

PEMANFAATAN BIOCHAR DAN PUPUK KANDANG AYAM PADA PERTANAMAN JAGUNG HIBRIDA DI TANAH ULTISOL

Utilization of Biochar and Chicken Fertilizer in Hybrid Maize in Ultisol Soil

Samsul Bahri*

Email: bahriunmura@gmail.com

Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Musi Rawas
Jl. Pembangunan Kompleks Perkantoran Pemkab Musi Rawas, Lubuklinggau

Merismon

Email: merismon1976@gmail.com

Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Musi Rawas
Jl. Pembangunan Kompleks Perkantoran Pemkab Musi Rawas, Lubuklinggau

Sutejo

Email: sutejofd@gmail.com

Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Musi Rawas
Jl. Pembangunan Kompleks Perkantoran Pemkab Musi Rawas, Lubuklinggau

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi pertumbuhan dan produksi jagung hibrida pada tanah ultisol dengan pemanfaatan biochar dan pupuk kandang ayam dalam menunjang pertanian yang berkelanjutan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Faktorial dengan dasar RAK, yang terdiri dari dua faktor perlakuan dan tiga ulangan. Faktor pertama yaitu dosis biochar terdiri dari 4 taraf yakni tanpa biochar (kontrol), 0.25 kg.m⁻²; 0.5 kg.m⁻²; dan 1 kg.m⁻². Faktor kedua adalah dosis pupuk kandang ayam, terdiri dari empat taraf, yaitu tanpa pupuk kandang ayam (kontrol), pupuk kandang ayam dosis 0.25 kg.m⁻²; 0.5 kg.m⁻²; dan 1 kg.m⁻². Hasil penelitian menunjukkan perlakuan biochar berpengaruh nyata pada tinggi tanaman. Interaksi antar perlakuan berpengaruh nyata pada berat tongkol tanpa kelobot. Perlakuan biochar terbaik pada dosis 0.25 kg.m⁻² sedangkan perlakuan pupuk kandang ayam terbaik pada dosis 1 kg.m⁻².

Kata kunci: *biochar; jagung hibrida; pupuk kandang ayam.*

ABSTRACT

This study aims to evaluate the growth and production of hybrid maize on ultisol soils using biochar and chicken manure to support sustainable agriculture. This study used a factorial design based on the randomized block design, which consisted of two treatment factors and three replications. The first factor is the dosage of biochar consisting of 4 levels, namely without biochar (control), 0.25 kg.m⁻²; 0.5 kg.m⁻²; and 1 kg.m⁻². The second factor is the dose of chicken manure, consisting of four levels, namely without chicken manure (control), chicken manure with a dose of 0.25 kg.m⁻²; 0.5 kg.m⁻²; and 1 kg.m⁻². The results

* Principal contact for correspondence

showed that biochar treatment had a significant effect on plant height. The interaction between treatments has a significant effect on the weight of the ear without the cob. The best biochar treatment was at a dose of 0.25 kg.m^{-2} while the best treatment of chicken manure was at a dose of 1 kg.m^{-2} .

Keywords: *biochar; hybrid corn; chicken manure.*

PENDAHULUAN

Jagung merupakan salah satu komoditas tanaman serelia yang perannya cukup penting, sebagai salah satu tanaman substitusi pengganti beras, bahan baku industri, dan sebagai bahan pakan ternak unggas. Peningkatan jumlah pabrik industri pengolahan pakan ternak turut mempengaruhi kebutuhan jagung. Kementan (2018), menyatakan kebutuhan jagung sebagai pakan ternak di tahun 2017 sebesar 12,84 juta ton, yang digunakan pada pakan ternak industri 8,99 juta ton dan peternakan mandiri 3,85 juta ton. Sisanya 8,99 juta ton untuk konsumsi langsung rumah tangga, dan untuk kebutuhan industri makanan 4,92 juta ton.

Produktivitas jagung nasional pada tahun pada tahun 2016 sebesar 52,82 ku/ha yang mengalami peningkatan sebesar 1,07 ku/ha atau terjadi kenaikan sebanyak 2,94% dibandingkan tahun 2015, selanjutnya pada tahun 2018 mengalami kenaikan sebesar 1,61 ku/ha atau naik sebesar 1,37% jika dibandingkan pada tahun 2017. Skala produksi jagung nasional pada tahun 2016 sebesar 23,19 juta ton atau naik sebesar 18,23% dan pada tahun 2018 sebesar 30,06 juta ton atau mengalami kenaikan 3,91% dibandingkan tahun sebelumnya. Peningkatan tersebut merupakan hasil dari upaya pemerintah melalui program UPSUS serta peningkatan produktivitas jagung hibrida (Kementan, 2018).

Produksi jagung nasional dipengaruhi beberapa faktor diantaranya produksi hanya terpusat di beberapa daerah sentra jagung misalnya di pulau Jawa dan beberapa provinsi di luar Jawa diantaranya Lampung, Sumatera Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat, Gorontalo, dan Nusa Tenggara. Sementara di daerah lainnya jagung hanya menjadi tanaman selingan di saat bera. Petani menanam padi di saat musim hujan, dan saat musim kemarau menanam jagung. Faktor lainnya yang mempengaruhi produksi adalah masih terbatasnya areal tanaman pada lahan yang subur dan belum dikembangkan pada lahan suboptimal. Beberapa lahan suboptimal diantaranya lahan rawa lebak, lahan pasang surut, dan lahan kering.

Bahri dkk. (2016), menyatakan kendala pengusahaan pertanian pada lahan kering yakni kesuburan tanah, kelangkaan air, dan pH tanah. Guna mengatasi kendala tersebut digunakan berbagai macam amelioran berupa tempurung kelapa, tandan sawit, kacang-kacangan, tongkol jagung, sekam padi, dan bahan organik lain. Penggunaan bahan organik yang berasal dari limbah pertanian diantaranya dalam bentuk pupuk hijau, pupuk kompos, dan biochar.

Lehmann (2007), mengungkapkan biochar merupakan hasil pembakaran biomas residu tanaman dengan pembakaran minim oksigen (*phyrolysis*). Hasil penelitian Bahri dkk. (2015; 2016) menunjukkan perlakuan biochar berpengaruh

ruh sangat nyata terhadap pH dan K tersedia, namun berpengaruh tidak nyata terhadap C organik, N, P tersedia, dan KTK tanah ultisol. Pemberian biochar pada dosis 0.25 kg.m^{-2} sudah memberikan pengaruh yang lebih baik jika dibandingkan dengan tanpa pemberian biochar. Hasil penelitian Hemwong dan Cadisch (2011) menyatakan penambahan arang (biochar) diiringi dengan pemberian pupuk akan memberikan dampak terhadap peningkatan pH, KTK, C,N, K, Ca, dan Mg. Selaras dengan penelitian Paiman dan Effendy dkk. (2020) bahwa pemberian biochar 15 ton.ha^{-1} bisa meningkatkan kapasitas tukar kation 32.92%.

Selain biochar, bahan organik lain yang juga berperan sebagai amelioran berasal dari kotoran ternak misalnya sapi, ayam, kambing dan ternak lainnya, baik yang berbentuk cair (urine) maupun berupa limbah padat (pupuk kandang). Pupuk kandang memiliki peran yang langsung maupun tidak langsung dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Pernyataan ini selaras dengan pernyataan Effendy dkk. (2019), menyatakan pupuk kandang selain dapat memperbaiki sifat fisik, biologi, dan kimia tanah, pupuk kandang juga dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil pertanian yang ramah lingkungan. Hasil penelitian Bahri (2016), bahwa pemberian pupuk kandang ayam sebanyak 1 kg.m^{-2} memberikan pengaruh terbaik terhadap ketersediaan N, P, dan K tersedia.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Kelurahan Eka Marga Kota Lubuklinggau dengan menggunakan jagung hibrida, pupuk kandang ayam, pupuk NPK,

biochar tempurung kelapa. Penelitian disusun dalam bentuk eksperimen menggunakan Rancangan Faktorial dengan dasar Rancangan Acak Kelompok (RAK), yang terdiri dari dua faktor perlakuan dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah dosis biochar (D) terdiri dari 4 taraf, yaitu tanpa biochar (kontrol), biochar 0.25 kg.m^{-2} , 0.5 kg.m^{-2} , dan 1 kg.m^{-2} , dan faktor kedua adalah dosis pupuk kandang ayam (K) terdiri dari empat taraf, yaitu tanpa pupuk kandang ayam (kontrol), pupuk kandang ayam 0.25 kg.m^{-2} , 0.5 kg.m^{-2} , dan 1 kg.m^{-2} .

Aplikasi pemberian biochar dan pupuk kandang ayam diberikan pada saat pengolahan tanah atau 7 (tujuh) hari sebelum penanaman. Biochar dan pupuk kandang diaplikasikan dengan cara ditebar di atas petakan dengan ukuran $2 \text{ m} \times 3 \text{ m}$. Penelitian ini menggunakan jagung dengan varietas hibrida, yang dipanen umur 110 hari. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan Anova pada taraf 0,05%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hara Tanah

Analisis hara dilakukan di awal dengan mengambil sampel tanah ultisol yang digunakan pada penelitian. Hasil analisis tanah ultisol ditunjukkan pada Tabel 1. Karakter tanah ultisol yang digunakan sebagai media tanam dengan kriteria sangat masam, kadar hara yang cukup rendah, dan 60.44% merupakan tanah lempung.

Tinggi Tanaman (cm)

Berdasarkan analisis ragam, pemberian biochar berpengaruh nyata

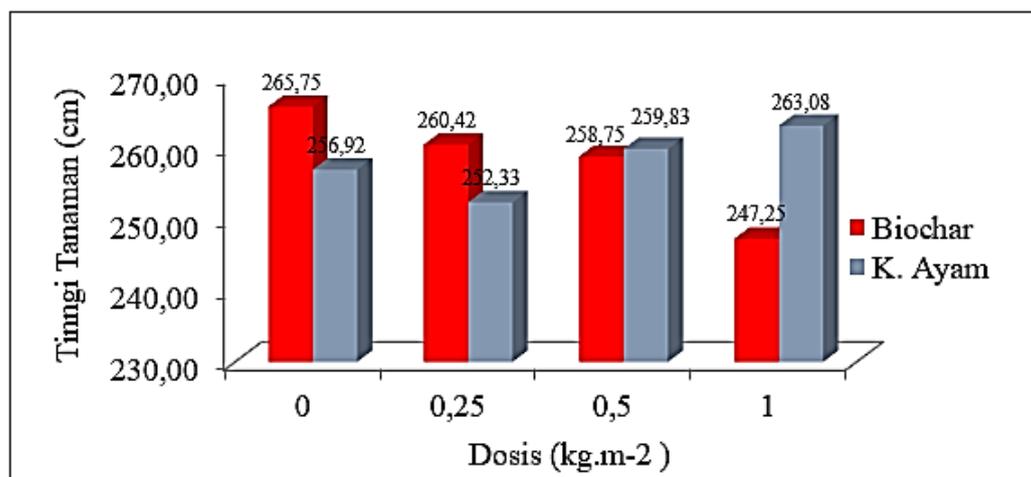
Tabel 1. Analisis tanah ultisol yang digunakan sebagai media tanam pada penelitian.

Analisis	Satuan	Hasil*	Kriteria**
pH (H ₂ O)	-	5,27	Masam
pH KCl	-	5,17	Masam
C Organik	%	0,62	Sangat rendah
N total	%	0,06	Sangat rendah
P – Bray I	cmol(+)/kg	7,80	Sangat rendah
K –dd	cmol(+)/kg	0,26	Rendah
Na	cmol(+)/kg	0,22	Rendah
Ca	cmol(+)/kg	2,58	Rendah
Mg	cmol(+)/kg	0,42	Rendah
KTK	cmol(+)/kg	13,05	Rendah
Al-dd	cmol(+)/kg	0,34	
H-dd	cmol(+)/kg	0,06	
Tekstur	cmol(+)/kg		
Pasir	%	60,44	
Debu	%	4,27	
Liat	%	35,29	

pada tinggi tanaman jagung hibrida sedangkan pupuk kandang ayam tidak berpengaruh nyata. Interaksi antara perlakuan biochar dan pupuk kandang ayam tidak menunjukkan pengaruh yang nyata. Pemberian pupuk kandang ayam pada dosis 1 kg.m⁻² memberi hasil tertinggi pada tinggi tanaman yaitu 263.08 cm dan terendah pada dosis 0.25 kg.m⁻² (Gambar 1).

Diameter Batang Jagung Hibrida (cm)

Hasil analisis keragaman biochar dan pupuk kandang ayam belum menunjukkan perbedaan yang signifikan. Diameter batang tanaman jagung hibrida tertinggi pada perlakuan tanpa pemberian biochar, yaitu 2.02 cm, namun tidak berbeda nyata dengan pemberian biochar 1 kg.m⁻². Sedangkan pemberian pupuk kandang ayam terbaik pada dosis 1 kg.m⁻²



Gambar 1. Tinggi tanaman jagung hibrida pada berbagai dosis biochar dan pupuk kandang ayam.

sebesar 1.97 cm dan terkecil pada dosis 0.5 kg.m⁻² (Gambar 2).

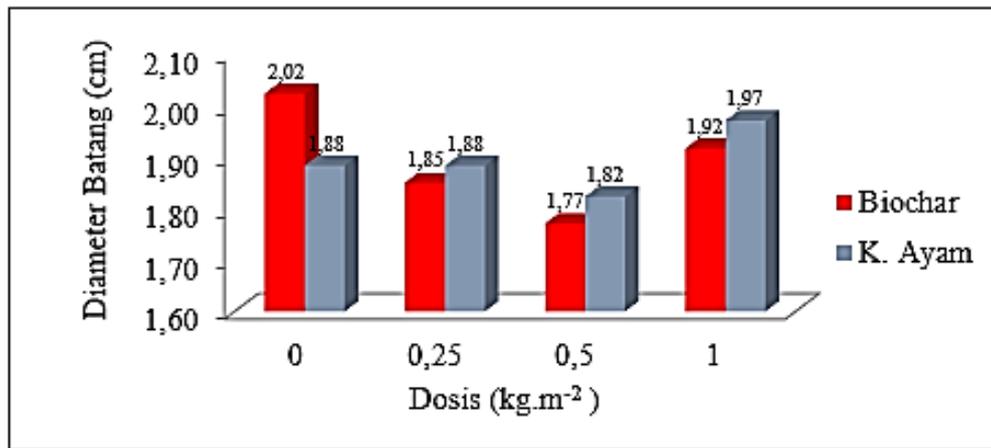
dosis 1 kg.m⁻² dengan panjang akar 23.24 cm dan terendah pada kontrol (Gambar 3).

Panjang Akar (cm)

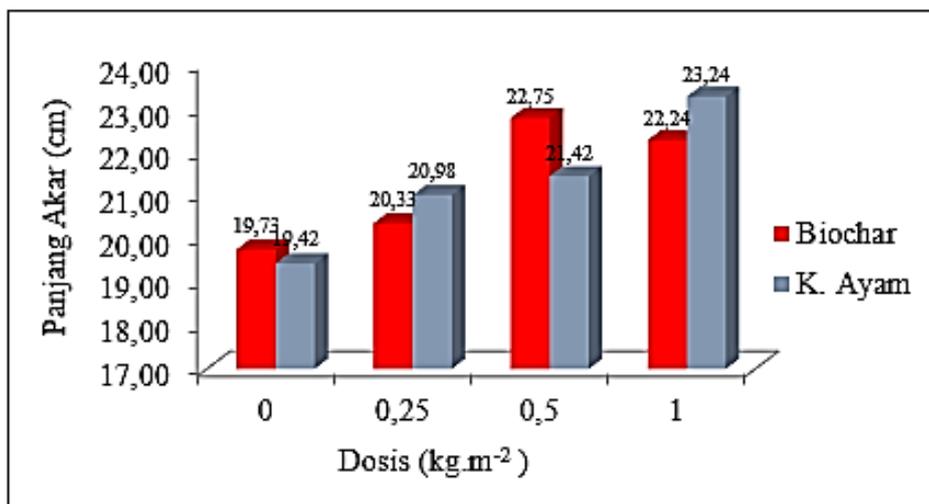
Analisis ragam pemberian biochar dan pupuk kandang ayam tidak menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Perlakuan biochar menghasilkan panjang akar tertinggi pada dosis 0.5 kg.m⁻² dengan panjang akar 22.75 cm dan terpendek pada perlakuan tanpa biochar yaitu 19.73 cm. Perlakuan pupuk kandang ayam menghasilkan akar terpanjang pada

Berat Tongkol Tanpa Kelobot (cm)

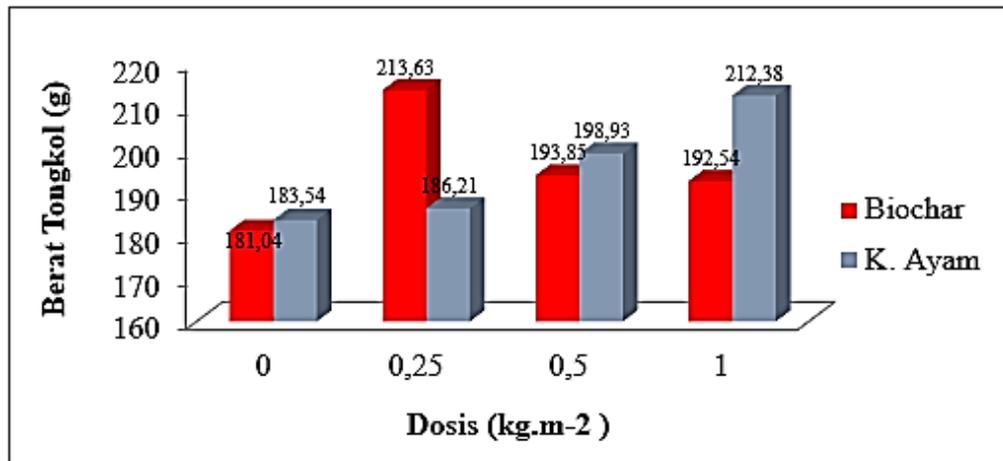
Analisis ragam menunjukkan perlakuan biochar dan pupuk kandang ayam tidak berpengaruh nyata, namun berat tongkol tanpa kelobot tertinggi pada dosis biochar 0.25 kg.m⁻² dengan berat 213.63 g. Sedangkan perlakuan pupuk kandang ayam menghasilkan berat tongkol tanpa kelobot tertinggi pada pada dosis 1 kg.m⁻² dan terendah pada perla-



Gambar 2. Tinggi tanaman jagung hibrida pada perlakuan dosis biochar dan pupuk kandang ayam.



Gambar 3. Diameter batang jagung dengan perlakuan dosis biochar dan pupuk kandang ayam.



Gambar 4. Berat Tongkol Tanpa Kelobot Tanaman jagung hibrida pada perlakuan dosis biochar dan pupuk kandang ayam.

Tabel 2. Pertumbuhan jagung hibrida pada pemberian dosis biochar dan pupuk kandang ayam.

Perlakuan	Nilai F Hitung				Nilai F Tabel	
	Tinggi Tanaman	Diameter Batang	Panjang Akar	Berat Tongkol	0,05	0,01
Biochar	3.75*	1.03 ^{tn}	1.00 ^{tn}	0.75 ^{tn}	2.92	4.51
Pupuk Kandang Ayam	1.29 ^{tn}	0.33 ^{tn}	0.95 ^{tn}	0.72 ^{tn}	2.92	4.51
Interaksi Perlakuan	1.95 ^{tn}	1.06 ^{tn}	0.89 ^{tn}	2.61*	2.21	3.06

Keterangan : ^{tn} = tidak nyata, * = nyata uji F $\alpha = 0,05$

kuan tanpa pupuk kandang ayam (Gambar 4). Hasil analisis ragam pertumbuhan tanaman jagung hibrida pada pemberian dosis biochar dan pupuk kandang ayam ditunjukkan pada Tabel 2.

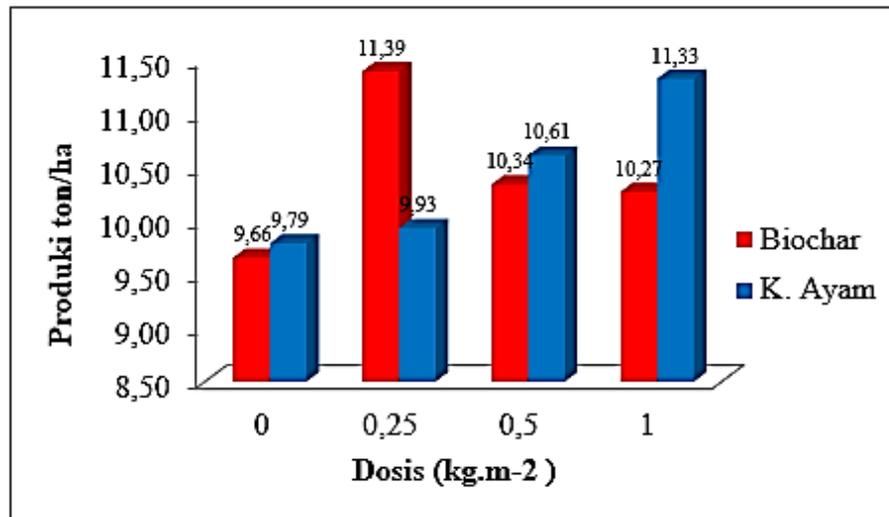
Produksi (ton/ha)

Produksi jagung tertinggi pada perlakuan biochar 0.25 kg.m⁻² yakni sebesar 11.39 ton.ha⁻¹ dan terendah pada perlakuan tanpa biochar yaitu 9.66 ton.ha⁻¹. Pada pemberian pupuk kandang ayam produksi tertinggi pada dosis 1 kg.m⁻² yakni sebesar 11.33 ton.ha⁻¹ dan terendah pada perlakuan tanpa pemberian pupuk kandang ayam yaitu 9.79 ton.ha⁻¹ (Gambar 5). Kombinasi perlakuan tanpa biochar

dan pemberian pupuk kandang dosis 1 kg.m⁻² menghasilkan produksi tertinggi yakni sebesar 14.42 ton.ha⁻¹ dan terendah pada kombinasi perlakuan tanpa biochar dan tanpa pemberian pupuk kandang ayam yakni sebesar 5.72 ton.ha⁻¹.

Pembahasan

Berdasarkan analisis sidik ragam perlakuan biochar berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, dan tidak berpengaruh nyata terhadap panjang akar, diameter tongkol, dan berat tongkol tanpa kelobot. Sedangkan perlakuan pupuk kandang ayam berpengaruh tidak nyata terhadap semua peubah yang diamati. Selanjutnya interaksi perlakuan pembe-



Gambar 5. Produksi jagung hibrida (ton/ha) pada perlakuan dosis biochar dan pupuk kandang ayam.

rian biochar dan pupuk kandang ayam hanya berpengaruh nyata terhadap berat tongkol tanpa kelobot.

Secara tabulasi terlihat bahwa dengan peningkatan biochar yang diberikan justru terlihat trend menurun pada tinggi tanaman (Gambar 1), sedangkan perlakuan pupuk kandang ayam secara tabulasi terlihat bahwa dengan peningkatan pemberian dosis yang diberikan berkorelasi positif terhadap tinggi tanaman. Belum optimalnya perlakuan biochar dan pupuk kadang ayam terhadap tinggi tanaman disebabkan oleh tanah tempat penelitian tergolong tanah yang sub optimal dengan tingkat kesuburan yang tergolong rendah. Hal ini senada dengan pernyataan Nurida (2014), bahwa efektifitas biochar sebagai amelioran sangat bergantung pada kondisi awal kimia tanah.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian biochar menunjukkan hasil yang signifikan terhadap produksi tanaman jagung. Hasil penelitian Nurida dkk. (2013), menunjukkan bahwa produksi jagung yang

diaplikasikan biochar meningkat 55.76-92.50%. Senada dengan Effendy dkk. (2020), bahwa pemberian biochar pada dosis 15 ton.ha⁻¹ dapat meningkatkan hasil padi sebesar 24.60 % jika dibandingkan dengan pemberian dosis 5 ton biochar. Sedangkan pada penelitian ini secara statistik belum memberikan pengaruh nyata tetapi pemberian biochar pada dosis 0,25 kg.m⁻² mampu meningkatkan produksi jagung sebesar 18% jika dibandingkan tanpa penambahan biochar. Berat tongkol tanpa kelobot dengan aplikasi 0,25 kg.m⁻² sebesar 11,39 ton.ha⁻² sedangkan tanpa perlakuan biochar hanya sebesar 9.66 ton.ha⁻². Ini menunjukkan pemberian biochar mampu meningkatkan hasil tanaman jagung.

Hasil analisis ragam yang belum berpengaruh nyata bisa saja disebabkan cara pemberian biochar secara ditebar kurang efektif. Nurida (2014), dan Dariah (2013), menyatakan bahwa pemberian biochar pada tanaman jagung lebih optimal diberikan secara larikan atau tugal dibandingkan dengan ditebar. Selain itu, pengaruh pemberian biochar belum

terlihat pada satu periode tanam. Biochar bertujuan sebagai amelioran tanah dalam jangka yang panjang. Tang dkk. (2013), dan Nurida (2014), menyatakan biochar merupakan bahan resisten terhadap mikroorganisme sehingga dekomposisi bahan membutuhkan waktu yang lama. Perlakuan lain, yaitu pupuk kandang ayam berperan dalam perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah.

Kandungan unsur hara pupuk kandang ayam cukup lengkap baik hara makro maupun mikro akan tetapi takarannya masih terbatas. Jumlah pupuk kandang yang diberikan cukup mempengaruhi efektivitas pemakaian. Selain itu, tingkat kematangan pupuk kandang juga berpengaruh pada keefektifan perannya di dalam tanah. Secara statistik pemberian pupuk kandang ayam pada penelitian ini belum memberikan pengaruh yang signifikan, tetapi penambahan pupuk kandang menunjukkan tren peningkatan pada pertumbuhan maupun produksi. Pemberian pada dosis 1 kg.m^{-2} menunjukkan hasil yang terbaik pada semua variabel pengamatan dibandingkan tanpa pemberian pupuk kandang ayam.

Analisis ragam yang menunjukkan hasil yang tidak signifikan pada perlakuan pemberian pupuk kandang ayam ini diduga disebabkan kondisi kesuburan tanah dan kadar kelengasan yang rendah. Sehingga peran pupuk kandang ayam lebih kepada perbaikan kondisi sifat fisik dan biologi tanah, sementara perannya pada sisi perbaikan kimia tanah masih relatif kecil.

Perlakuan dosis biochar dan pupuk kandang ayam juga tidak signifikan pada peubah diameter batang, panjang akar dan berat tongkol tanpa kelobot. Hal ini terjadi

karena kedua bahan yang diberikan belum memberikan efek terhadap proses metabolisme tanaman, tetapi masih pada perbaikan sifat fisik tanah, misalnya pada perbaikan struktur dan kimia tanah. Perbaikan sifat fisik antara lain adalah kepadatan lindak tanah (*Bulk density*) dan infiltrasi, sedangkan perannya pada perbaikan sifat kimia tanah adalah meningkatkan pH tanah, C-organik, dan KTK tanah. Tanah ultisol merupakan tanah dengan sifat fisik yang padat, liat, dan minim hara (Tabel 1), sehingga perlakuan yang diberikan belum berpengaruh secara nyata. Sesuai dengan pernyataan Kriswantoro *et al.* (2016), bahwa ketersediaan hara merupakan salah satu faktor penghambat pertumbuhan dan hasil tanaman jagung. Selaras dengan pernyataan Salisbury dan Ross (2008) bahwa pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh kondisi ketersediaan hara yang tepat baik dalam jumlah maupun bentuknya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pemberian biochar dosis terbaik adalah $0,25 \text{ kg.m}^{-2}$ sedangkan untuk pupuk kandang ayam terbaik pada pemberian 1 kg.m^{-2} mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman jagung hibrida pada tanah ultisol. Disarankan untuk penggunaan biochar tingkat kematangan dan kehalusan bahan perlu diperhatikan, guna mempercepat proses reaksi fisiko kimia pada daerah rhizosfir perakaran tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih Kepada Dekan Fakultas Pertanian UNMURA, Rektor, Ketua LPPM UNMURA atas dukungan-

nya, terima kasih juga kepada mahasiswa dan rekan sejawat yang telah banyak berkontribusi pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahri, S., Budianta, D., & Munandar. (2015). Perubahan C Organik, pH dan KTK Tanah Akibat Aplikasi Biochar dan Pupuk Kandang Ayam pada Tanah Ultisol serta Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Tanaman Sorgum, Hal. 293-300 dalam *Proseding Seminar Semirata BKS-PTN Barat*. Palangka Raya. 20-21 Agustus 2015.
- Bahri, S., Budianta, D., & Munandar. (2016). Perubahan Beberapa Sifat Kimia Tanah dengan Pemberian Biochar dan Pupuk Kandang Ayam pada Tanah Ultisol. *Jurnal Klorofil*, XI(2), 77-84.
- Effendy, I., Gribaldi & Benny, A.J. (2019). Aplikasi Sabut Kelapa dan Pupuk Bokasi Kotoran Ayam terhadap Pertumbuhan Bibit Sawit di Pre Nursery. *Jurnal Agrotropika*, 2(7), 405-412.
- Effendy, I., Paiman & Merismon. (2020). The Role of Rice Husk Biochar and Rice Straw Compost on The Yield of Rice (*Oryza sativa. L*) in Polybag. *Journal Of Engenering Scince and Technology*, 15(4), 2135-2148.
- Hemwong, S., & Cadish. (2011). Charcol Amandements to Improve Soil Fertility and Rice Production in NE Thailand. *FSC Brief*, 3, 1-4.
- Kementan. (2018). Komuditas Subsektor Tanaman Pangan. *Outlook Jagung 2018*. Pusat dan Data Informasi Pertanian Kementerian Pertanian 2019. Hal 1-88.
- Kriswantoro, H., Safriyani, E., & Bahri, S. (2016). Pemberian Pupuk Organik dan Pupuk NPK pada Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt). *Jurnal Klorofil*, XI(2), 77-84.
- Lehmann, J. (2007). A Handful of Carbon. *Nature*, 447(7141), 143-144.
- Nurida, Dariah, A., & Rachaman, A. (2013). Peningkatan Kulaitas Tanah dengan Pembenah Tanah Biochar Limbah Pertanian. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 37(2), 69-78.
- Nurida. (2014). Potensi Pemanfaatan Biochar untuk Rehabilitasi Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan Edisi khusus*, Desember(2014), 57-68.
- Paiman & Effendy, I. (2020). The Effect of Soil Water Content And Biochar On Rice Cultivation In Polybag. *Journal Open Agriculture*, 2020(5), 117-125.
- Salisbury, F.B., & Ross, C.W. (2005). *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. Grafindo Persada, Jakarta.
- Tang, J., Zhu, W., Kookana, R., & Katayama, A. (2013). Characteristics of biochar and its application in remediation of contaminated soil. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 116(6), 653-659.