

EFEK RESIDU BIOCHAR SEKAM PADI DAN PUPUK KANDANG AYAM TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN JAGUNG (*Zea mays L.*)

*The Effect of Rice Husk Biochar Residue and Chicken Manure on the growth and Yield of Maize (*Zea Mays L.*)*

Mapegau Mapegau¹, Hajar Setyaji¹, Islah Hayati¹, Septiani Putri Ayuningtiyas².

¹Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jambi

²Alumni Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jambi

Email: mapegau@unja.ac.id

Abstract This study was conducted to determine the effect of rice husk biochar residue with chicken manure on the growth and yield of maize. The research was conducted at the Teaching and Research Farm, Faculty of Agriculture, Jambi University from April to August 2019, one year after the biochar research on maize was carried out at the same location. As an environmental design, a randomized block design (RAK) was used with 3 replications in accordance with the initial research design. Residual doses of biochar as treatment were 2.5 tons/ha, 5.0 tons/ha, and 7.5 tons/ha, and chicken manure 2.5 tons/ha, 5.0 tons/ha, and 7.5 tons/ha. The results showed that rice husk biochar residue still affected the growth and yield of maize, while chicken manure did not affect growth in height, stem diameter, and dry seed yield of maize. Rice husk biochar residue with doses of 5.0 and 7.5 ton ha⁻¹ gave the best growth and yields for maize. There were no differences in growth and yields obtained in the initial study with those obtained in the residual study.

Keywords: *Residu, Biochar, Rice Husk, Chicken Manure*

Abstrak Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efek residu biochar sekam padi dengan pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung. Penelitian dilaksanakan di Teaching and Research Farm Fakultas Pertanian Universitas Jambi dari bulan April sampai dengan Agustus 2019, satu tahun setelah penelitian biochar pada tanaman jagung dilaksanakan pada lokasi yang sama. Sebagai rancangan lingkungan digunakan rancangan acakkelompok (RAK) 3 ulangan sesuai dengan rancangan penelitian awal. Dosis residu biochar sebagai perlakuan 2,5 ton/ha, 5,0 ton/ha, dan 7,5 ton/ha. Pupuk kandang ayam 2,5 ton/ha, 5,0 ton/ha, dan 7,5 ton/ha. Hasil penelitian menunjukkan bahwa residu biochar sekam padi masih berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung, sedang pupuk kandang ayam tidak mempengaruhi pertumbuhan tinggi, diameter batang, dan hasil biji kering tanaman jagung. Residu biochar sekam padi dengan dosis 5,0 dan 7,5 ton. ha⁻¹ memberikan pertumbuhan dan hasil terbaik pada tanaman jagung. Tidak ada perbedaan pertumbuhan dan hasil yang diperoleh pada penelitian awal dengan yang diperoleh pada penelitian residu.

Kata Kunci: *Residu, Biochar, Sekam Padi, Pupuk Kandang.*

PENDAHULUAN

Sasaran utama pengembangan pertanian di bidang pangan adalah tercapainya swasembada pangan untuk tiga komoditas pangan utama, yaitu padi, jagung dan kedelai. Hal ini mengindikasikan bahwa jagung merupakan salah satu komoditas yang sangat penting, mengingat selain menjadi pangan pokok bagi beberapa penduduk di wilayah Indonesia, jagung juga merupakan bahan pakan utama peternakan unggas dan bahan baku industri olahan.

Produksi jagung di Indonesia pada tahun 2017 sebesar 28.9 juta ton, produksi yang cukup tinggi ini perlu dipertahankan dan ditingkatkan dalam rangka menjamin keberlangsungan industri peternakan nasional, industri makanan dan minuman, dan tujuan ekspor. Diperkirakan 10 tahun lagi dibutuhkan jagung untuk pakan ternak sebesar 16 juta ton, atau meningkat dua kali dibandingkan tahun 2017 yang sebesar 7.8 – 8.5 juta ton (Kementerian Pertanian, 2018). Sementara itu Gabungan Pengusaha Makanan Ternak (GPMT) juga memperkirakan bahwa kedepan kebutuhan jagung untuk bahan baku pakan ternak selama setahun mencapai 8,5 juta ton, dan hanya sebagian (sekitar 40%) dari kebutuhan itu yang dapat dipenuhi dari jagung yang diproduksi di dalam negeri (Industry Update Bank Mandiri, April, 2015).

Sejauh ini pengembangan usaha pertanian seperti pengembangan pertanaman jagung telah mengarah pada penggunaan lahan bermasalah (marginal) termasuk lahan kering Ultisol yang ketersediaannya masih cukup luas yaitu 11.876.881 ha pada tahun 2013 (Pahlevi, 2017). Seringkali yang menjadi kendala utama dalam sistem pertanian di lahan kering tropis adalah ketersediaan air yang terbatas, kandungan bahan organik tanah dan pH tanah yang rendah, serta retensi hara yang rendah. Tanah yang miskin C-organik mempunyai kemampuan penyanggaan (*buffering capacity*) rendah sehingga unsur hara yang ditambahkan dalam bahan pupuk menjadi rentan terhadap pencucian, sehingga efisiensi pemupukan menjadi rendah. Kondisi tropis mempercepat proses oksidasi/mineralisasi bahan organik sehingga senyawa karbon tidak dapat bertahan lama di dalam tanah karena sebagian besar dilepaskan dalam bentuk CO₂ ke atmosfer. Pemanfaatan biochar dapat menjadi pilihan alternatif dalam memperbaiki kualitas tanah dan produktivitas

jagung di lahan kering Ultisol.

Aplikasi biochar (arang kayu atau karbon hitam yang didapat dari biomassa) ke tanah dianggap sebagai suatu pendekatan yang baru dan unik untuk menjadikan suatu penampung (sink) bagi CO₂ udara dalam jangka panjang pada ekosistem darat. Di samping efek positifnya untuk mengurangi emisi dan menambah pengikatan gas rumah kaca, aplikasi biochar ke tanah akan memberikan keuntungan melalui peningkatan produksi tanaman dan kesuburan tanah. Oleh karena itu, biochar dapat menjadi pembenah tanah alternatif yang potensial untuk memperbaiki kualitas lahan yang telah terdegradasi khususnya di lahan-lahan suboptimal. Sejalan dengan pernyataan ini, Gani (2009) mengemukakan bahwa keuntungan dari biochar adalah karbon pada biochar bersifat stabil dan dapat tersimpan selama ribuan tahun didalam tanah, karena biochar mengalami pelapukan atau dekomposisi yang sangat lambat sehingga memiliki pengaruh jangka panjang terhadap perbaikan kualitas kesuburan tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari efek residu biochar dan pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di *Teaching and Research Farm* Fakultas pertanian Universitas Jambi, Desa Mendalo Indah, Kecamatan Jambi Luar kota, Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi pada lahan percobaan yang satu tahun sebelumnya (2018) telah digunakan pada penelitian yang menggunakan biochar sekam padi dan pupuk kandang ayam. Penelitian dilaksanakan selama 4 bulan, dari bulan April sampai dengan Agustus 2019. Lokasi penelitian berada pada ketinggian 35 mdpl.

Rancangan Percobaan

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) pola faktorial dua factor sesuai dengan rancangan percobaan pada penelitian awal yang telah dilaksanakan pada tahun 2018 di lokasi yang sama. Faktor pertama residu pemberian biochar sekam padi dengan 3 taraf : 2,5 ton.ha⁻¹, 5,0 ton.ha⁻¹, dan 7,5 ton.ha⁻¹. Faktor kedua adalah residu pemberian pupuk kandang ayam dengan 3 taraf : 2,5 ton.ha⁻¹, 5,0 ton.ha⁻¹, dan 7,5 ton.ha⁻¹. Setiap satuan percobaan diulang sebanyak 3 kali. Benih jagung varietas Bisma yang digunakan diperoleh dari BBI Sebapo dengan dayaberkecambah yang

tinggi (93%).Lahan yang akan digunakan dibersihkan dari kotoran, potongan kayu dan gulma. Kemudian tanah diolah dengan sistem pengolahan tanah ringan dengan menggunakan cangkul. Selanjutnya merapikan petakan ukuran 3,0 m x 1,5 m sesuai dengan ukuran petak penelitian sebelumnya. Jarak petak dalam ulangan 0,5 m dan jarak petak antar ulangan 1,0 m.

Variabel Pengamatan

1. Tinggi tanaman,

Diukur dari pangkal batang hingga pada ujung daun yang terpanjang dengan menggunakan meteran. Pengamatan dilakukan setiap minggu hinggananaman jagung memasuki fase generatif. Diameter batang, pengukuran diameter batang dapat dilakukan menggunakan jangka sorong. Pengukuran dilakukan pada umur 80 HST.

2. Diameter Batang (mm)

Pengukuran diameter batang dapat dilakukan menggunakan jangka sorong. Pengukuran dilakukan pada saat tanaman jagung berumur 80 Hari Setelah Tanam (HST).

3. Luas Daun Total Per Tanaman(cm²)

Pengukuran luas daun dilakukan pada akhir penelitian. Pengukuran luas daun dilakukan secara manual dengan mengukur panjang dan lebar daun.Panjang daun diukur dari pangkal daun dan lebar daun diukur pada bagian tengah daun yang diasumsikan bagian daun yang paling lebar.Menurut Sitompul dan Guritno (1995) dalam Susilo (2015), pengukuran daun dilakukan dengan menggunakan rumus panjang kali lebar dan kali nilai konstanta.

$$LD = p \times l \times k$$

Dimana :

LD = Luas Daun

p = Panjang daun

l = Lebar daun

k = Nilai konstanta (0,75)

4. HasilTanaman Jagung.: hasil jagung ton.ha⁻¹dihitungdengan menggunakan rumus :

$$\text{Hasil (ton.ha}^{-1}\text{)} = \frac{10.000 \text{ m}^2}{\text{luas petak ubinan (m}^2\text{)}} \times \text{hasil petak ubinan (gram)} \times 10^{-6}$$

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan sidik ragam, jika berbeda nyata maka akan dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada tarafa = 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efek residu biochar dan pupuk kandang ayam terhadap tinggi tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat interaksi antara residu biochar dan pupuk kandang ayam dari penelitian setahun sebelumnya (2018). Efek residu biochar masih berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, tetapi tidak pada efek residu pupuk kandang ayam. Hasil analisis uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$ pada masing-masing perlakuan ditampilkan pada Tabel 1.Residu biochar sekam padi memberikan efek sangat nyata terhadap peningkatan tinggi tanaman jagung sedangkan untuk pupuk kandang ayam tidak menimbulkan efek nyata yang mampu meningkatkan tinggi tanaman.

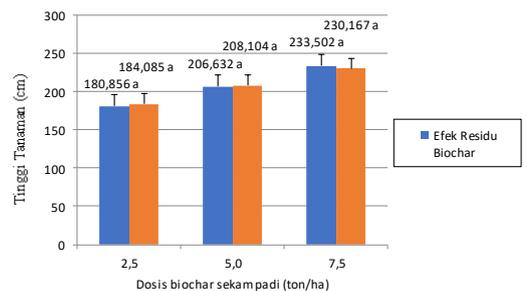
Tabel 1.Tinggi tanaman jagung pada efek residu biochar dan pupuk kandang ayam

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)			
	Biochar sekam padi (ton.ha ⁻¹)			
Pupuk kandang ayam (ton.ha ⁻¹)	2,5	5,0	7,5	Rata-rata
2,5	173,844	214,444	224,467	204,252 a
5,0	175,100	194,556	232,322	200,659 a
7,5	203,311	215,311	233,711	217,444 a
Rata-rata	184,085 a	208,104 b	230,167 c	

Angka- angka yang diikuiti oleh huruf yang sama tidak berbeda pada taraf $\alpha = 5\%$ Uji DMRT.

Perlakuan efek residu biochar sekam padi masih efektif dalam mendukung pertumbuhan tanaman jagung. Dari perbandingan tinggi tanaman jagung yang dilakukan pada penelitian awal tahun (2018)dengan penelitian efek residu yang dilakukan pada tahun 2019, diketahui bahwa tinggi tanaman meningkat sebesar 4,829 cm pada dosis 2,5 ton/ha, 13,07 cm pada dosis 5,0 ton/ha, dan 7,165 cm pada dosis 7,5 ton/ha. Tidak ada perbedaan tinggi tanaman pada penelitian awal dengan tinggi tanaman pada penelitian efek residu yang dilakukan setahun kemudian. (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa efek residu biochar dapat bertahan lebih

lama. Biochar didalam tanah menyediakan habitat bagi mikroba tanah, umumnya biochar yang diaplikasikan dapat tinggal dalam tanah selama ratusan atau bahkan ribuan tahun. Dalam jangka waktu yang panjang biochar tidak mengganggu keseimbangan karbon-nitrogen, tetapi bisa menahan dan menjadikan air dan nutrisi lebih tersedia bagi tanaman (Gani, 2009). Berbeda dengan residu pupuk kandang ayam tidak menunjukkan pengaruh terhadap tinggi tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk kandang ayam yang telah diberikan pada penelitian awal/pertama tidak dapat bertahan lama didalam tanah. Penggunaan berbagai pembenah tanah organik berupa pupuk kandang, kompos, dan biomas tanaman lainnya lebih bersifat sementara (temporary). Kondisi tropis mempercepat proses oksidasi/mineralisasi bahan organik sehingga senyawa karbon tidak dapat bertahan lama di dalam tanah karena sebagian besar dilepaskan dalam bentuk CO₂ ke atmosfer.



Gambar 1. Tinggi tanaman jagung berdasarkan hasil penelitian awal dan penelitian efek residu

Diameter Batang

Efek residu biochar sekam padi selama setahun (dari 2018-2019) terhadap tanaman jagung juga tercermin pada diameter batang, tetapi tidak pada efek residu pupuk kandang ayam (Tabel 2). Diameter batang tanaman jagung berbeda pada semua dosis residu biochar sekam padi. Akan tetapi diameter batang terbesar diperoleh pada dosis residu biochar sekam padi sebesar 7,5 ton/ha, namun tidak berbeda dengan diameter batang tanaman jagung pada dosis 5,0 ton/ha. Tidak terdapat interaksi antara residu biochar sekam padi dengan pupuk kandang ayam terhadap diameter batang. Tidak ada perbedaan diameter batang pada penelitian awal dengan diameter batang pada penelitian setahun berikutnya. Hal ini menunjukkan bahwa biochar mempunyai efek jangka

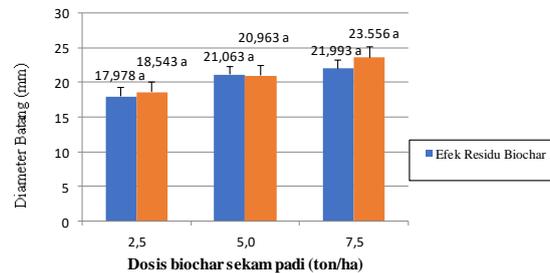
panjang.

Tabel 2. Diameter batang tanaman jagung pada perlakuan efek residu biochar dan pupuk kandang ayam

Perlakuan	Diameter batang (mm)			
	Biochar sekam padi (ton.ha ⁻¹)			
Pupuk kandang ayam (ton.ha ⁻¹)	2,5	5,0	7,5	Rata-rata
2,5	17,444	22,000	22,111	20,519 a
5,0	17,778	21,000	21,333	20,037 a
7,5	20,556	19,889	24,222	21,556 a
Rata-rata	18,593	20,963	22,556	
	a	b	b	

Angka angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$

Hasil uji perbandingan menggunakan uji t, didapatkan bahwa tidak ada perbedaan diameter batang pada penelitian awal dengan diameter batang pada penelitian efek residu yang dilaksanakan setahun kemudian (Gambar 2). Berdasarkan hasil ini dapat diartikan bahwa efek residu biochar dapat bertahan lebih lama dalam tanah.



Gambar 2. Diameter batang tanaman jagung berdasarkan hasil penelitian awal dan penelitian efek residu

Luas Daun Total Per Tanaman (cm²)

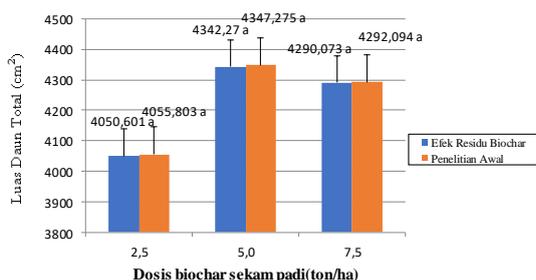
Hasil penelitian menunjukkan bahwa residu biochar sekam padi dan residu pupuk kandang ayam tidak berpengaruh nyata serta tidak terdapat interaksi antar keduanya pada variabel luas daun total per tanaman. Rata-rata luas daun total per tanaman pada perlakuan residu biochar sekam padi dan residu pupuk kandang ayam telah diuji lanjut dengan DMRT taraf 5 % (Tabel 3).

Tabel 3. Luas Daun Total Per Tanaman (cm²) pada Perlakuan Residu Biochar Sekam Padi dan Residu Pupuk Kandang Ayam

Pupuk Kandang Ayam (ton. ha ⁻¹)	Biochar SekamPadi (ton.ha ⁻¹)			Rata-rata
	2,5	5,0	7,5	
2,5	3942,667	4379,192	4626,975	4316,278 a
5,0	4332,158	4522,142	4141,692	4331,997 a
7,5	3892,583	4140,492	4107,617	4046,897 a
Rata-rata	4055,803 a	4347,275 a	4292,094 a	

Keterangan :Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyataberdasarkan DMRT pada taraf $\alpha = 5 \%$.

Tabel 3 menunjukkan bahwa luas daun total per tanaman jagung pada perlakuan residu biochar sekam padi dan residu pupuk kandang ayam tidak menunjukkan adanya efek yang nyata pada masing-masing dosis yang diberikan pada penelitian yang telah dilakukan setahun sebelumnya. Efek residu dapat diketahui dengan membandingkan nilai luas daun pada penelian awal dengan luas daun pada penelitian berikutnya yang telah dilaksanakan setahun sebelumnya. Berdasarkan uji perbandingan (Uji t), menyatakan bahwa tidak ada perbedaan luas daunpada penelitian awal dengan penelitian setahun berikutnya (Gambar 3). Hal ini menunjukkan bahwa biocar mempunyai efek residu yang bertahan dalam jangka panjang.



Gambar 3. Luas daun tanaman jagung berdasarkan hasil penelitian awal dan penelitian efek residu

Hasil Jagung (Berat Biji Kering)

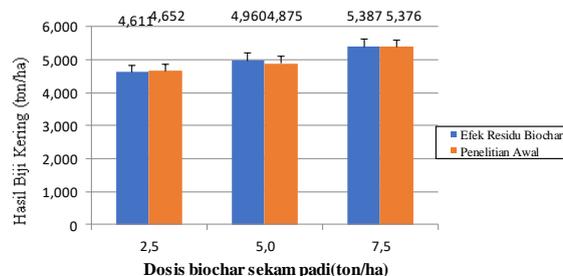
Residu biochar sekampadi memberikan pengaruh yang nyata terhadap hasil biji kering tanaman jagung, sedangkan untuk

residupupukkandang ayam tidak berpengaruh nyata terhadap variabel hasil jagung, namun residu biochar sekam padi dan pupuk kandang ayam tidak terdapat interaksi antar keduanya pada variabel hasil jagung (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil biji kering tanaman jagung pada penelitian awal dan penelitian eefek residu

Perlakuan Pupuk kandang ayam (ton.ha ⁻¹)	Hasil jagung (ton.ha ⁻¹)			
	Biochar sekam padi (ton.ha ⁻¹)			Rata-rata
	2,5	5,0	7,5	
2,5	4,082	4,803	5,647	4,844 a
5,0	4,798	5,089	5,548	5,145 a
7,5	4,953	4,988	4,965	4,969 a
Rata-rata	4,611 a	4,960 ab	5,387 b	

Pada variabel pengamatan hasil jagung ton per hektar efek yang nyata ditunjukkan oleh faktor tunggal perlakuan residu biochar sekam padi, untuk perlakuan residu pupuk kandang ayam tidak menimbulkan efek yang nyata. Perlakuan residu biochar sekam padi pada dosis 7,5 ton.ha⁻¹ meningkatkanrata-rata hasil jagung tertinggi yaitu sebesar5,387 ton.ha⁻¹ tetapi tidak berbeda nyata dengan hasil jagung pada dosis residu biochar sekam padi 5,0 ton.ha⁻¹ yaitusebesar4,960ton.ha⁻¹, sedangkan untuk hasil jagung ton per hektar terendah terdapat pada perlakuan residu biochar sekam padi dosis 2,5 ton.ha⁻¹ yaitusebesar4,611 ton.ha⁻¹.



Gambar 4. Hasil biji kering tanaman jagung berdasarkan penelitian awal dan penelitian residu

Satu tahun setelah biochar sekam padi diberikan pada tanaman jagung yang ditanam pada tanah sub optimal Ultisol masih menunjukkan pengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman yang terukur pada tinggi tanaman, diametr batang dan hasil biji kering. Tidak terdapat juga perbedaan ketiga variabel itu yang diperoleh pada penelitian awal dengan

penelitian yang dilaksanakan setahun kemudian. Dengan demikian terbukti bahwa, biochar selain dapat mendukung pertumbuhan tanaman juga mempunyai efek jangka panjang. Sebelumnya (Tang et al. 2013) melaporkan bahwa biochar dapat bertahan lama di dalam tanah sehingga mempunyai efek yang relatif lama, relatif resisten terhadap gangguan mikroorganisme. Oleh karena itu proses dekomposisi berjalan lambat. Hal ini telah terbukti beberapa tahun silam dimana penduduk asli Amazon telah memberikan charcoal/biochar ke dalam tanah dan ternyata hingga 100-1000 tahun kemudian kualitas sifat fisik dan kimia tanahnya masih lebih baik dibandingkan dengan tanah sekitarnya (Steiner et al. 2007).

Hubungan biochar dengan pertumbuhan dan hasil tanaman yang lebih baik, dijelaskan oleh (Atkinson et al. 2010) dan (Glaser et al. 2002) bahwa penambahan biochar dapat meningkatkan kesuburan tanah dan mampu memulihkan kualitas tanah yang telah terdegradasi. Sejalan dengan pernyataan tersebut (Glaser et al. 2002) mengemukakan bahwa penambahan biochar pada tanah-tanah pertanian berfungsi meningkatkan ketersediaan hara, retensi hara, dan retensi air. Menurut Ogawa (1994) biochar dapat memperbaiki habitat mikroorganisme simbiotik yang ada dalam tanah. Kondisi ini pada gilirannya memungkinkan bagi tercapainya pertumbuhan dan hasil tanaman yang lebih baik. Pernyataan ini didukung oleh pendapat (Backwell et al. 2010; Jones et al. 2012; Haefele et al. 2011), bahwa biochar selain berpengaruh positif terhadap sifat tanah, pemberian biochar juga berpengaruh terhadap peningkatan produktivitas tanaman khususnya pada tanah masam (Jeffery et al. 2011; Atkinson et al. 2010, Spokas et al. 2012).

Ketersediaan hara akibat pemberian biochar terjadi melalui tiga mekanisme yaitu (1) suplai hara langsung dari biochar (Mukherjee dan Zimmerman 2013), (2) kemampuan biochar meretensi hara, dan (3) dinamika mikroorganisme dalam tanah (Lehmann et al. 2003; Lehmann dan Rondon 2006). Hale et al. (2013) membuktikan bahwa biochar mampu meretensi N dan P sehingga tidak mudah hanyut terbawa air dan akan lebih tersedia bagi tanaman. Hasil penelitian lain yang dilakukan Zhu et al. (2014) pada empat jenis tanah dengan tekstur yang berbeda di China memberikan bukti nyata kemampuan biochar

jerami 24 t ha⁻¹ dalam meningkatkan ketersediaan P dalam tanah dan penurunan Aluminium dapat ditukar (Aldd).

KESIMPULAN

Biochar sekam padi bisa bertahan lebih lama dalam tanah, sehingga mempunyai efek residu yang panjang, sedangkan pupuk kandang ayam tidak memperlihatkan efek residu. Biochar sekam padi yang telah diaplikasikan, satu tahun kemudian masih memberikan efek residu terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung. Tidak ada perbedaan pertumbuhan dan hasil tanaman yang diperoleh pada penelitian awal dengan pertumbuhan dan hasil tanaman pada penelitian residu yang dilaksanakan setahun kemudian.

DAFTAR PUSTAKA

- Atkinson, C. J., J.D. Fitzgerald, N.A. Hipps. 2010. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. *Plant Soil* 337:1–18.
- Backwell, P., E. Krull, G. Butter, A. Herbert, and Z. Solaiman. 2010. Effect of banded biochar on dryland wheat production and fertilizer use in South-western Australia: an agronomic and economic perspective. *Australian Journal of Soil Research* 48:531-545
- Badan Pusat Statistik. 2017. Produksi Jagung Menurut Provinsi. Dikutip dari <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/868>. Diakses tanggal 15 Januari 2019.
- Gani, A. 2009. Potensi Arang Hayati. Biochar sebagai Komponen Teknologi Perbaikan Produktivitas Lahan Pertanian. *Iptek Tanaman Pangan* Vol.4 No.1.
- Glaser, B., J. Lehmann, dan W. Zech. 2002. *Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal: A review*. *Biol. Fertil. Soils* 35:219-230.
- Haefele, S.M., Y. Konboon, W. Wongboon, S. Amarante, A.A. Maarifat, E.M. Pfeiffer, and C. Knoblauch. 2011. Effects and fate of biochar from rice residues in rice-based systems. *Field Crop. Res.* 123 (3): 430-440.
- Hale S. E., V. Alling, V. Martinsen, J. Mulder, G.D. Breedveld, and G. Cornelissen. 2013. The sorption and desorption of

- phosphate-P, ammonium-N and nitrate-N in cacao shell and corn cob biochars. *Chemosphere* 91 (2013) 1612–1619
- Jeffery, S., F.G.A Verheijen, M. van der Velde, and A.C. Bastos. 2011. A quantitative review of the effects of biochar application to soil on crop productivity using meta-analysis, *Agriculture Ecosystems & Environment*, 144(1):175-187
- Jones, D. L., J. Rousk, G. Eswards-Jones, T.H. Deluca, D.V. Murphy. 2012. Biochar-mediated change in soil quality and plant growth in a year field trial. *Soil Biology and Biochemistry*. 45, 113-124.
- Kementrian Pertanian. 2018. Produksi Tanaman Jagung Melebihi Kebutuhan Nasional. <https://www.tribunnews.com> (diakses 1 Oktober 2018)
- Lehmann, J., J.P. da Silva Jr., C. Steiner, T. Nehls, W. zech and B. Glaser. 2003. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferrasol of the Central Amazon Basin: fertilizer, manure and charcoal amends. *Plant and Soil* 249: 342-357.
- Lehmann, J. and M. Rondon. 2006. Bio-char soil management on highly weathered soils in humid tropic In N. Uphoff (Eds.). *Biological Approaches to Sustainable Soil System*. P 517-530. CRP Press. USA.
- Mukherjee, A., A.R. Zimmerman. 2013. Organic carbon and nutrient release from a range of laboratory-produced biochars. *Geoderma* 163, 247-255.
- Ogawa, M. 1994. Symbiosis of people and nature in tropics. *Farming Japan* 28(5):10-34.
- Pahlevi, R.W., B. Susilo, L. N. Dalimartha, E. C. Wiguna, Isdiantoni, M. P. Koentjoro, E. N. Prasetyo. 2017. The effect of biochar formulation in dry soil on tobacco (*Nicotiana tabacum*) var. K326 plantation: case study Bojonegoro Regency, Indonesia. *Proceeding Biology Education Conference* 4(1) : 171 176
- Spokas, K.A., K.B. Cantell, J.M. Novak, D.W. Archer, Ippolito, J.A., Collin, H.P., Boateng, A.A., Lima, I.M., Lamb, M.C., A.J. Mc Aloon, R.D. Lentz, and K.A. Nichols. 2012. Biochar: A synthesis of Its Agronomic Impact beyond Carbon Sequestration. *J. Environ Qual* 41 (4):973-989.
- Steiner, C., W.G. Teixeira, J. Lehmann, T. Nehls, J.L.V. de Macêdo, W.E.H. Blum, W. Zech. 2007. Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. *Plant soil* 291: 275-290.
- Susilo, D.E.H. 2015. Identifikasi Nilai Konstanta Bentuk Daun untuk Pengukuran Luas Daun Metode Panjang Kali Lebar pada Tanaman Hortikultura di Tanah Gambut. *Jurnal Anterior*, Vol.14 No.2:139-146.
- Tang, J., W. Zhu, R. Kookana, A. Katayama. 2013. Characteristics of biochar and its application in remediation of contaminated soil. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 116(6), 653-659.
- Zhu, Q., X. Peng, T. Huang., Z. Xie and N.M Holden. 2014. Effect of biochar addition on maize growth and nitrogen use efficiency in Acid Red Soil. *Pedosphere* 24 (6): 699-708.