
Produksi, Hara N dan P Terangkut akibat Aplikasi Berbagai Jenis Biochar dan Pupuk P pada Pertanaman Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata Sturt.*) di Tanah Ultisol Natar Lampung Selatan

Septi Nurul Aini¹⁾, Ridho Setiawan¹⁾, Jamalam Lumbaraja¹⁾, Sarno¹⁾, Liska Mutiara Septiana¹⁾

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

*email: septi.nurulaini@gmail.com

Disubmit: 08 Februari 2022 | Direvisi: 21 Februari 2022 | Diterima: 03 Maret 2022

Abstract. *One of the obstacles to increasing sweet corn production is the low N and P nutrients in Ultisol soil. The application of biochar and P fertilization is an alternative in increasing the fertility of Ultisol soil. Field and laboratory research was conducted to determine the effect of the application of various types of biochar and P fertilizer on the nutrients N and P transported, and sweet corn (*Zea mays Saccharata Sturt.*) production in Ultisol Natar, South Lampung. This experiment was arranged using a factorial Randomized Block Design (RBD) with 2 factors. The first factor was the provision of various kinds of biochar (B), viz: 1. without biochar (B0); 2. rice husk biochar 10 Mg ha⁻¹ (B1); 3. corncob biochar 10 Mg ha⁻¹ (B2); 4. cassava stem biochar 10 Mg ha⁻¹ (B3). The second factor was phosphorus fertilizer treatment, viz: 1. no P fertilizer (P0); 2. TSP fertilizer application of 335 kg ha⁻¹ (P1). Each treatment was repeated three times. The field research was conducted at the the Experimental Garden of the Natar Agricultural Technology Study Center (BPTP), South Lampung and the chemical analysis of soil and plants was carried out at the Laboratory of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Lampung. The results showed that the application of various types of biochar and fertilization was able to increase the availability of nutrients and uptake of N, P and C-Organic in the soil, but could not increase CEC and soil pH in sweet corn cultivation in Ultisol soil. There is a correlation or relationship between N-total and P-available soil with N, P absorbed in sweet corn cultivation in Ultisol soil.*

Keywords: *Biochar, Sweet corn, N transported, P transported, Ultisol.*

Abstrak. Salah satu kendala peningkatan produksi jagung manis yaitu rendahnya unsur hara N dan P di tanah Ultisol. Pemberian biochar dan pemupukan P menjadi alternatif dalam meningkatkan kesuburan tanah Ultisol. Penelitian lapangan dan laboratorium dilakukan untuk mengetahui pengaruh aplikasi Berbagai Jenis Biochar dan Pupuk P terhadap produksi, Hara N dan P pada Pertanaman Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata Sturt.*) terangkut di lahan

tanah Ultisol Natar Lampung Selatan. Percobaan ini disusun dengan menggunakan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) secara factorial dengan 2 faktor. Faktor pertama yaitu pemberian berbagai macam *biochar* (B), yang terdiri dari: B₀: tanpa biochar; B₁: biochar sekam padi 10 Mg ha⁻¹; B₂: biochar tongkol jagung 10 Mg ha⁻¹; B₃: biochar batang singkong 10 Mg ha⁻¹. Faktor kedua yaitu perlakuan pupuk fosfor (P), yang terdiri dari: P₀: tanpa pupuk P; P₁: pemberian pupuk TSP 335 kg ha⁻¹. Setiap perlakuan diulang tiga kali. Penelitian lapangan dilakukan Kebun Percobaan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Natar, Lampung Selatan dan analisis kimia tanah serta tanaman dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi berbagai jenis biochar dan pemupukan mampu meningkatkan ketersediaan hara dan serapan N, P dan C-Organik dalam tanah, namun tidak mampu meningkatkan KTK dan pH tanah pada pertanaman jagung manis di tanah Ultisol. Terdapat korelasi positif atau hubungan antara N-total dan P-tersedia tanah dengan N, P yang diserap pada pertanaman jagung manis di tanah Ultisol.

Kata kunci: Biochar, Jagung manis, N terangkut, P terangkut, Ultisol.

PENDAHULUAN

Tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata*) merupakan salah satu tanaman pangan yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Menurut data [Kementrian Pertanian \(2018\)](#), luas areal tanam jagung manis di Indonesia mencapai 440 ribu hektar, dan luasan areal tanam pada Provinsi Lampung sebesar 36 ribu hektar. Rata - rata produksi jagung manis di Indonesia mencapai 19,81 juta ton.

Produksi jagung manis saat ini belum mencukupi untuk kebutuhan dalam negeri. Jika dilihat dari data BPS 2018, terjadi peningkatan impor jangung manis di Indonesia sebesar 42,46% (dari 517,5 ribu ton menjadi 737,2 ribu ton pada tahun 2017). Salah satu faktor yang menjadi penyebab penurunan produksi jagung manis atau tanaman pangan lainnya yaitu karena tingkat kesuburan tanah yang menurun. Salah satu kendala dalam sektor pertanian di Lampung yaitu kondisi lahan yang di dominasi oleh tanah Ultisol dengan luasan mencapai 0,5 juta ha dan kebun percobaan BPTP Natar, Lampung Selatan memiliki jenis tanah Ultisol ([Mulyani dkk., 2003](#); [BPTP Lampung, 2009](#)). Tanah Ultisol mempunyai tingkat perkembangan yang cukup lanjut, yang dicirikan oleh penampang tanah yang dalam, kenaikan fraksi liat seiring dengan kedalaman tanah dan kejenuhan basa rendah. Ditinjau dari sifat kimia, Ultisol dicirikan dengan reaksi tanah (pH) yang asam disertai kandungan Al, Fe, dan Mn tinggi, adsorpsi P tinggi, kapasitas tukar kation (KTK) dan kandungan C-organik yang rendah serta ketersediaan unsur makro seperti N, P yang relatif rendah ([Kaya, 2009](#); [Yuwono, 2009](#)).

Tindakan alternatif yang dilakukan untuk memperbaiki tanah Ultisol adalah dengan pemberian pembenah tanah (biochar) dan pemupukan P. Menurut [Latuponu dkk. \(2012\)](#); [Agegnehu dkk., \(2017\)](#) pemberian biochar dapat meningkatkan pH tanah, KTK tanah secara efektif memfiksasi Al dan Fe, sehingga menurunkan Al-dd dan Fe-dd, akhirnya P tersedia meningkat, sehingga

meningkatkan produksi tanaman. Hal ini berkaitan dengan peran biochar yang dapat meningkatkan retensi hara dan aerasi (Githinji, 2014). Sujana dkk., (2014); Liang dkk., (2006) menyatakan bahwa biochar diketahui memiliki luas permukaan dan kepadatan muatan yang tinggi, kemudian gugus fungsional yang diperoleh dari biochar menimbulkan partikel-partikel penyusun biochar bermuatan negatif, sehingga memiliki kemampuan yang lebih besar dalam mengikat ion-ion. Biochar dapat meningkatkan ketersediaan kation basa seperti P sebagaimana halnya total konsentrasi N dalam tanah (Chen dkk., 2008; Lehmann dan Rondon 2006).

Hasil penelitian Niswati dkk., (2020) menunjukkan bahwa pemberian biochar batang singkong berpengaruh nyata terhadap ketersediaan hara N, P, K dan kadar C-organik dalam tanah. Berdasarkan penelitian Sitohang dan Utomo (2018) aplikasi biochar tongkol jagung meningkatkan N tanaman dibandingkan perlakuan kontrol. Sedangkan berdasarkan penelitian Mayendra dkk., (2019) pemberian biochar sekam padi mampu meningkatkan kadar P-tersedia dan C-organik tanah. Shiddieq dkk., (2012) menambahkan bahwa pemberian biochar meningkatkan kelarutan P pada tanah Ultisol, karena biochar yang diaplikasikan mampu melepas ikatan ion Al^{3+} dengan P.

Biochar sekam padi mengandung unsur karbon sebesar 30%, N 0,64%, P 0,6%, K 2,60% (Mateus, dkk. 2017), C-organik 15,42% dan C/N 36,22 (Herman dan Salamah, 2020). Biochar tongkol jagung mengandung karbon 71,62%, C-organik sebesar 70,25%, C/N 61,2%, N-total sebesar 1,2% (Sukmawati, 2020), P 0,18%, dan K 0,78% (Suhartarto dkk., 2019). Biochar batang singkong mengandung unsur N-total sebesar 0,84%, C-organik 31,28% (Niswati, dkk. 2020), karbon sebesar 40%, unsur P 0,21% dan K 0,94% (Islami, 2012).

Salah satu pengelolaan lain pada tanah Ultisol yang dapat dilakukan adalah pemberian pupuk P. Silahooy (2008) melaporkan bahwa pemupukan fosfor pada lahan kering masam berpengaruh nyata terhadap pH tanah. Ketersediaan P di tanah akan mempengaruhi serapan tanaman terhadap N dan P. Nitrogen akan meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan akar sehingga tanaman mampu menyerap P lebih efektif. Selain itu, unsur N merupakan penyusun utama enzim fosfatase yang terlibat dalam proses mineralisasi P di tanah serta dengan meningkatnya P-tersedia tanah dan memanjangnya akar tanaman maka terjadi kontak secara difusi antara pemberian pupuk P (Wang dkk., 2007; Horner, 2008). Minardi (2002) juga melaporkan bahwa P mampu meningkatkan proses fotosintesis. Kemudian Kaya (2009, 2012) menambahkan pupuk P mampu meningkatkan serapan-P disebabkan oleh adanya ketersediaan fosfor tanah yang meningkat akibat pemberian pupuk P. Kawulusan (1995) menyimpulkan bahwa pemberian pupuk P meningkatkan secara nyata serapan P dan N tanaman pada fase vegetatif. Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk mempelajari perubahan yang terjadi pada produksi, hara N dan P terangkut setelah pemberian berbagai jenis biochar dan pemupukan P pada pertanaman jagung manis (*Zea Mays Saccharata Sturt.*) di Lahan Tanah Ultisol Natar Lampung Selatan.

METODE PENELITIAN

Percobaan Lapang

Penelitian pertanaman jagung manis dilaksanakan di Kebun Percobaan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Natar, Lampung Selatan pada bulan Januari-Agustus 2021. Lahan yang digunakan pada penelitian ini berukuran 4 m x 3 m tiap petaknya dengan jarak antar petak 0,5 m, dan jarak antar ulangan 1 m. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama berupa pemberian berbagai macam *biochar* (B), yang terdiri dari yaitu: B₀: tanpa biochar; B₁: biochar sekam padi 10 Mg ha⁻¹; B₂: biochar tongkol jagung 10 Mg ha⁻¹; B₃: biochar batang singkong 10 Mg ha⁻¹. Faktor kedua yaitu perlakuan pupuk fosfor (P), yang terdiri dari: P₀: tanpa pupuk P; P₁: pemberian pupuk TSP 335 kg ha⁻¹. Berdasarkan kedua faktor perlakuan, maka diperoleh 8 kombinasi perlakuan (Tabel 1). Total satuan percobaan 3 x 2 x 3 sehingga diperoleh 24 satuan percobaan (petak).

Tabel 1. Kombinasi perlakuan pada penelitian

No	Kode	Keterangan
1	B ₀ P ₀	Biochar 0 Mg ha ⁻¹ + Pupuk TSP 0 kg ha ⁻¹
2	B ₁ P ₀	Biochar sekam padi 10 Mg ha ⁻¹ + Pupuk TSP 0 kg ha ⁻¹
3	B ₂ P ₀	Biochar tongkol jagung 10 Mg ha ⁻¹ + Pupuk TSP 0 kg ha ⁻¹
4	B ₃ P ₀	Biochar batang singkong 10 Mg ha ⁻¹ + Pupuk TSP 0 kg ha ⁻¹
5	B ₁ P ₁	Biochar 0 Mg ha ⁻¹ + Pupuk TSP 335 kg ha ⁻¹
6	B ₀ P ₁	Biochar sekam padi 10 Mg ha ⁻¹ + Pupuk TSP 335 kg ha ⁻¹
7	B ₂ P ₁	Biochar tongkol jagung 10 Mg ha ⁻¹ + Pupuk TSP 335 kg ha ⁻¹
8	B ₃ P ₁	Biochar batang singkong 10 Mg ha ⁻¹ + Pupuk TSP 335 kg ha ⁻¹

Analisis Tanah dan Tanaman di Laboratorium

Analisis tanah dan tanaman dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Parameter tanah yang diamati N-total tanah metode Kjeldahl, P-tersedia tanah metode Bray 1, pH H₂O tanah metode elektrometrik, C-organik tanah metode Walkey and Black, KTK tanah metode NH₄OAc. Data hasil analisis tanah ditetapkan dan disajikan secara deskriptif berdasarkan kriteria penentuan status kesuburan tanah (Balai Penelitian Tanah, 2009). Parameter tanaman yang diamati yaitu serapan N tanaman metode Kjeldahl, serapan P tanaman metode pengabuan kering, C terpanen tanaman metode Walkey and Black, tinggi tanaman, dan bobot brangkas, kelobot, tongkol dan biji kering (Thom dan Utomo, 1991). Data analisis tanaman diuji secara statistika menggunakan analisis ragam taraf 5 % dan 1 % dan Uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) menggunakan Software Ms. Excel 2019.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Berbagai Jenis *Biochar*

Biochar yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan tiga jenis bahan yang berbeda yaitu sekam padi, tongkol jagung, dan batang singkong. Pada Tabel 2 dapat di lihat parameter pengukuran karakteristik *biochar* terdiri dari kadar air, pH, karbon, N-total, dan C/N rasio.

Tabel 2. Karakteristik berbagai jenis *biochar*

Parameter Pengukuran	<i>Biochar</i> Sekam Padi	<i>Biochar</i> Tongkol Jagung	<i>Biochar</i> Batang Singkong
Kadar air (%)	8,70	14,28	10,00
pH	6,92	9,39	10,16
Carbon (%)	29,38	54,58	58,53
N-total (%)	0,28	0,66	0,52
C/N	104,93	82,70	112,56

Menurut Nurida dkk., (2015), *biochar* memiliki nilai pH dan karbon tinggi, sehingga *biochar* cocok disebut sebagai pembenah tanah untuk meningkatkan kandungan karbon tanah. *Biochar* bisa berfungsi dengan baik sebagai pembenah tanah apabila karbon yang dimiliki yaitu minimal sebesar 20%. Dari data tersebut maka *biochar* yang telah dibuat memiliki kriteria ini karena mengandung karbon lebih dari 20%.

Sifat Kimia Tanah Ultisol BPTP Natar Sebelum dan Setelah Pertanaman Jagung Manis

Hasil analisis kimia tanah awal sebelum dilakukan penanaman dan sebelum aplikasi dapat di lihat pada Tabel 3. Tanah Ultisol BPTP Natar memiliki pH tanah yang masam dan ketersediaan unsur hara di dalam tanah seperti P-tersedia dan N-total tanah tergolong sangat rendah, C-organik rendah serta KTK tanah tergolong sangat rendah.

Tabel 3. Sifat kimia tanah Ultisol BPTP Natar sebelum panen

Parameter Tanah	Nilai	Kriteria*
pH (H ₂ O)	5,17	Masam
N-total (%)	0,05	Sangat Rendah
P ₂ O ₅ Bray (ppm)	8,14	Sangat Rendah
C-organik (%)	1,36	Rendah
KTK (cmol kg ⁻¹)	2,60	Sangat Rendah

Keterangan : *(Pusat Penelitian Tanah, 1995).

Hasil analisis kimia tanah setelah pertanaman jagung manis disajikan pada Tabel 4. Tabel 34 menunjukkan bahwa aplikasi berbagai jenis *biochar* dan pupuk P tidak mempengaruhi pH tanah (pH H₂O). Kemasaman tanah awal dikategorikan masam dan pH tanah setelah panen menunjukkan kategori yang

sama. Hal ini diduga banyaknya pencucian basa-basa dan rendahnya kandungan bahan organik. Menurut [Damanik dkk. \(2011\)](#) bahwa meningkatnya kemasaman tanah dapat disebabkan oleh beberapa hal diantaranya pencucian kation-kation basa yang digantikan H⁺ dan Al⁺.

Perlakuan aplikasi berbagai jenis *biochar* dan pupuk P mampu meningkatkan kandungan N-total tanah terutama pada perlakuan B2P1 dan B3P1 yang tergolong sedang. Hal ini sejalan dengan penelitian [Listyarini dan Prabowo \(2020\)](#) bahwa pengaruh *biochar* tongkol jagung mampu meningkatkan kandungan N-total dalam tanah dibandingkan perlakuan kontrol. Lebih lanjut menurut [Stevenson dan Cole \(2009\)](#) menyatakan bahwa peningkatan N ini berasal dari adanya peningkatan bahan organik dengan pemberian *biochar* dan dari perkembangan mikroba tanah. Kemudian perlakuan *biochar* batang singkong dapat meningkatkan N-total dalam tanah. Peningkatan N-total tersebut disebabkan oleh penambahan *biochar* batang singkong dengan dosis 5 Mg ha⁻¹ nyata meningkatkan kandungan N-total tanah karena *biochar* batang singkong diketahui memiliki kandungan N-total sebesar 0,52 %. Hal ini didukung oleh hasil penelitian [Sirait dkk. \(2020\)](#) bahwa kandungan N-total pada *biochar* batang singkong sangat tinggi yaitu sebesar 0,84%.

Tabel 4. Pengaruh berbagai jenis *biochar* dan pupuk P terhadap sifat kimia tanah pada pertanaman jagung manis

Jenis Analisis	Perlakuan							
	B0P0	B1P0	B2P0	B3P0	B0P1	B1P1	B2P1	B3P1
pH (H ₂ O)	5,11 ^M	4,94 ^M	4,82 ^M	5,22 ^M	5,18 ^M	4,87 ^M	5,32 ^M	5,44 ^M
N-Total (%)	0,08 ^{SR}	0,13 ^R	0,20 ^R	0,20 ^R	0,16 ^R	0,18 ^R	0,24 ^S	0,25 ^S
C-Org (%)	1,41 ^R	1,91 ^R	1,74 ^R	1,88 ^R	1,85 ^R	1,75 ^R	1,86 ^R	1,95 ^R
KTK (cmol kg ⁻¹)	3,52 ^{SR}	3,87 ^{SR}	3,73 ^{SR}	4,29 ^{SR}	4,24 ^{SR}	4,45 ^{SR}	3,6 ^{SR}	3,73 ^{SR}
P-Tersedia (ppm)	9,71 ^R	23,11 ^S	22,99 ^S	24,49 ^S	43,08 ST	40,39 ST	33,12 ^T	27,82 ^T

Keterangan: B0 (Tanpa *biochar*); B1 (*Biochar* sekam padi 10 Mg ha⁻¹); B2 (*Biochar* tongkol jagung 10 Mg ha⁻¹); B3 (*Biochar* batang singkong 10 Mg ha⁻¹); P0 (Tanpa pupuk P); P1 (Dengan pupuk TSP 335 kg ha⁻¹). Angka yang diikuti huruf menyatakan ST=sangat tinggi; T=tinggi; S=sedang; R=rendah; SR=sangat rendah; M=masam (Pusat Penelitian Tanah, 1995).

C-organik tanah sebelum panen tergolong rendah. Hasil analisis setelah panen menunjukkan perlakuan berbagai jenis *biochar* dan pupuk P meningkatkan C-organik namun tidak sampai pada kategori sedang. Hal ini sejalan dengan [Putri dkk. \(2017\)](#) yang melaporkan pemberian *biochar* mampu meningkatkan C-organik dalam tanah karena *biochar* dapat mengikat C-organik di tanah sehingga tetap stabil dan tidak mudah terdekomposisi oleh mikroorganisme. [Hammes dan Schmidt \(2009\)](#) juga menyatakan gugus fungsional dipermukaan *biochar* dapat menjerap C-organik yang ada di dalam tanah.

Pengaruh perlakuan berbagai jenis *biochar* dan pupuk P tidak menunjukkan perbedaan terhadap KTK tanah. KTK awal dikategorikan sangat rendah dan KTK setelah panen menunjukkan kategori yang sama. Hal ini sejalan dengan hasil

penelitian [Prasetyo dan Suriadikarta \(2006\)](#); [Hermawan \(2014\)](#) bahwa tanah Ultisol memiliki KTK $<16 \text{ cmol kg}^{-1}$, hal ini terjadi karena tanah Ultisol mengalami pelapukan yang tinggi.

Sebelum panen, P-tersedia tanah tergolong sangat rendah. Setelah panen, perlakuan berbagai jenis *biochar* dan pupuk P mampu meningkatkan kandungan P-tersedia tanah dalam kategori sedang, tinggi dan sangat tinggi. Hal ini menandakan bahwa aplikasi berbagai jenis *biochar* dan pupuk P mampu meningkatkan kandungan P-tersedia tanah. Menurut [Minardi dkk., \(2011\)](#) pemberian pupuk P berpengaruh sangat nyata terhadap peningkatan ketersediaan P tersedia tanah. Hal ini terjadi karena penambahan pupuk P yang mudah tersedia dan peningkatan ketersediaan P juga disebabkan oleh kemampuan *biochar* dalam meretensi hara sehingga tidak mudah hanyut terbawa air dan akan lebih tersedia di tanah ([Hale dkk., 2013](#)).

Pengaruh Berbagai Jenis *Biochar* dan Pupuk P terhadap Tinggi Tanaman Jagung Manis

Tabel 5 menunjukkan bahwa perlakuan *biochar* tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Namun, tinggi tanaman jagung manis pada perlakuan pemberian pupuk P (Pupuk TSP 335 kg ha^{-1}) nyata lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pupuk P. Hal ini sejalan dengan penelitian [Solihin dkk., \(2019\)](#) yang menunjukkan bahwa perlakuan pupuk P berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman jagung manis. Ketersediaan fosfor dalam tanah akan memperbaiki pertumbuhan akar yang akan berpengaruh kepada seluruh performa pertumbuhan tanaman, termasuk tinggi tanaman.

Tabel 5. Pengaruh berbagai jenis biochar dan pupuk P terhadap tinggi tanaman jagung manis pada 7 minggu setelah tanam.

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)
B0 (Tanpa <i>biochar</i>)	164.88
B1 (<i>Biochar</i> sekam padi 10 Mg ha^{-1})	156.18
B2 (<i>Biochar</i> tongkol jagung 10 Mg ha^{-1})	162.07
B3 (<i>Biochar</i> batang singkong 10 Mg ha^{-1})	169.53
Uji F	tn
Uji BNT 5%	24.85
P0 (Tanpa pupuk P)	151.32 a
P1 (Dengan pupuk TSP 335 kg ha^{-1})	175.01 b
Uji F	*
Uji BNT 5%	17.58

Keterangan : * = nyata pada taraf 5%; kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Pengaruh Berbagai Jenis *Biochar* dan Pupuk P terhadap Berat Kering Tanaman Jagung Manis

Pengaruh berbagai jenis *biochar* dan pemupukan P terhadap berat kering tanaman jagung manis disajikan pada Tabel 5. Tabel 5 menunjukkan berat kering biji tertinggi terdapat pada pemberian B1 sebesar $2,30 \text{ Mg ha}^{-1}$, namun tidak

berbeda nyata dengan perlakuan B2 dan B3. Sementara perlakuan pemberian pupuk nyata lebih tinggi menghasilkan berat kering tanaman dibandingkan tanpa pemupukan. Berat pada brangkasan, kelobot, tongkol, dan biji terdapat pada perlakuan P1 lebih tinggi dibandingkan perlakuan P0. Hal ini juga menunjukkan bahwa perlakuan pemberian pupuk P menghasilkan peningkatan yang signifikan terhadap berat kering tanaman.

Pemupukan P pada tanah ultisol akan meningkatkan ketersediaan unsur P yang jumlahnya cukup untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang optimum. Kaidah minimum "*The Limiting Factor*", menyebutkan pertumbuhan tanaman ditentukan oleh faktor (unsur hara) yang paling minimum (Marschner, 1986). Hal lain tersebut disebabkan karena pupuk anorganik yang diberikan memiliki kandungan unsur hara N, P, dan K yang tinggi, sedangkan bahan organik memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro yang rendah (Hardjowigeno, 2007).

Tabel 6. Pengaruh berbagai jenis *biochar* dan pupuk P terhadap berat kering tanaman jagung manis

Perlakuan	Berat Kering (Mg ha ⁻¹)			
	Brangkasan	Kelobot	Tongkol	Biji
B0 (Tanpa <i>biochar</i>)	3,89	1,39	0,88	1,67 a
B1 (<i>Biochar</i> sekam padi 10 Mg ha ⁻¹)	4,10	1,54	1,06	2,30 b
B2 (<i>Biochar</i> tongkol jagung 10 Mg ha ⁻¹)	4,20	1,39	0,96	2,09 b
B3 (<i>Biochar</i> batang singkong 10 Mg ha ⁻¹)	4,98	1,44	0,99	1,98 ab
Uji F	tn	tn	tn	*
Uji BNT 5%	0,86	0,13	0,12	0,40
P0 (Tanpa pupuk P)	3,8 a	1,29 a	0,83 a	1,62 a
P1 (Dengan pupuk TSP 335 kg ha ⁻¹)	4,70 b	1,59 b	1,11 b	2,40 b
Uji F	*	*	*	**
Uji BNT 5%	0,61	0,09	0,08	0,56

Keterangan : * = nyata pada taraf 5%; ** = sangat nyata pada taraf 1%; kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Pengaruh Berbagai Jenis *Biochar* dan Pupuk P terhadap Produksi Tanaman Jagung Manis

Pengaruh berbagai jenis *biochar* dan pemupukan P terhadap produksi tanaman jagung manis disajikan pada Tabel 7. Perlakuan *biochar* tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap bobot jagung dengan dan tanpa kelobot. Namun, bobot jagung berkelobot dan tanpa kelobot pada perlakuan P1 nyata menghasilkan berat kering lebih tinggi dibandingkan perlakuan tanpa pupuk. Hal ini diduga karena adanya penambahan pupuk maka ketersediaan hara di dalam tanah juga ikut meningkat dan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman jagung. Frobel dkk., (2013) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pemberian pupuk organik dan anorganik dapat meningkatkan produksi tanaman jagung baik dengan kelobot dan tanpa kelobot.

Tabel 7. Pengaruh berbagai jenis *biochar* dan pupuk P terhadap produksi tanaman jagung manis

Perlakuan	Bobot Jagung (Mg ha ⁻¹)	
	Berkelobot	Tanpa Kelobot
B0 (Tanpa <i>biochar</i>)	13,39	9,58
B1 (<i>Biochar</i> sekam padi 10 Mg ha ⁻¹)	15,84	14,47
B2 (<i>Biochar</i> tongkol jagung 10 Mg ha ⁻¹)	13,12	10,51
B3 (<i>Biochar</i> batang singkong 10 Mg ha ⁻¹)	15,64	12,30
Uji F	tn	tn
Uji BNT 5%	2,90	3,58
P0 (Tanpa pupuk P)	11,45 a	10,23 a
P1 (Dengan pupuk TSP 335 kg ha ⁻¹)	17,55 b	13,20 b
Uji F	*	*
Uji BNT 5%	2,05	2,53

Keterangan : * = nyata pada taraf 5%; ** = sangat nyata pada taraf 5%; kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Pengaruh Berbagai Jenis *Biochar* dan Pupuk P terhadap N terangkut Tanaman Jagung Manis

Pengaruh interaksi berbagai jenis *biochar* dan pemupukan P terhadap N terangkut tanaman jagung manis disajikan pada Tabel 8, 9, 10 dan 11. Berdasarkan hasil uji BNT pada Tabel 8 menunjukkan bahwa perlakuan P0, perlakuan B1 nyata paling tinggi menghasilkan N terangkut brangkasan dibandingkan perlakuan B0 dan B3, namun perlakuan B1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan B2.

Tabel 8. Pengaruh interaksi berbagai jenis *biochar* dan pupuk P terhadap N terangkut brangkasan tanaman jagung manis

Perlakuan	P0 (Tanpa pupuk)	P1 (Dengan pupuk TSP 335 kg ha ⁻¹)
	N terangkut Brangkasan (kg ha ⁻¹)	
B0 (Tanpa <i>biochar</i>)	2,84 a A	4,96 b A
B1 (<i>Biochar</i> sekam padi 10 Mg ha ⁻¹)	5,62 a B	7,76 b B
B2 (<i>Biochar</i> tongkol jagung 10 Mg ha ⁻¹)	5,05 a B	8,54 b C
B3 (<i>Biochar</i> batang singkong 10 Mg ha ⁻¹)	3,09 a A	8,55 b C
BNT 5%	0,76	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji BNT taraf 5%. Huruf kecil dibaca secara horizontal dan huruf kapital dibaca secara vertikal.

Kemudian pada perlakuan P1, perlakuan B3 nyata lebih tinggi menghasilkan N terangkut brangkasan dibandingkan perlakuan B0 dan B1, namun perlakuan B3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan B2. Pada kombinasi perlakuan B0, B1, B2 dan B3 dengan pupuk nyata menghasilkan N terangkut brangkasan dibandingkan perlakuan tanpa pupuk. Hal ini sejalan dengan

penelitian Putri dkk., (2017) bahwa pemberian *biochar* sekam padi meningkatkan N terangkut tanaman jagung manis. Peningkatan N terangkut brangkasan tersebut dipengaruhi oleh unsur hara N di dalam tanah yang meningkat setelah aplikasi *biochar*, diketahui hasil pada Tabel 9 pengaruh paling besar adalah *biochar* sekam padi. Pada *biochar* sekam padi mengandung unsur N 0,64% dan memiliki luas permukaan yang tinggi (Mateus, dkk. 2017).

Kemudian pupuk P juga berperan dalam peningkatan N terangkut brangkasan, karena ketersediaan P di tanah akan mempengaruhi serapan tanaman terhadap N. Nitrogen akan meningkatkan perkembangan akar sehingga tanaman mampu menyerap P lebih efektif dan selain itu N juga merupakan penyusun utama enzim fosfatase yang terlibat dalam proses mineralisasi P di tanah (Wang dkk., 2007; Horner, 2008).

Tabel 9. Pengaruh interaksi berbagai jenis *biochar* dan pupuk P terhadap N terangkut kelobot tanaman jagung manis

Perlakuan	P0 (Tanpa pupuk P)	P1 (Dengan pupuk TSP 335 kg ha ⁻¹)
	N terangkut Kelobot (kg ha ⁻¹)	
B0 (Tanpa <i>biochar</i>)	1,39 a A	2,32 b A
B1 (<i>Biochar</i> sekam padi 10 Mg ha ⁻¹)	3,53 a C	5,40 b D
B2 (<i>Biochar</i> tongkol jagung 10 Mg ha ⁻¹)	2,07 a B	3,20 b B
B3 (<i>Biochar</i> batang singkong 10 Mg ha ⁻¹)	2,17 a B	4,08 b C
BNT 5%		0,48

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji BNT taraf 5%. Huruf kecil dibaca secara horizontal dan huruf kapital dibaca secara vertikal.

Berdasarkan hasil uji BNT, Tabel 9 menunjukkan bahwa pada perlakuan P0, perlakuan B1 nyata lebih tinggi menghasilkan N terangkut kelobot dibandingkan perlakuan lainnya. Kemudian pada perlakuan P1, perlakuan B1 nyata paling tinggi menghasilkan N terangkut kelobot dibandingkan perlakuan lainnya. Pada perlakuan kombinasi B0, B1, B2 dan B3 dengan pupuk TSP nyata lebih tinggi menghasilkan N terangkut kelobot dibandingkan perlakuan tanpa pupuk. Hal ini sejalan dengan penelitian Abel dkk., (2021) bahwa aplikasi sekam padi mampu meningkatkan N terangkut tanaman jagung, karena sekam padi memiliki luas permukaan yang tinggi, sehingga mampu menahan unsur N dalam tanah.

Interaksi aplikasi berbagai jenis *biochar* dan pupuk P tidak berpengaruh nyata terhadap N terangkut tongkol tanaman jagung manis. Tabel 10 menunjukkan N terangkut tongkol pada perlakuan B3 nyata paling tinggi menghasilkan N terangkut tongkol dibandingkan perlakuan B0 dan B1 namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan B2.

Tabel 10. Pengaruh berbagai jenis *biochar* dan pupuk P terhadap N terangkut tongkol tanaman jagung manis

Perlakuan	N terangkut Tongkol (kg ha ⁻¹)
B0 (Tanpa <i>biochar</i>)	2,30 b
B1 (<i>Biochar</i> sekam padi 10 Mg ha ⁻¹)	0,67 a
B2 (<i>Biochar</i> tongkol jagung 10 Mg ha ⁻¹)	2,47 bc
B3 (<i>Biochar</i> batang singkong 10 Mg ha ⁻¹)	2,61 c
Uji F	**
Uji BNT 5%	0,29
P0 (Tanpa pupuk P)	1,60 a
P1 (Dengan pupuk TSP 335 kg ha ⁻¹)	2,42 b
Uji F	**
Uji BNT 5%	0,21

Keterangan: * = nyata pada taraf 5%; ** = sangat nyata pada taraf 5%; kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

N terangkut tongkol pada perlakuan P1 nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan P0. Hal ini dikarenakan permukaan oksida pada *biochar* juga efektif menyerap NH⁴⁺ dan NO₃, sehingga dapat berpotensi mengurangi kerugian N akibat pencucian (Putri dkk., 2017).

Tabel 11. Pengaruh berbagai jenis *biochar* dan pupuk P terhadap N terangkut biji tanaman jagung manis

Perlakuan	P0 (Tanpa pupuk P)	P1 (Dengan pupuk TSP 335 kg ha ⁻¹)
	Biji (kg ha ⁻¹)	
B0 (Tanpa <i>biochar</i>)	2,17 a B	2,19 a C
B1 (<i>Biochar</i> sekam padi 10 Mg ha ⁻¹)	2,36 b B	1,11 a A
B2 (<i>Biochar</i> tongkol jagung 10 Mg ha ⁻¹)	1,13 a A	1,77 b B
B3 (<i>Biochar</i> batang singkong 10 Mg ha ⁻¹)	2,69 b C	1,31 a A
BNT 5%	0,3	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji BNT taraf 5%. Huruf kecil dibaca secara horizontal dan huruf kapital dibaca secara vertikal.

Berdasarkan hasil uji BNT, Tabel 11 menunjukkan bahwa pada perlakuan P0, perlakuan B3 nyata paling tinggi menghasilkan N terangkut biji dibandingkan perlakuan lainnya. Kemudian pada perlakuan P1, perlakuan B0 nyata paling tinggi menghasilkan N terangkut biji. Pada kombinasi perlakuan *biochar* dengan pupuk, kombinasi perlakuan B1 dan B3 dengan P1 tidak nyata meningkatkan N terangkut biji dibandingkan perlakuan tanpa pupuk. Namun, perlakuan B0 dan B2 nyata meningkatkan N terangkut biji. Hal ini sejalan dengan penelitian Aswiguna (2019) bahwa pemberian *biochar* batang singkong dan pemupukan P mampu meningkatkan kadar N tanaman jagung manis dibandingkan tanpa perlakuan. Hal ini dikarenakan pemberian *biochar* dapat mengurangi dampak dari pencucian N (Nguyen dkk., 2017).

Pengaruh Berbagai Jenis *Biochar* dan Pupuk P terhadap P terangkut Tanaman Jagung Manis

Pengaruh interaksi berbagai jenis *biochar* dan pemupukan P terhadap P terangkut tanaman jagung manis disajikan pada Tabel 12, 13, 14 dan 15.

Tabel 12. Pengaruh interaksi berbagai jenis *biochar* dan pupuk P terhadap P terangkut brangkasan tanaman jagung manis

Perlakuan	P0 (Tanpa pupuk P)	P1 (Dengan pupuk TSP 335 kg ha ⁻¹)
	P terangkut Brangkasan (kg ha ⁻¹)	
B0 (Tanpa <i>biochar</i>)	22,16 a A	28,33 a A
B1 (<i>Biochar</i> sekam padi 10 Mg ha ⁻¹)	22,20 a A	39,14 b BC
B2 (<i>Biochar</i> tongkol jagung 10 Mg ha ⁻¹)	35,72 a B	45,98 b C
B3 (<i>Biochar</i> batang singkong 10 Mg ha ⁻¹)	40,12 a B	36,45 a AB
BNT 5%		9,35

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji BNT taraf 5%. Huruf kecil dibaca secara horizontal dan huruf kapital dibaca secara vertikal.

Berdasarkan hasil uji BNT, Tabel 12 menunjukkan bahwa pada perlakuan P0, perlakuan B3 nyata paling tinggi menghasilkan P terangkut brangkasan, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan B2. Kemudian pada perlakuan P1, perlakuan B2 nyata paling tinggi meningkatkan P terangkut brangkasan, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan B1. Pada perlakuan kombinasi *biochar* dengan pupuk, kombinasi perlakuan B1 dengan perlakuan P1 nyata lebih tinggi menghasilkan P terangkut brangkasan dibandingkan perlakuan tanpa pupuk. Hal ini menandakan bahwa pemberian *biochar* batang singkong mampu meningkatkan kadar P tanaman jagung manis, dikarenakan permukaan *biochar* yang terdapat gugus fungsional, yang dapat menghilangkan efek khelat sehingga membebaskan unsur hara P yang terfiksasi dan kelarutan P di tanah meningkat (Solfianti dkk., 2021).

Berdasarkan hasil uji BNT, Tabel 13 menunjukkan bahwa pada perlakuan P0, perlakuan B2 menghasilkan P terangkut kelobot tertinggi tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan B0 dan B1. Kemudian pada perlakuan P1, perlakuan B1 nyata paling tinggi menghasilkan P terangkut kelobot dibandingkan perlakuan lainnya. Pada perlakuan kombinasi *biochar* dan pupuk, kombinasi perlakuan B1 dan B3 dengan perlakuan dengan P1 nyata menghasilkan P terangkut kelobot dibandingkan perlakuan tanpa pupuk. Hal ini sejalan dengan penelitian Melati dkk., (2020) melaporkan bahwa pemberian *biochar* sekam padi bersama pupuk P menyebabkan penyerapan pupuk lebih baik bila dibandingkan tanpa pemberian *biochar* dalam meningkatkan P terangkut tanaman jagung.

Tabel 13. Pengaruh interaksi berbagai jenis *biochar* dan pupuk P terhadap P terangkut kelobot tanaman jagung manis

Perlakuan	P0 (Tanpa pupuk P)	P1 (Dengan pupuk TSP 335 kg ha ⁻¹)
	P terangkut Kelobot (kg ha ⁻¹)	
B0 (Tanpa <i>biochar</i>)	9,70 a B	8,63 a A
B1 (<i>Biochar</i> sekam padi 10 Mg ha ⁻¹)	9,48 a B	13,73 b C
B2 (<i>Biochar</i> tongkol jagung 10 Mg ha ⁻¹)	9,79 a B	8,52 a A
B3 (<i>Biochar</i> batang singkong 10 Mg ha ⁻¹)	7,31 a A	12,17 b B
BNT 5%		1,42

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji BNT taraf 5%. Huruf kecil dibaca secara horizontal dan huruf kapital dibaca secara vertikal.

Tabel 14. Pengaruh interaksi berbagai jenis *biochar* dan pupuk P terhadap P terangkut tongkol tanaman jagung manis

Perlakuan	P0 (Tanpa pupuk P)	P1 (Dengan pupuk TSP 335 kg ha ⁻¹)
	P terangkut Tongkol (kg ha ⁻¹)	
B0 (Tanpa <i>biochar</i>)	6,32 a AB	7,56 a A
B1 (<i>Biochar</i> sekam padi 10 Mg ha ⁻¹)	7,93 a C	8,48 a AB
B2 (<i>Biochar</i> tongkol jagung 10 Mg ha ⁻¹)	5,46 a A	9,98 b B
B3 (<i>Biochar</i> batang singkong 10 Mg ha ⁻¹)	7,26 a BC	8,32 a A
BNT 5%		1,56

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji BNT taraf 5%. Huruf kecil dibaca secara horizontal dan huruf kapital dibaca secara vertikal.

Berdasarkan hasil uji BNT, Tabel 14 menunjukkan bahwa pada perlakuan P0, perlakuan B1 nyata paling tinggi menghasilkan P terangkut tongkol dibandingkan perlakuan B0 dan B2, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan B3. Kemudian pada perlakuan P1, perlakuan B2 nyata paling tinggi menghasilkan P terangkut tongkol dibandingkan perlakuan B0 dan B3, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan B1. Hal ini sejalan dengan penelitian [Eduah dkk., \(2019\)](#) menunjukkan bahwa pemberian *biochar* sekam padi pada tanah masam dapat membuat P lebih tersedia untuk diserap tanaman. Pada perlakuan *biochar*, kombinasi perlakuan B2 dengan perlakuan dengan P1 nyata meningkatkan P terangkut kelobot dibandingkan perlakuan tanpa pupuk. Namun, kombinasi perlakuan B0, B1, dan B3 dengan pupuk tidak berbeda nyata meningkatkan P terangkut tongkol dibandingkan perlakuan tanpa pupuk.

Tabel 15. Pengaruh interaksi berbagai jenis *biochar* dan pupuk P terhadap P terangkut biji tanaman jagung manis

Perlakuan	P0 (Tanpa pupuk P)	P1 (Dengan pupuk TSP 335 kg ha ⁻¹)
	P terangkut Biji (kg ha ⁻¹)	
B0 (Tanpa <i>biochar</i>)	24,49 a A	57,16 b AB
B1 (<i>Biochar</i> sekam padi 10 Mg ha ⁻¹)	36,35 a AB	70,73 b C
B2 (<i>Biochar</i> tongkol jagung 10 Mg ha ⁻¹)	29,98 a AB	59,71 b BC
B3 (<i>Biochar</i> batang singkong 10 Mg ha ⁻¹)	40,02 a B	45,33 b A
BNT 5%		12,48

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji BNT taraf 5%. Huruf kecil dibaca secara horizontal dan huruf kapital dibaca secara vertikal.

Berdasarkan hasil uji BNT, Tabel 15 menunjukkan bahwa pada perlakuan P0, perlakuan B3 nyata paling tinggi meningkatkan P terangkut biji dibandingkan perlakuan B0, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan B1 dan B2. Kemudian pada perlakuan P1, perlakuan B1 nyata paling tinggi meningkatkan P terangkut biji dibandingkan perlakuan lainnya. Pada perlakuan *biochar*, kombinasi perlakuan B0, B1, B2 dan B3 dengan perlakuan dengan P1 nyata menghasilkan P terangkut biji dibandingkan perlakuan tanpa pupuk. Hal ini sejalan dengan penelitian [Endita dkk., \(2016\)](#) bahwa setelah pemberian pupuk P dan *biochar* sekam padi, tanah menyerap P yang dilepaskan oleh *biochar* dan sebagian besar P yang disuplai dengan pupuk dapat ditahan di tanah, sehingga dapat meningkatkan P terangkut pada tanaman jagung.

Pengaruh Berbagai Jenis *Biochar* dan Pupuk P terhadap C terpanen Tanaman Jagung Manis

Pengaruh interaksi berbagai jenis *biochar* dan pemupukan P terhadap P terangkut tanaman jagung manis disajikan pada Tabel 16, 17, 18 dan 19. Berdasarkan hasil uji BNT, Tabel 16 menunjukkan bahwa pada perlakuan P0, perlakuan B1 nyata paling tinggi menghasilkan C terpanen brangkasan dibandingkan perlakuan B0 dan B2, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan B3. Kemudian pada perlakuan P1, perlakuan B3 nyata paling tinggi meningkatkan C terpanen brangkasan dibandingkan perlakuan lainnya.

Pada perlakuan kombinasi *biochar* dengan pupuk, kombinasi perlakuan B3 dengan P1 nyata lebih tinggi menghasilkan C terpanen brangkasan dibandingkan perlakuan tanpa pupuk. Tingginya karbon terangkut pada brangkasan sejalan dengan berat kering tanaman. Brangkasan merupakan tempat menampung sebagian hasil fotosintesis daun oleh tanaman pada fase vegetatif ([Roja, 2009](#)).

Tabel 16. Pengaruh interaksi berbagai jenis *biochar* dan pupuk P terhadap C terpanen brangkasan tanaman jagung manis

Perlakuan	P0 (Tanpa pupuk P)	P1 (Dengan pupuk TSP 335 kg ha ⁻¹)
	C terpanen Brangkasan (kg ha ⁻¹)	
B0 (Tanpa <i>biochar</i>)	453,68 a A	1105,49 b B
B1 (<i>Biochar</i> sekam padi 10 Mg ha ⁻¹)	1044,81 a B	1071,58 a B
B2 (<i>Biochar</i> tongkol jagung 10 Mg ha ⁻¹)	255,74 a A	216,76 a A
B3 (<i>Biochar</i> batang singkong 10 Mg ha ⁻¹)	939,07 a B	1539,12 b C
BNT 5%		253,13

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji BNT taraf 5%. Huruf kecil dibaca secara horizontal dan huruf kapital dibaca secara vertikal.

Tabel 17. Pengaruh berbagai jenis *biochar* dan pupuk P terhadap C terpanen kelobot tanaman jagung manis

Perlakuan	C terpanen Kelobot (kg ha ⁻¹)
B0 (Tanpa <i>biochar</i>)	472,66 a
B1 (<i>Biochar</i> sekam padi 10 Mg ha ⁻¹)	661,40 c
B2 (<i>Biochar</i> tongkol jagung 10 Mg ha ⁻¹)	455,42 a
B3 (<i>Biochar</i> batang singkong 10 Mg ha ⁻¹)	600,31 b
Uji F	**
Uji BNT 5%	60,41
P0 (Tanpa pupuk P)	542,62
P1 (Dengan pupuk TSP 335 kg ha ⁻¹)	552,27
Uji F	tn
Uji BNT 5%	42,72

Keterangan: * = nyata pada taraf 5%; ** = sangat nyata pada taraf 5%; kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Interaksi aplikasi berbagai jenis *biochar* dan pupuk P tidak berpengaruh nyata terhadap C terpanen kelobot tanaman jagung manis. Tabel 17 menunjukkan C terpanen kelobot pada perlakuan B1 berbeda nyata paling tinggi dari perlakuan lainnya. Sementara itu, perlakuan pupuk P tidak berpengaruh nyata terhadap C terpanen kelobot.

Berdasarkan hasil uji BNT, Tabel 18 menunjukkan bahwa pada perlakuan P0, perlakuan B2 nyata paling tinggi menghasilkan C terpanen tongkol dibandingkan perlakuan B0 dan B1, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan B3. Kemudian pada perlakuan P1, perlakuan B3 nyata paling tinggi menghasilkan C terpanen tongkol, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan B1. Pada perlakuan kombinasi perlakuan B0, B1 dan B3 dengan perlakuan P1 nyata menghasilkan C terpanen tongkol dibandingkan perlakuan tanpa pupuk. Nilai karbon tertinggi yang terangkut pada tongkol terdapat pada perlakuan kombinasi *biochar* batang singkong dengan pemupukan P tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Tabel 18. Pengaruh interaksi berbagai jenis *biochar* dan pupuk P terhadap C terpanen tongkol tanaman jagung manis

Perlakuan	P0 (Tanpa pupuk P)	P1 (Dengan pupuk TSP 335 kg ha ⁻¹)
	C terpanen Tongkol (kg ha ⁻¹)	
B0 (Tanpa <i>biochar</i>)	236,40 a A	379,58 b B
B1 (<i>Biochar</i> sekam padi 10 Mg ha ⁻¹)	279,10 a AB	445,93 b BC
B2 (<i>Biochar</i> tongkol jagung 10 Mg ha ⁻¹)	375,27 b C	286,70 a A
B3 (<i>Biochar</i> batang singkong 10 Mg ha ⁻¹)	308,39 a BC	454,37 b C
BNT 5%		69,76

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji BNT taraf 5%. Huruf kecil dibaca secara horizontal dan huruf kapital dibaca secara vertikal.

Tingginya karbon terangkut pada tongkol sejalan dengan berat kering tanaman. Karbon berperan penting dalam pembentukan bahan organik, sehingga 47% dari bobot kering tanaman adalah karbon (Utomo dkk., 2016). Hasil fotosintesis yang ditransfer ke berbagai jaringan tanaman yang kemudian sebagian digunakan untuk pemeliharaan integritas jaringan tersebut, sebagian lagi dikonversi ke bahan struktur tanaman dan sisanya sebagai cadangan makanan (Harini, 1993; Roja, 2009).

Interaksi aplikasi berbagai jenis *biochar* dan pupuk P tidak berpengaruh nyata terhadap C terpanen biji tanaman jagung manis. Tabel 19 menunjukkan bahwa perlakuan *biochar* tidak berpengaruh nyata terhadap C terpanen biji. Namun demikian, C terpanen biji jagung manis pada perlakuan pemberian pupuk P (TSP 335 kg ha⁻¹) nyata lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pupuk P. Hal ini terjadi karena biji tanaman jagung dipengaruhi oleh fotosintesis. Minardi (2002) melaporkan bahwa pupuk P mampu meningkatkan proses fotosintesis. Fotosintesis akan meningkat apabila penyerapan energi sinar matahari berlangsung dengan maksimal, sehingga produksi biji dalam jagung juga akan meningkat dan beratnya bertambah (Wardani, 2009).

Tabel 19. Pengaruh berbagai jenis *biochar* dan pupuk P terhadap C terpanen biji tanaman jagung manis

Perlakuan	C terpanen Biji (kg ha ⁻¹)
B0 (Tanpa <i>biochar</i>)	940,14
B1 (<i>Biochar</i> sekam padi 10 Mg ha ⁻¹)	962,81
B2 (<i>Biochar</i> tongkol jagung 10 Mg ha ⁻¹)	916,07
B3 (<i>Biochar</i> batang singkong 10 Mg ha ⁻¹)	1001,97
Uji F	tn
Uji BNT 5%	269,72
P0 (Tanpa pupuk P)	818,45 a
P1 (Dengan pupuk TSP 335 kg ha ⁻¹)	1092,05 b
Uji F	**
Uji BNT 5%	134,86

Keterangan: * = nyata pada taraf 5%; ** = sangat nyata pada taraf 1%; kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Hubungan antara Kandungan Hara N dan P dalam Tanah dengan Hara Terangkut N dan P Tanaman Jagung Manis

Pengaruh hubungan antara kandungan hara N dan P dalam tanah dengan serapan hara N dan P tanaman jagung manis disajikan pada Tabel 20. Hasil uji korelasi N total tanah terhadap N terangkut tanaman menghasilkan hubungan sangat nyata dan positif. Semakin tinggi persen N di dalam tanah maka N terangkut tanaman juga akan meningkat. Kadar N di dalam tanah berpengaruh terhadap N terangkut tanaman jagung sebesar 70%. Hal ini sejalan dengan pendapat [Supramudho dkk., \(2012\)](#) yaitu semakin tinggi kandungan N total tanah maka N terangkut oleh tanaman juga semakin tinggi. Semakin tinggi aplikasi bahan organik ke dalam tanah maka N terangkut oleh tanaman akan meningkat.

Tabel 20. Hasil uji korelasi antara N-total dan P-tersedia pada tanah dengan N terangkut dan P tanaman jagung manis

No	Parameter	Persamaan Regresi	R
1.	N-total vs N terangkut	$y = 34,397x + 6,6877$	0,70 **
2.	P-tersedia vs P terangkut	$y = 1,763x + 44,4363$	0,74 **

Keterangan: * = nyata pada taraf 5%; ** = sangat nyata pada taraf 5%

Hasil uji korelasi kandungan P-tersedia di dalam tanah menghasilkan hubungan sangat nyata dan positif dengan peningkatan kadar P terangkut jaringan tanaman jagung manis dimana tingginya kandungan P-tersedia pada tanah yang disumbangkan oleh pupuk anorganik. Hal ini sejalan dengan penelitian [Sari dkk., \(2016\)](#) bahwa ketersediaan P tersedia akan berpengaruh terhadap P terangkut jaringan tanaman. Hal ini disebabkan karena sumbangan P dari pupuk fosfat ke dalam tanah diserap akar tanaman digunakan dalam penyusunan organ tanaman.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dalam penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Aplikasi berbagai jenis biochar mampu meningkatkan ketersediaan hara dan serapan N, P dan C-Organik dalam tanah, namun tidak mampu meningkatkan KTK dan pH tanah pada pertanaman jagung manis di tanah Ultisol.
2. Pemupukan P mampu meningkatkan ketersediaan hara dan serapan N, P dan C-Organik dalam tanah, namun tidak mampu meningkatkan KTK dan pH tanah pada pertanaman jagung manis di tanah Ultisol.
3. Terdapat korelasi atau hubungan antara N-total dan P-tersedia tanah dengan N, P yang diserap pada pertanaman jagung manis di tanah Ultisol.

DAFTAR PUSTAKA

- Abel, G., S. Retno, dan A. Citraresmini. (2021). Pengaruh biochar sekam padi dan kompos terhadap C organik, N total, C/N tanah, serapan N, dan pertumbuhan tanaman jagung di ultisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 8(2): 451-460.
- Agegnehu, G., A. K. Srivastava and M. I. Bird. (2017). The role of biochar and biochar-compost in improving soil quality and crop performance: A review. *Applied Soil Ecology*. 119: 156–170.
- Aswiguna, S. (2019). *Pengaruh Pemberian Biochar Batang Singkong dan Pupukan P Terhadap Serapan Hara NPK Pada Tanaman Jagung 9(Zea mays L.)*. [Skripsi]. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 63 hal.
- BPTP. (2009). *Sekilas Kebun Percobaan Natar*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bandar Lampung. 18 hal.
- BPS. (2018). *Produksi Tanaman Pangan*. Badan Pusat Statistik. Jakarta. 3 hal.
- Balai Penelitian Tanah. (2009). *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Balai Penelitian Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor. 211 hal.
- Chen, B., D. Zhou, and L. Zhu. (2008). Transitional adsorption and partition of nonpolar and polar aromatic contaminants by biochars of pine needles with different pyrolytic temperatures. *Environmental Science and Technology*. 42: 5137-5143.
- Damanik, M. M. B., B. E. Hasibuan, Fauzi, Sarifuddin, dan H. Hanum. (2011). *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. USU Press. Medan. 44 hal.
- Eduah, J.O., E. K. Nartey, M. K. Abekoe, H. Breuning-Madsen, M. N. Andersen. (2019). Phosphorus retention and availability in three contrasting soils amended with rice husk and corn cob biochar at varying pyrolysis temperatures. *Geoderma*. 341: 10-17.
- Endita, P. A. P., A. K. Hillary, T. Fukuda and Y. Shinogi. (2016). The effects of rice husk char on ammonium, nitrate and phosphate retention and leaching in loamy soil. *Geoderma*. 277: 61-68.
- Frobel G. D ., J.J.M.R. Londok., R.A.V. Tuturoong dan W. B. Kaunang. (2013). Pengaruh pemupukan anorganik dan organik terhadap produksi tanaman jagung sebagai sumber pakan. *J. ZooteK*. 32(5): 5-7
- Githinji, L. (2014). Effect of biochar application rate on soil physical and hydraulic properties of a sandy loam. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 60(4): 457-470.
- 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 Inc*. 91:1612–1619.
- Hardjowigeno, S. (2007). *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta. 288 hal.
- Harini, N. 1993. *Pengaruh Umur Panen dan Suhu Pendinginan terhadap Perubahan Beberapa Sifat Fisika Kimia Jagung Segar Selama Periode Penyimpanan*. [Tesis]. Program Pasca sarjana. UGM. Program KPK Universitas Brawijaya. Malang. 75 hal.
- Hammes, C. and R. Schmidt. (2009). Characterization of biochar from fast pyrolysis and gasification system. *Environ Sustainable Energy*. 28: 386-390.
- Herman, W. dan U. Salamah. (2020). Peranan Kombinasi Biochar Sekam Padi dan Mikoriza Terhadap Pertumbuhan Jagung Manis di Entisol. *Prosiding*

- Seminar Nasional Sistem Pertanian Terpadu*. Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh. Hal 159-167.
- Hermawan, A. (2014). *Perubahan Titik Nol dan Efisiensi P Tanaman Jagung pada Ultisol Akibat Pemberian Campuran Abu Terbang Batubara dan Kotoran Ayam*. [Disertasi]. Program Studi Ilmu Ilmu Pertanian. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Palembang. 109 hal.
- Horner, E.R. (2008). The Effect of Nitrogen Application Timing on Plant Available Phosphorus. *Thesis*. Graduate School of The Ohio State University. USA. 59 hal.
- Islami, T. (2012). Pengaruh residu bahan organik pada tanaman jagung sebagai tanaman sela dan pertanaman ubi kayu. *Buana Sains*. 12: 131-136.
- Kawulusan, H. (1995). Fosfor tersedia, pertumbuhan dan serapan hara oleh jagung pada andosol yang dipupuk p. *Jurnal Eugenia*. 2: 124-133
- Kaya E. (2009). Ketersediaan fosfat, serapan fosfat, dan hasil tanaman jagung (*Zea mays L.*) akibat pemberian bokashi ela sagu dengan pupuk fosfat pada ultisols. *Jurnal Ilmu Tanah Lingkungan*. 9(1): 30-36.
- Kaya. E. (2012). Pengaruh pupuk kalium dan fosfat terhadap ketersediaan dan serapan fosfat tanaman kacang tanah. *Agrologia*. 1: 113-118.
- Kementrian Pertanian. (2018). *Luas Areal Jagung Manis Indonesia*. 3 hal. Diakses melalui <http://www.kementan.go.id> pada 15 Desember 2021
- Kris. (2001). Efektifitas nodulasi rhizobium japonicum pada kedelai yang tumbuh pada tanah dengan inkulsi tambahan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 3(1): 31-35.
- Latuponu H, D. Shiddieq, A. Syukur dan E. Hanudin. (2012). Kajian daya sangga biochar limbah sagu pada pelindian terhadap ketersediaan npk di tanah ultisol. *Buana Sains*. 12(2): 91-99.
- Lehmann, J. and M. Rondon. (2006). *Bio-char Soil Management on Highly Wthered Soils in Humid Tropic in N*. Uphoff (Eds), CRP Press. USA. Hal 517-530.
- Liang, B., J. Lehmann., D. Solomon., J. Kinyangi., J. Grossman., B. O'Neill., J.O. Skjemstad., J. Theis., F.J. Luizao., J. Petersen., and E.G. Neves. (2006). Black carbon increase cation exchange capacity in soils. *Soil Science Journal*. 70: 1719-1730.
- Listyarini, E. dan P. Yoga. (2020). Pengaruh biochar tongkol jagung diperkaya amonium sulfat [(NH₄)₂SO₄] terhadap kemantapan agregat tanah, beberapa sifat kimia tanah dan pertumbuhan tanaman jagung. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 7(1): 101-108.
- Marschner, H. (1986). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press Harcourt Brace Jovanovich Publisher, London. Dalam Ilmu Kesuburan Tanah. Ed. Rosmarkam, A. Dan N. W. Yuswono. 2002. Kanisius. Yogyakarta. Hal 65 – 71.
- Mateus, R., Lenny, M., and D. Kantur. (2017). Utilization of corn stover and pruned *Gliricidia sepium* biochars as soil conditioner to improve carbon sequestration, soil nutrients and maize production at dry land farming in timor, indonesia. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAAAR)*. 10(4): 1-8.

- Mayendra., S. L. Kemala dan H. Benny. (2019). Ketersediaan hara fosfor akibat pemberian biochar sekam padi dan pupuk kandang sapi pada inceptisol kuala bekala. *Jurnal Pertanian Tropik*. 6(2): 287-293.
- Melati, C., B. M. P. Prawiranegara., A.N. Flatian., dan E. Suryadi. (2020). Pertumbuhan, hasil dan serapan fosfor (32p) tanaman jagung manis (*Zea mays l. saccharata sturt*) akibat pemberian biochar dan sp-36. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 16(2): 67-76.
- Minardi, S., H. Sri., dan Pardono. (2014). Imbangan pupuk organik dan anorganik pengaruhnya terhadap hara pembatas dan kesuburan tanah lahan sawah bekas galian c pada hasil jagung (*Zea mays l*). *Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*. 11(2): 122-129.
- Minardi, S. (2002). Kajian terhadap pengaturan pemberian air dan dosis TSP dalam mempengaruhi keragaan tanaman jagung (*Zea mays L.*) di tanah vertisol. *Jurnal Sains Tanah*. 2(1): 35-40.
- Mulyani A., Hikmatullah., dan H. Subagyo. (2003). Karakteristik dan Potensi Tanah Masam Lahan Kering Di Indonesia. *Prosiding Simposium Nasional. Penggunaan Tanah Masam*. Buku I. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bandar Lampung. Hal 1-32.
- Nguyen, T.T.N., C.Y. Xu, I. Tahmasbian, R. Che, X. Zhou, H. M. Wallace, S. H. Bai, and Z. Xu. (2017). Effects of biochar on soil available inorganic nitrogen: A review and meta-analysis. *Geoderma*. 288: 79-96.
- Niswati, A., R. F Sirait, Sarno, dan N. A Afrianti. (2020). Pengaruh aplikasi biochar dan pemupukan nitrogen terhadap ketersediaan npk tanah pada pertanaman jagung manis (*Zea mays L.*). *Jurnal Agrotek Tropika FP UNILA*. 8(1): 37-46.
- Prasetyo B.H., dan D.A. Suriadikarta. (2006). Karakteristik, potensi, dan teknologi pengelolaan tanah ultisol untuk pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 25(2). 39-47.
- Putri, V. I., Mukhlis, dan B. Hidayat. (2017). Pemberian beberapa jenis biochar untuk memperbaiki sifat kimia tanah ultisol dan pertumbuhan tanaman Jagung. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*. 5(10): 824-828.
- Roja, A. (2009.) *Ubikayu: Varietas dan Teknologi Budidaya*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP). Sumatera Barat. 15 hal.
- Sirait, R. F., Sarno, S., Afrianti, N. A., dan Niswati, A. (2020). Pengaruh aplikasi biochar dan pemupukan nitrogen terhadap ketersediaan NPK tanah pada pertanaman jagung manis (*Zea mays L.*). *Jurnal Agrotek Tropika*, 8(1), 37-46.
- Sari, D. N., S. Yusnaini., A. Niswati., dan Sarno. (2016). Pengaruh dosis dan ukuran butir pupuk fosfat super yang diasidulasi limbah cair tahu terhadap serapan p dan pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays l*). *Jurnal Agrotek Tropika*. 4(1): 81-85.
- Shiddieq, D., H. Latuponu., A. Syukur., dan E. Hanudin. (2012). Pemanfaatan limbah sagu sebagai bahan aktif biochar untuk meningkatkan p tersedia dan pertumbuhan jagung di ultisol. *Jurnal Pembangunan Pedesaan*. 12(2): 136-143.
- Silahooy, C. (2008). Efek pupuk KCL dan SP-36 terhadap kalium tersedia, serapan kalium dan hasil kacang tanah (*Arachis hypogaea L.*). *Buletin Agronomy*. 36(2): 126 – 132.

- Sitohang, E. A dan W. H. Utomo. (2018). Pengaruh residu biochar tongkol jagung diperkaya amonium sulfat terhadap beberapa sifat tanah dan pertumbuhan tanaman jagung manis di pH tanah yang berbeda. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 5(1): 713-720.
- Solfianti, M., Herviyanti, T. B. Prasetyo dan A. Maulana. (2021). Pengaruh aplikasi biochar limbah kulit pinang dosis rendah terhadap sifat kimia inceptisol. *Jurnal Agrikultura*. 32(1): 77-84.
- Solihin, E., S. Rija, dan N. K. Nadia. (2019). Aplikasi pupuk kalium dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays L.*). *Jurnal Agrikultura*. 30(2): 40-45.
- Stevenson, F. J., and M. A. Cole. (1999). *Cycles of Soil*. John Wiley & Sons, Inc. New York. 448 hal.
- Suhartarto, A., D. Zulfita dan Maulidi. (2019). Respon pertumbuhan dan hasil tanaman kacang tanah terhadap berbagai dosis biochar tongkol jagung pada tanah podsolik merah kuning. *Jurnal Sains Mahasiswa Pertanian*. 8(1): 82-94.
- Sukmawati. (2020). Bahan organik menjanjikan dari biochar tongkol jagung cangkang dan tandan kosong kelapa sawit berdasarkan sifat kimia. *Jurnal Agroplantae*. 9(2): 82-94.
- Sujana, P., T. R. Babu., and S. R. Reddy. (2014). Comparative voltammetric study and determination of carbamate pesticide residues in soil at carbon nanotubes paste lectrodes. *Journal of Electrochem Science*. 4: 19-26.
- Supramudho, G. N., S. Jauhari., Mujiyo., dan Sumani. (2012). Efisiensi serapan nitrogen dan hasil tanaman padi pada berbagai imbalanced pupuk kandang puyuh dan pupuk anorganik di lahan sawah Palur, Sukoharjo, Jawa Tengah. *International Journal of Bonorowo Wetlands*. 2(1): 11-18.
- Thom, W.O., dan U. Muhajir. (1991). *Manajemen Laboratorium dan Metode Analisis Tanah dan Tanaman*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 85 hal.
- Utomo. M., Sudarsono, B. Rusman, T. Sabrina, J. Lumbanraja, dan Wawan. 2016. *Ilmu Tanah Dasar-dasar dan Pengelolaan*. Prenada Media. Jakarta. 429 hal.
- Wang Y. P., B. Z Houlton and C.B Field. (2007). A model of biogeochemical cycles of carbon, nitrogen, and phosphorus including symbiotic nitrogen fixation and phosphatase production. *Global Biogeochemical Cycles*. 21: 1018-1029.
- Wardani, A. K. (2009). Pengujian Pertumbuhan dan Potensi Hasil Beberapa Genotipe Jagung Hibrida (*Zea mays L.*) di Desa Keprabon, Kecamatan Polanharjo, Kabupaten Klaten. [Skripsi]. Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 56 hal.
- Yuwono NW. (2009). Membangun kesuburan tanah di lahan marginal. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 9(2): 137-141.