	74,33	Sangat Tinggi
Kejenuhan Basa (%)	3,78	Sangat Rendah

Keterangan: 1. Nilai merupakan hasil konversi dengan bobot isi.

2. * = Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah (Balai Penelitian Tanah, 2009)

Sumber: Hasil Analisis Laboratorim Kimia dan Kesuburan Tanah, UNTAN (2022).

Berdasarkan kondisi tanah tersebut maka dalam penelitian ini tidak dilakukan pengapuran, karena pH tanah telah memenuhi syarat tumbuh jagung yaitu pada derajat kemasaman (pH) 5,5 – 7,5 (Riwandi *et al.*, 2014). Data analisis tanah menunjukkan bahwa kejenuhan basa pada lahan tergolong pada kriteria yang sangat rendah, hal ini mengindikasikan bahwa unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman juga ikut tergolong rendah. Kejenuhan basa yang rendah ini diakibatkan oleh karakteristik tanah gambut yang digunakan tergolong agak masam, sehingga beberapa unsur hara mudah tercuci. Kandungan basa-basa yang rendah disertai

dengan nilai kapasitas tukar kation (KTK) yang tinggi menyebabkan ketersediaan basa-basa menjadi rendah (Harun *et al.*, 2020).

Karakteristik Biochar

Berdasarkan hasil analisis, biochar dari tongkol jagung dan sekam padi memiliki pH tergolong alkali, masing-masing 10,27 dan 7,71 dengan kandungan C-organik kedua biochar tergolong sangat tinggi, karena melebihi dari 15%, dan rasio C/N yang sangat tinggi (>25). Akan tetapi, biochar tongkol jagung memiliki kandungan C-organik tertinggi dibandingkan biochar sekam padi.

Tabel 2. Karakteristik Kimia Biochar Tongkol Jagung dan Biochar Sekam Padi

Sifat Kimia	Biochar	
	Tongkol Jagung	Sekam Padi
pH	10,27	7,71
C-Organik (%)	50,34	38,93
Nitrogen Total (%)	1,10	1,30
C/N Rasio	45,76	29,95
Ekstraksi HCl 1:2		
P (%)	0,81	0,87
K (%)	1,60	0,47
Ca (%)	0,26	0,20
Mg (%)	0,22	0,20

Sumber: Hasil Analisis Laboratorim Kimia dan Kesuburan Tanah, UNTAN (2022).

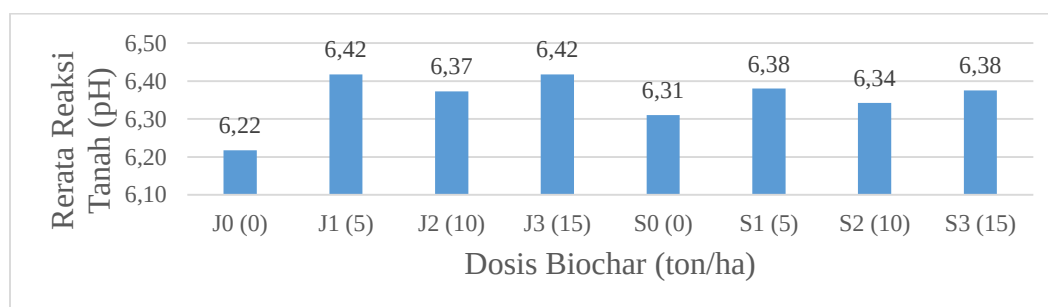
Hasil ini menunjukkan bahwa proses pirolisis mampu mengurai kandungan selulosa dan hemiselulosa dari kedua biomassa, karena penguraian selulosa dan hemiselulosa menghasilkan zat volatil yang mengatur pH biochar. Hal ini menyebabkan terbentuknya gugus fungsi karboksil pada permukaan biochar. Biochar umumnya bersifat alkali dengan pH antara 7,1-10,5 (Inyang *et al.*, 2010; Lehmann *et al.*, 2011) yang disebabkan oleh adanya gugus karboksil dan oksigen serta kandungan karbonat (Cheng *et al.*, 2006; Yuan *et al.*, 2011) (Mukome *et al.*, 2013) melalui penguraian selulosa dan hemiselulosa menjadi asam organik dan fenolik yang terjadi pada saat pirolisis dikisaran suhu 200-300°C. C/N biochar yang dihasilkan pada penelitian ini

tergolong sangat tinggi >25% berdasarkan PERMENTAN No. 261 tahun 2019 (tongkol jagung=45,76% dan sekam padi = 29,95%).

Pengaruh Perlakuan Terhadap Ketersediaan Hara

Reaksi Tanah

Analisis keragaman pengaruh biochar tongkol jagung dan biochar sekam padi terhadap reaksi tanah (pH tanah) menunjukkan penambahan biochar tongkol jagung maupun biochar sekam padi memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap reaksi tanah (pH). Rerata nilai pH tanah akibat pemberian biochar tongkol jagung dan biochar sekam padi disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rerata pH Tanah Pada Berbagai Dosis Biochar Tongkol Jagung (J) dan Biochar Sekam Padi (S)

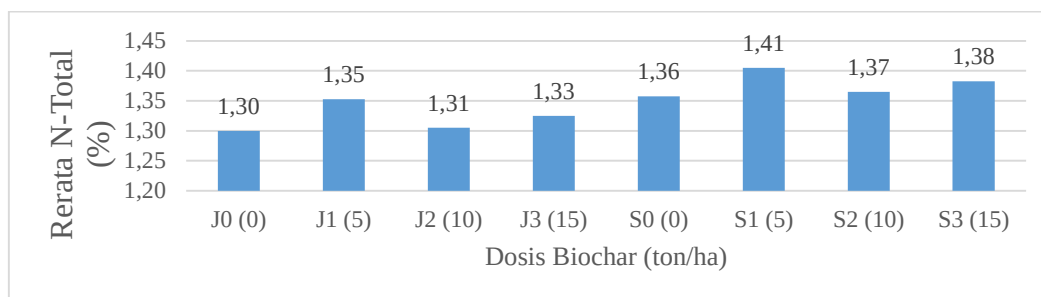
Pemberian biochar yang bersifat alkalis menyebabkan terjadinya peningkatan pH tanah. Peningkatan pH tanah ini diduga akibat dari hidrolisis ion-ion basa yang terdapat dalam biochar, sehingga menghasilkan ion OH⁻ yang dapat menetralkan pH. Menurut Solaiman *et al.*, (2015) tingkat alkalinitas dalam biochar merupakan salah satu faktor biochar berkontribusi terhadap potensinya sebagai kapur. Biochar memiliki beberapa kation-kation basa seperti Ca²⁺, Mg²⁺ dan K⁺, sehingga dapat menetralkan kemasaman tanah.

Gambar 1 menunjukkan adanya perbedaan rerata pH kedua jenis perlakuan

biochar, hal ini disebabkan oleh pH biochar tongkol jagung lebih tinggi (pH = 10,27) dibandingkan pH biochar sekam padi (7,71).

Nitrogen (N) Total Tanah

Hasil analisis keragaman pemberian biochar tongkol jagung dan biochar sekam padi terhadap N-Total, menunjukkan pemberian biochar tongkol jagung dan biochar sekam padi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap N-total tanah. Rerata nilai N-Total tanah akibat pemberian biochar tongkol jagung dan biochar sekam padi disajikan pada Gambar 2.



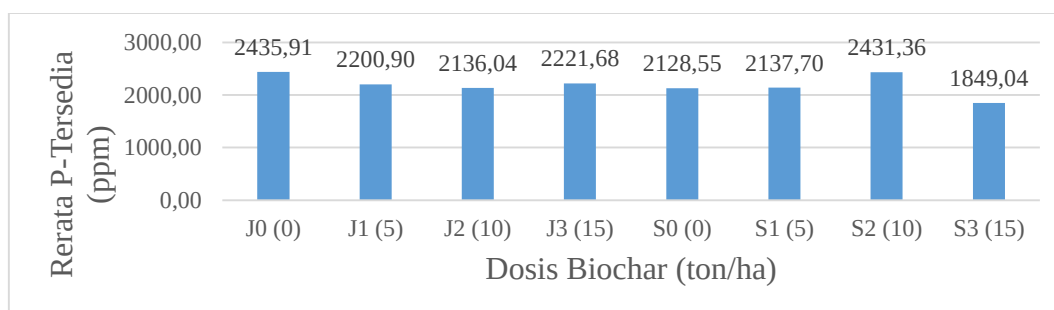
Gambar 2. Rerata N-Total Tanah pada Berbagai Dosis Biochar Tongkol Jagung (J) dan Biochar Sekam Padi (S)

Gambar 2 menunjukkan rerata kandungan N total tanah setelah pemberian biochar tongkol jagung maupun biochar sekam padi tidak berbeda nyata namun cenderung meningkat, hal ini diduga dengan penambahan biochar akan mengurangi N yang tercuci melalui proses imobilisasi oleh mikroorganisme. Zheng *et al.*, (2013) menjelaskan bahwa peningkatan pH tanah akibat penambahan biochar akan memberikan lingkungan yang sesuai untuk perkembangan dan aktivitas mikrobia, akibatnya proses mineralisasi bahan organik menghasilkan ion NO_3^- dan NH_4^+ berjalan lancar. Bersamaan dengan itu, ion NO_3^- akan dimobilisasi oleh bakteri untuk menyusun tubuhnya, sementara NH_4^+ akan diadsorpsi oleh biochar yang bermuatan negatif sehingga memperkecil hilangnya N akibat pencucian. Menurut Zheng *et al.*, (2013) biochar dapat menahan NH_4^+ sehingga tidak tercuci melalui pengikatan gugus fungsional asam pada permukaan melalui pertukaran kation, sedangkan penyerapan NO_3^- yang lebih rendah akibat NO_3^- yang ditolak oleh permukaan biochar bermuatan negatif. Zheng

et al., (2013) menambahkan bahwa meningkatnya N total tanah dengan penambahan biochar diakibatkan oleh meningkatnya proses imobilisasi N di Tanah. Kandungan N-total yang lebih tinggi pada biochar sekam padi yakni 1,30% dibandingkan dengan N-Total dalam biochar tongkol jagung yakni 1,10% dianggap ikut memberikan pengaruh terhadap kandungan N-total tanah, sehingga ketersediaan N-Total tanah pada pemberian biochar sekam padi cenderung lebih tinggi dibanding pemberian biochar tongkol jagung.

Fosfor (P) Tersedia Tanah

Analisis keragaman pengaruh pemberian biochar tongkol jagung dan biochar sekam padi pada tanah gambut terhadap hara P-Tersedia tanah menunjukkan bahwa pemberian biochar tongkol jagung dan biochar sekam padi pada tanah gambut tidak berpengaruh nyata terhadap P tersedia tanah. Rerata nilai P-Tersedia tanah akibat pemberian biochar tongkol jagung dan biochar sekam padi disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rerata P-Tersedia pada Perlakuan Biochar Tongkol Jagung (J) dan Biochar Sekam Padi (S)

Gambar 3 menunjukkan jumlah P tersedia dalam tanah tidak berbeda nyata. Hal ini diduga berkaitan dengan kemasaman tanah yang berhubungan dengan terbentuknya muatan negatif maupun positif pada biochar. Proses adsorpsi P oleh biochar ditentukan oleh muatan biochar dan muatan biochar ditentukan oleh pH keseimbangan larutan. Menurut Eduah *et al.*, (2019) bahwa pH keseimbangan untuk adsorpsi PO_4^- maksimum antara 2,6 sampai 4,8. Apabila setelah pemberian biochar, pH tanah menjadi lebih dari 4,8 maka muatan permukaan biochar menjadi lebih negatif akibatnya PO_4^- yang diadsorpsi menjadi rendah akibat terjadinya penolakan muatan biochar dengan ion PO_4^- yang bermuatan negatif. Hal ini sesuai dengan pendapat Eduah *et al.*, (2019) yaitu jumlah gugus fungsi karboksilat ($-\text{COOH}$) dalam biochar dapat memberikan pengaruh yang besar terhadap muatan negatif dalam tanah. Dengan demikian, potensi tercucinya P menjadi besar.

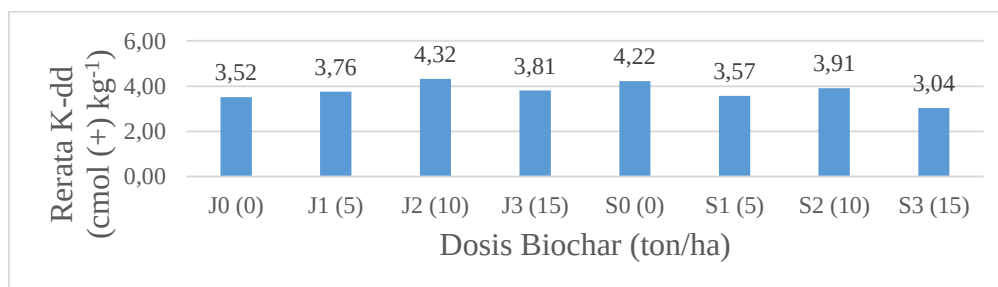
Peningkatan pH oleh penambahan biochar diakibatkan adanya masuknya kation-kation basa salah satunya yaitu kalsium, akan

tetapi kelebihan kalsium dapat mengikat P sebagai Ca-P membentuk senyawa kompleks yang sukar larut, menurut Santoso *et al.*, (2007) pada pH tinggi kation-kation seperti Ca^{2+} tidak terjerap tanah tetapi tetap dalam larutan tanah, sehingga kation Ca^{2+} dapat beraksi dengan fosfat membentuk $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, produk $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ini relatif dapat larut tetapi apabila bereaksi lanjut dengan Ca^{2+} maka membentuk $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ yang bersifat sukar larut.

Mawardiana *et al.*, (2013), adanya residu biochar dalam tanah dapat mempertahankan nilai-nilai P-tersedia dibandingkan yang tanpa residu biochar.

Kalium dapat ditukarkan (K-dd) Tanah

Analisis keragaman pengaruh pemberian biochar tongkol jagung dan biochar sekam padi pada tanah gambut terhadap hara Kalium dapat ditukarkan (K-dd) tanah menunjukkan bahwa pemberian biochar tongkol jagung maupun biochar sekam padi pada tanah gambut tidak berpengaruh nyata terhadap Kalium dapat ditukarkan (K-dd) tanah.



Gambar 4. Rerata K-dd Tanah pada Berbagai Dosis Biochar Tongkol Jagung (J) dan Biochar Sekam Padi (S)

Gambar 4 menunjukkan pada perlakuan biochar tongkol jagung menunjukkan nilai rerata kalium yang cenderung lebih tinggi dibanding rerata kalium pada perlakuan biochar sekam padi, hal ini berhubungan dengan tingginya pH tanah pada perlakuan biochar tongkol jagung dibanding dengan biochar sekam padi yang diakibatkan dari pH biochar tongkol jagung yang lebih tinggi (10,27) dibanding pH biochar sekam

padi (7,71). Hal ini sejalan dengan penelitian Kassa *et al.*, (2021) bahwa pH tanah secara signifikan berkorelasi positif dengan pertukaran Mg^{2+} dan K^+ dan KTK.

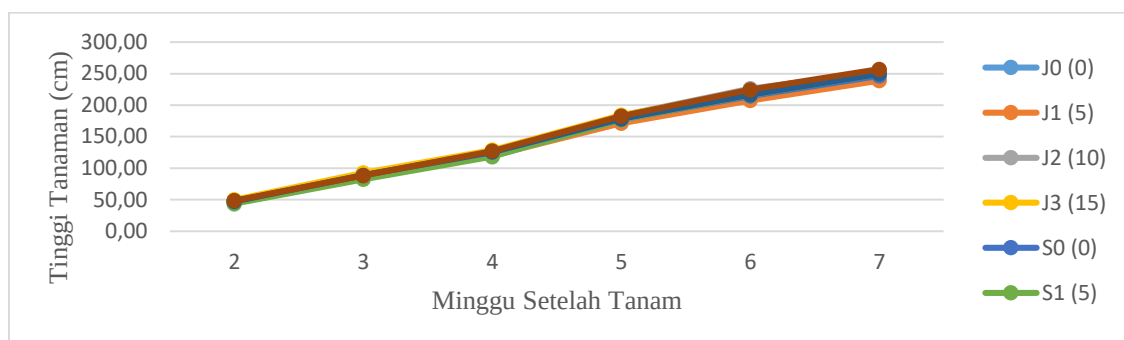
Kandungan K yang lebih tinggi pada biochar tongkol jagung yakni 1,60% dibandingkan dengan biochar sekam padi yakni 0,47% dianggap ikut memberikan pengaruh terhadap ketersediaan kalium dapat ditukarkan (K-dd) pada tanah, sehingga

ketersediaan kalium dapat ditukarkan (K-dd) tanah pada pemberian biochar tongkol jagung cenderung lebih tinggi dibanding pemberian biochar sekam padi.

Pengaruh Perlakuan Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung

Tinggi Tanaman

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam setiap umur tanaman terhadap tinggi tanaman menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan yang diberikan tidak menghasilkan pengaruh yang beda nyata.



Gambar 5. Rerata Tinggi Tanaman Jagung

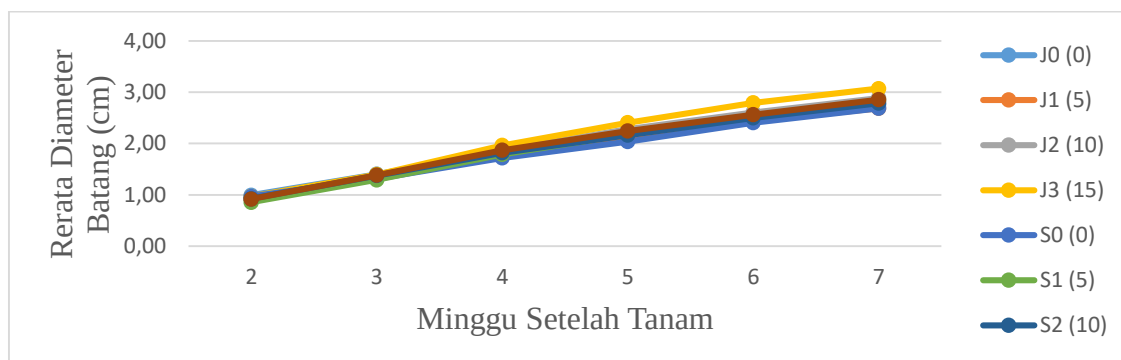
Gambar 5 menunjukkan bahwa semua perlakuan menunjukkan perubahan tinggi tanaman yang hampir sama. Pada minggu 2 hingga minggu 4 pertumbuhan tinggi tanaman belum mengalami peningkatan yang maksimal, pada minggu ke-4 sampai minggu ke-7 mengalami perubahan tinggi tanaman yang signifikan, hal ini dikarenakan pada minggu 4 sampai minggu ke-7 merupakan fase tanaman jagung yang memiliki tingkat pertumbuhan yang signifikan dalam membentuk organ-organ tanaman. Unsur hara yang terkandung di dalam tanah akan mulai tersedia. Biochar juga memiliki peran dalam menahan laju air dan hara melalui proses pelindian yang menyebabkan unsur hara akan larut ke dasar tanah, sehingga unsur hara akan terjaga dalam zona perakaran dan tanaman akan mudah dalam pengambilan unsur hara oleh akar. Sejalan dengan hal tersebut, Mateus *et al.*, (2017) menyatakan bahwa keberadaan biochar sebagai sumber karbon dalam lapisan tanah,

memberikan pengaruh positif dalam meningkatkan daya sangga tanah terhadap pencucian atau pelindian N, P, dan K dan meningkatkan kemampuan tanah dalam pertukaran kation.

Pada minggu ke-7 sampai minggu seterusnya, tanaman jagung mulai memasuki fase generatif. Fase generatif yang ditandai dengan munculnya bunga jantan yang akan menyebabkan pertumbuhan tinggi tanaman secara perlahan mulai konstan.

Diameter Batang

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam setiap umur tanaman terhadap diameter batang menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan yang diberikan tidak menghasilkan pengaruh yang beda nyata. hal ini dapat terjadi karena pada dasarnya kebutuhan nutrisi dari tanaman jagung sudah tercukupi dari pemberian pupuk kandang kotoran ayam dan pupuk anorganik.



Gambar 6. Rerata Diameter Batang Tanaman Jagung

Gambar 6 menunjukkan diameter batang tanaman jagung terus mengalami kenaikan setiap minggunya dan menunjukkan kecenderungan meningkat. Pada minggu ke-7, tanaman jagung mulai berbunga, hal ini menyebabkan penambahan diameter batang mulai berkurang. Biochar merupakan bahan organik yang banyak mengandung unsur C (karbon) sehingga mampu meningkatkan aktivitas mikroorganisme dan meningkatkan kelembapan tanah. Selain itu biochar juga mengandung unsur hara Nitrogen dan Fosfor. Kebutuhan unsur hara yang cukup mampu meningkatkan pertumbuhan yang salah satunya ditandai dengan penambahan lingkaran batang, hal ini dikarenakan unsur N pada biochar diperlukan untuk pembentukan dan pertumbuhan bagian-bagian vegetatif tanaman dan juga berperan dalam proses fotosintesis yang akan meningkatkan pertumbuhan tanaman seperti akar, batang dan daun (Bahri *et al.*, 2018).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemberian biochar tongkol jagung dan biochar sekam padi di tanah gambut tidak berpengaruh nyata terhadap ketersediaan hara N-total, P-tersedia, K dapat ditukarkan, pH, tinggi tanaman, dan diameter batang, tetapi menunjukkan kecenderungan peningkatan apabila dibandingkan dengan kontrol.

2. Pemberian biochar tongkol jagung maupun biochar sekam padi tidak berbeda nyata diakibatkan oleh kondisi awal tanah sudah dalam taraf kesuburan yang baik, selain itu pemberian pupuk kandang kotoran ayam dan pupuk anorganik sudah mencukupi kebutuhan hara bagi tanaman jagung untuk dapat tumbuh dengan baik.
3. Pemberian berbagai dosis biochar tongkol jagung maupun biochar sekam padi tidak menunjukkan pengaruh yang nyata dibandingkan dengan kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, & Subiksa. 2008. *Konsorsium penelitian dan pengembangan perubahan iklim pada sektor pertanian*. Bogor: Balai Pesar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Bahri, S., B. R. Juanda dan H. Maulida. 2018. Pengaruh Jenis Biochar dan Pupuk Za Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tomat (*Lycopersicum Esculentum* Mill.). *Agrosamudra* 5(2): 46-60.
- Cheng, C. H., Lehmann, J., Thies, J. E., Burton, S. D., & Engelhard, M. H. 2006. Oxidation of black carbon by biotic and abiotic processes. *Organic Geochemistry*, 37(11), 1477–1488.
- Eduah, J. O., Nartey, E. K., Abekoe, M. K., Henriksen, S. W., & Andersen, M. N. 2019. Mechanism of orthophosphate (PO₄-P) adsorption onto different biochars. *Environmental Technology & Innovation*, 100572.

- Harun, Marinus Kristiadi., Anwar, Syaiful., Putri, Eka Intan Kumala., Arifin, Hadi Susilo. 2020. Sifat Kimia Dan Tinggi Muka Air Tanah Gambut Pada Tiga Tipe Penggunaan Lahan Di Fisiografi Kubah Gambut Dan Rawa Belakang Khg Kahayan-Sebagau. *Jurnal Hutan Tropis Volume 8 No. 3*, 315-327.
- Inyang, M., Gao, B., Pullammanappallil, P., Ding, W., & Zimmerman, A. R. 2010. Biochar from anaerobically digested sugarcane bagasse. *Bioresource Technology*, 101(22), 8868–8872.
- Kassa M., Kebede F., & Haile W. 2021. Forms and Dynamics of Soil Potassium in Acid Soil in the Wolaita Zone of Southern Ethiopia. *Applied and Environmental Soil Science*. 1-10.
- Keputusan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah.
- Kuykendall, H. .2008. *Soil quality physical indicators selecting dynamic soil properties to assess soil function*. USDA NRCS Soil Quality National Technology Development Team. Soil Quality Tehnical Note No 10.
- Lehmann, J., Rillig, M. C., Thies, J., Masiello, C. A., Hockaday, W. C., & Crowley, D. 2011. Biochar effects on soil biota - A review. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(9), 1812–1836
- Mateus, Rupa., Kantur, Donatur., & Moy, Lenny M. 2017. Pemanfaatan Biochar Limbah Pertanian sebagai Pembenah Tanah untuk Perbaikan Kualitas Tanah dan Hasil Jagung di Lahan Kering. *Agrotrop*, 7 (2): 99 – 108
- Mawardiana., Supardi., & E. Husen. 2013. Pengaruh Residu Biochar dan Pemupukan NPK terhadap Dinamika Nitrogen, Sifat Kimia Tanah dan Hasil Tanaman Padi (*Oriza sativa* L.) Musim Tanam Ketiga. *Manajemen Sumber Daya Lahan*. 2 (3): 255-260.
- Mukherjee, A., Lal, R., 2013. Biochar impacts on soil physical properties and greenhouse gas emissions. *Agronomy* 3, 313–339.
- Mukome, F. N. D., Zhang, X., Silva, L. C. R., Six, J., & Parikh, S. J. 2013. Use of chemical and physical characteristics to investigate trends in biochar feedstocks. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(9), 2196–2204.
- Nurida, N., Dariah, A., & Rachman, A. 2013. Peningkatan kualitas tanah dengan pembenah tanah biochar limbah pertanian. *Jurnal tanah dan iklim*. 37(2), 69-78.
- Riwandi., Merakati, Handajaningsih., Hasanudin. 2014. *Teknik Budidaya Jagung dengan Sistem Organik di Lahan Marjinal*. Bengkulu: UNIB Press.
- Santoso, U. T., Umaningrum, D., Abdullah., & Rahmah, A. M. 2007. Pengaruh pH dan Konsentrasi CaCl_2 Terhadap Kemampuan Tanah Mineral Masam dalam Menjerap Fosfat. *Sains dan Terapan Kimia*, Vol.1, No.2 (Juli 2007), 69 – 75
- Soewandita, H. 2018. Kajian Pengelolaan Tata Air Dan Produktivitas Sawit Di Lahan Gambut. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, Vol.19 No.1, , 41-50.
- Solaiman, ZM, and HM Anawar. 2015. Aplication of biochars for soil constraints: challenges and solution. *Pedosphere*. 25(5): 631-638.
- Yuan, J. H., Xu, R. K., & Zhang, H. 2011. The forms of alkalis in the biochar produced from crop residues at different temperatures. *Bioresource Technology*, 102(3), 3488–3497.
- Zheng, H., Wang, Z., Deng, X., Herbert, S., & Xing, B. (2013). Impacts of adding biochar on nitrogen retention and bioavailability in agricultural soil. *Geoderma*, 206, 32–39.

Zheng, H., Wang, Z., Deng, X., Zhao, J., Luo, Y., Novak, J., Xing, B. (2013). Characteristics and nutrient values of biochars produced from giant reed at different temperatures. *Bioresource Technology*, 130, 463–471.