



## **PENGARUH PEMBERIAN *BIOCHAR* BATANG SINGKONG DAN PEMUPUKAN P TERHADAP SERAPAN HARA N DAN K PADA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)**

### ***THE EFFECT OF CASSAVA STEM BIOCHAR AND P FERTILIZATION ON N AND K NUTRIENT UPTAKE IN MAIZE (*Zea mays* L.)***

Septian Aswiguna<sup>1\*</sup>, Sarno<sup>2</sup>, Nur Afni Afrianti<sup>2</sup> dan Supriatin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Agroteknologi, <sup>2</sup>Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian

Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

\*Email: septianaswi13@gmail.com

\* Corresponding Author, Diterima: 12 Feb. 2022, Direvisi: 7 Mei 2022, Disetujui: 20 Jul. 2022

#### **ABSTRACT**

*Biochar is black charcoal resulting from the heating process of biomass in limited or oxygen-limited oxygen conditions. The addition of biochar is known to be able to increase soil nutrient availability and uptake by plants. This study aims to determine the effect of cassava stem biochar and P fertilization on N and K nutrient uptake in maize. Cassava stems are agricultural waste that has not been utilized properly by farmers in Lampung. This research was conducted at the University of Lampung Integrated Field Laboratory and at the Laboratory of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Lampung. The study was designed with a factorial design (2x3), namely a completely randomized group design (RKTL) with 3 replications. The first factor is biochar (B) ( $B_0 = 0 \text{ ton ha}^{-1}$ ;  $B_1 = 2.5 \text{ ton ha}^{-1}$ ; and  $B_2 = 5 \text{ ton ha}^{-1}$ ). The second factor is P fertilization ( $P_0 = 0 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ ;  $P_1 = 36 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ ; and  $P_2 = 72 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ ). Biochar made in Indonesian Soil Research Institute, Taman Bogo, East Lampung using the Adam Retort Kiln. The results showed that the application of cassava stem biochar could increase Nitrogen uptake in maize, P fertilization could increase Nitrogen uptake and Potassium uptake in maize, and there was no interaction between cassava stem biochar and P fertilization on increasing nutrient uptake in maize.*

*Keywords: Biochar, nutrient uptake*

#### **ABSTRAK**

Biochar merupakan arang hitam hasil proses pemanasan biomassa pada keadaan oksigen terbatas atau tanpa oksigen. Penambahan biochar diketahui mampu meningkatkan ketersediaan hara tanah dan serapannya oleh tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian biochar batang singkong dan pemupukan P terhadap serapan hara N dan K pada tanaman jagung. Batang singkong merupakan limbah pertanian yang banyak belum dimanfaatkan dengan baik oleh petani di Lampung. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Lapangan Terpadu Universitas Lampung dan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penelitian dirancang dengan rancangan faktorial (2x3) yaitu Rancangan Kelompok Teracak Lengkap (RKTL) dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah biochar (B) ( $B_0 = 0 \text{ ton ha}^{-1}$ ;  $B_1 = 2,5 \text{ ton ha}^{-1}$ ; dan  $B_2 = 5 \text{ ton ha}^{-1}$ ). Faktor kedua adalah pemupukan P ( $P_0 = 0 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ ;  $P_1 = 36 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$  dan  $P_2 = 72 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ ). Pembuatan biochar dilakukan di Balai Penelitian Tanah Taman Bogo Lampung Timur menggunakan alat *Adam Retort Kiln*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian biochar batang singkong dapat meningkatkan serapan hara N pada tanaman jagung, pemupukan P dapat meningkatkan serapan hara N dan K pada tanaman jagung, dan tidak terdapat interaksi pemberian biochar batang singkong dan pemupukan P terhadap peningkatan serapan hara pada tanaman jagung.

Kata Kunci : *Biochar*, serapan hara

## 1. PENDAHULUAN

Jagung termasuk salah satu sumber bahan pangan penting karena merupakan sumber karbohidrat, protein, serat, serta vitamin dan mineral yang baik untuk kesehatan manusia (Purwono & Hartono, 2011). Jagung merupakan salah satu pangan pokok di Indonesia setelah beras. Namun seiring waktu terjadi perubahan pola konsumsi di masyarakat dimana jagung tidak lagi menjadi salah satu pangan pokok masyarakat. Saat ini, jagung lebih banyak dipergunakan sebagai bahan pakan ternak daripada sebagai bahan pangan. Namun demikian, kebutuhan jagung dalam negeri terus meningkat dari tahun ke tahun.

Berdasarkan data Badan Ketahanan Pangan (2018), kebutuhan jagung pada tahun 2018 diperkirakan sebesar 15,5 juta ton pipilan kering, terdiri dari pakan ternak sebesar 7,76 juta ton pipilan kering dan bahan pangan sebesar 4,76 juta ton pipilan kering. Sedangkan berdasarkan hitungan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan (Ditjen TP) Kementan produksi jagung tahun 2018 diperkirakan mencapai 30 juta ton pipilan kering (PK). Hal ini menunjukkan bahwa produksi jagung telah mencukupi kebutuhan dalam negeri, akan tetapi kebutuhan terus meningkat setiap tahun sehingga produksi harus terus ditingkatkan.

Tanah Ultisol merupakan salah satu jenis tanah pada lahan kering masam dengan sebaran terluas di Indonesia. Tanah Ultisol memiliki kesuburan tanah yang rendah yang dapat terlihat dari rendahnya kadar C-organik tanah, pH yang masam, serta kapasitas tukar kation (KTK) tanah dan kejenuhan basa tanah yang rendah. Hal ini disebabkan karena tanah ini telah mengalami pencucian kation-kation basa secara intensif dan yang tersisa adalah kation-kation masam seperti Al dan Fe yang dapat menjerap hara P dengan sangat kuat sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Pencucian kation-kation basa secara intensif ini menyebabkan tanah menjadi masam dan ketersediaan unsur hara dalam tanah menjadi rendah. Tanah ini juga rentan terhadap erosi yang dapat membawa bagian tanah atas yang subur. Padahal tanah ini sangat bergantung pada lapisan atas tanah yang banyak mengandung bahan organik. Ketersediaan hara yang rendah pada tanah Ultisol mengakibatkan terganggunya pertumbuhan dan produksi tanaman (Mulyani *et al.*, 2010; Prasetyo & Suriadikarta, 2006; dan Notohadiprawiro, 2006).

Pengelolaan tanah Ultisol dapat dilakukan dengan penambahan bahan organik. Salah satu

bahan organik yang diharapkan dapat menjadi pembenah tanah untuk tanah Ultisol adalah *biochar*. Penggunaan *biochar* merupakan salah satu pilihan penggunaan sumber bahan organik lain selain sumber bahan organik segar yang umumnya sering digunakan petani. Penggunaan *biochar* dalam pengelolaan tanah bertujuan untuk pemulihan dan peningkatan kualitas kesuburan tanah terdegradasi atau tanah lahan pertanian kritis (Glaser *et al.*, 2002). Menurut Lehman *et al.* (2007), *biochar* lebih efektif menahan unsur hara untuk ketersediaannya bagi tanaman dibandingkan bahan organik lain. Penggunaan *biochar* berbahan baku sisa-sisa hasil pertanian yang sulit terdekomposisi merupakan salah satu alternatif yang dapat ditempuh untuk peningkatan kualitas sifat fisik, biologi dan kimia tanah sehingga produksi tanaman dapat ditingkatkan.

Provinsi Lampung merupakan daerah pertama yang memiliki luas panen lahan singkong terluas di Indonesia yang mencapai 279.337 ha (Badan Pusat Statistik, 2016). Limbah batang singkong yang dihasilkan pada pertanaman singkong ini cukup besar. Hal ini dikarenakan hanya sebagian kecil saja yang digunakan petani sebagai bibit pertanaman selanjutnya Sisa batang singkong yang tidak dipergunakan akan bertumpuk di pinggiran lahan yang biasanya kemudian dibakar agar tidak ada sarang tikus dan penyakit. Oleh karena itu, pada penelitian ini limbah batang singkong tersebut akan dimanfaatkan untuk bahan pembuatan *biochar*.

Upaya lain yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kesuburan tanah Ultisol adalah pemberian pupuk P. Unsur hara P merupakan salah satu faktor pembatas pertumbuhan tanaman di tanah Ultisol, sehingga pemberian pupuk P diharapkan mampu merespon dengan baik oleh tanah dan tanaman sehingga kesuburan tanah dapat meningkat dan pertumbuhan tanaman serta produksi tanaman dapat optimal. Hasil penelitian Kasno (2006) mengatakan bahwa pemupukan P pada tanah Ultisol dapat meningkatkan berat brangkasan dan bobot tongkol basah.

Berdasarkan uraian di atas maka penting untuk dilakukan pengujian untuk melihat apakah pemberian *biochar* yang dihasilkan dari limbah batang singkong dan pemupukan P dapat berpengaruh terhadap serapan hara beberapa unsur hara makro (N dan K) pada tanaman jagung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian *biochar* batang singkong terhadap serapan hara N dan K pada tanaman jagung (*Zea mays* L.), mengetahui pengaruh pemupukan P terhadap serapan hara N dan K pada tanaman

jagung (*Zea mays* L.), dan mengetahui pengaruh interaksi pemberian *biochar* batang singkong dan pemupukan P terhadap serapan hara N dan K tanaman jagung (*Zea mays* L.).

## 2. BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Lapangan Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan analisis dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Pembuatan *biochar* dilakukan di Balai Penelitian Tanah Kebun Percobaan Taman Bogo Purbolinggo Lampung Timur. Penelitian dilakukan dari bulan November 2018 hingga April 2019.

Bahan-bahan yang digunakan meliputi benih jagung (*Zea mays* L.), batang singkong (*Manihot esculenta*), pupuk Urea, TSP, KCl, pestisida Furadan, dan Gramaxone 275SL. Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis laboratorium terdiri dari aquades, HCl, NaOH,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 N dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Sedangkan alat-alat yang digunakan adalah cangkul, *hand traktor*, sprayer, oven, timbangan, sabit, spektrofotometer, MP-AES dan sentrifus.

Penelitian disusun secara faktorial (2x3) yang diterapkan dalam Rancangan Kelompok Teracak Lengkap (RKTL) dengan 3 ulangan, sehingga jumlah total perlakuan penelitian adalah 27 perlakuan. Faktor pertama adalah *biochar* (B) dengan dosis 0 ton  $\text{ha}^{-1}$  ( $B_0$ ), 2,5 ton  $\text{ha}^{-1}$  ( $B_1$ ), dan 5 ton  $\text{ha}^{-1}$  ( $B_2$ ). Faktor kedua adalah pemupukan P dengan dosis  $\text{P}_2\text{O}_5$  sebesar 0 kg  $\text{ha}^{-1}$  ( $P_0$ ), 36 kg  $\text{ha}^{-1}$  ( $P_1$ ), dan 72 kg  $\text{ha}^{-1}$  ( $P_2$ ). Pupuk P yang digunakan adalah pupuk TSP dengan kandungan  $\text{P}_2\text{O}_5$  sebesar 45%.

Pembuatan *biochar* dilakukan di Balai Penelitian Tanah Kebun Percobaan Taman Bogo Lampung Timur. Pembuatan *biochar* menggunakan bahan dari limbah batang singkong yang sudah tidak digunakan, yaitu bagian bonggol dan batang yang tidak dapat dijadikan sumber bibit untuk pertanaman singkong selanjutnya. Alat yang digunakan untuk pembuatan *biochar* adalah *Adam Retort Kiln* (ARK), yaitu alat pembuat *biochar* yang dapat mengolah bahan baku dalam jumlah besar.

Pengolahan tanah dilakukan dengan *hand traktor*. Tanah dibajak dua kali, lalu digaru satu kali. Setelah itu dibuat petakan dengan ukuran 3 m x 3 m. Jarak antar ulangan 1 m, sedangkan jarak antar perlakuan 0,5 m. *Biochar* diaplikasikan dengan takaran yang disesuaikan dengan perlakuan percobaan, yaitu  $B_0$  sebesar 0 ton  $\text{ha}^{-1}$ ,  $B_1$  sebesar 2,5 ton  $\text{ha}^{-1}$ , dan  $B_2$  sebesar 5 ton  $\text{ha}^{-1}$ . *Biochar* diaplikasikan setelah pengolahan tanah selesai

dengan cara dilarik pada baris tanam dan diaduk hingga merata dengan tanah.

Penanaman jagung dilakukan 7 hari setelah aplikasi *biochar*. Hal ini dimaksudkan agar *biochar* yang diaplikasikan sudah bereaksi dengan tanah. Penanaman dilakukan dengan menggunakan ukuran jarak tanam 25 cm x 75 cm. Penanaman jagung dilakukan dengan menggunakan tugal dengan jumlah 1 benih per lubang. Penyulaman dilakukan 7 hari setelah tanam apabila ada benih yang tidak tumbuh atau terlihat benih terkena penyakit.

Penelitian ini menggunakan pupuk Urea, TSP dan KCl. Pupuk TSP diberikan sekaligus pada 1 minggu setelah tanam dengan dosis sesuai perlakuan yaitu 0 kg  $\text{ha}^{-1}$  ( $P_0$ ), 80 kg  $\text{ha}^{-1}$  ( $P_1$ ), dan 160 kg  $\text{ha}^{-1}$  ( $P_2$ ). Pupuk Urea diberikan dengan dosis 350 kg  $\text{ha}^{-1}$  dengan 3 tahap pemupukan. Pemupukan pertama dilakukan pada 7 hari setelah tanam dengan dosis sebesar 100 kg  $\text{ha}^{-1}$ , pemupukan kedua dilakukan pada 28 hari setelah tanam dengan dosis sebesar 150 kg  $\text{ha}^{-1}$ , dan pemupukan ketiga diberikan pada umur tanaman 40 hari setelah tanam dengan dosis sebesar 100 kg  $\text{ha}^{-1}$ . Pupuk KCl dengan dosis 100 kg  $\text{ha}^{-1}$  diberikan dalam 2 tahap pemberian. Pemupukan KCl pertama diberikan pada umur tanaman 7 hari setelah tanam dengan dosis sebesar 50 kg  $\text{ha}^{-1}$  dan pemupukan kedua diberikan pada umur tanaman 28 hari setelah tanam dengan dosis sebesar 50 kg  $\text{ha}^{-1}$ . Pengaplikasian pupuk dicampur secara merata terlebih dahulu dan diaplikasikan dengan cara ditugal pada baris tanaman dengan jarak 5 cm dari lubang tanam.

Pemeliharaan tanaman dilakukan secara intensif. Pemeliharaan pada tanaman ini berupa penyiraman, penyiangan, dan pengendalian OPT. Penyiraman dilakukan dua kali setiap harinya. Penyiangan terhadap gulma dilakukan dengan manual yaitu dicabut atau dibabat kemudian dibakar di tempat yang telah disediakan serta dilakukan juga penyemprotan herbisida kontak Gramaxone 275SL dengan dosis 2 l  $\text{ha}^{-1}$ . Pengendalian OPT dilakukan sesuai dengan kondisi serangan dengan menggunakan pestisida, dan tanaman yang terkena penyakit akan dilakukan seleksi kemudian dibakar.

Sampel tanah diambil secara komposit di 15 titik sedalam 0-20 cm secara acak. Sampel tanah tersebut dikeringudarkan, dihaluskan dan diayak dengan ayakan 2 mm. Pengambilan sampel dilakukan pada awal periode percobaan setelah dilakukan pengolahan tanah. Sampel tanah awal dilakukan analisis di laboratorium untuk mengetahui kandungan unsur hara N-Total, dan K dapat ditukar.

Pengambilan sampel tanaman dilakukan pada fase puncak vegetatif (fase *silking*) yaitu pada 6 minggu setelah tanam. Sampel tanaman diambil 3 tanaman per petak. Selanjutnya batang dan daun dicacah terlebih dahulu dan dikeringudarkan. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam kertas amplop coklat dan di oven dengan suhu 65°C selama 72 jam. Sampel tanaman yang telah selesai di oven kemudian ditimbang berdasarkan plot masing-masing untuk diketahui berat brangkas kering tanaman jagung, selanjutnya sampel tanaman digiling atau dihaluskan untuk digunakan sebagai sampel analisis.

Analisis N-tanaman menggunakan metode Kjeldahl sedangkan analisis K-tanaman ditetapkan dengan metode MP-AES (*Microwave Plasma-Atomic Emission Spectrometer*). Data yang diperoleh dilakukan uji kesamaan ragam dengan uji Bartlett dan uji kementerian data dengan uji Tukey. Data yang diperoleh kemudian dilakukan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji BNJ pada taraf 5%.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Serapan N Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian *biochar* dan pemupukan P berpengaruh nyata terhadap serapan hara N pada tanaman jagung, sedangkan interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap serapan hara N pada tanaman jagung. Pengaruh pemupukan P dan pemberian *biochar* terhadap serapan hara N pada tanaman jagung disajikan dalam Tabel 1 dan 2.

Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan P mampu meningkatkan serapan hara N tanaman jagung. Pada pemupukan P pada dosis 36 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> dan 72 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> secara nyata lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pemupukan P, namun pemupukan P 36 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> dan 72 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> tidak berbeda nyata. Selanjutnya, pengaruh pemberian *biochar* terhadap serapan hara N tanaman jagung disajikan pada tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian *biochar* meningkatkan serapan hara N tanaman jagung. Serapan N pada pemberian *biochar* pada dosis 2,5 ton ha<sup>-1</sup> dan 5 ton ha<sup>-1</sup> secara nyata lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pemberian *biochar*, namun pemberian *biochar* pada dosis 2,5 ton ha<sup>-1</sup> dan *biochar* dosis 5 ton ha<sup>-1</sup> tidak berbeda nyata.

Pemberian *biochar* dan pemupukan P mampu meningkatkan kadar N tanaman dan serapan hara N tanaman jagung dibandingkan tanaman tanpa

perlakuan. Hal ini dikarenakan permukaan oksida pada *biochar* juga efektif menyerap NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> sehingga dapat berpotensi mengurangi kerugian N akibat pencucian (Putri *et al.*, 2017). Pemberian *biochar* dapat merangsang proses mineralisasi N dan nitrifikasi serta meningkatkan N anorganik yang dibutuhkan untuk asimilasi tanaman dan mengurangi dampak dari pencucian N sehingga dapat meningkatkan serapan hara tanaman (Nguyen *et al.*, 2017). Hal ini sejalan dengan penelitian Rondon *et al.* (2007) mengatakan bahwa *biochar* yang diberikan ke dalam tanah dapat mengikat hara N di dalam tanah sehingga serapan hara pada tanaman dapat meningkat.

#### 3.2 Serapan K Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan P berpengaruh nyata

Tabel 1. Pengaruh Pemupukan P terhadap Serapan Hara N Tanaman Jagung

Pupuk P (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> )	Serapan N (kg ha <sup>-1</sup> )
0	18,73 a
36	24,16 b
72	24,48 b
BNJ <sub>0,05</sub>	2,36

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan uji BNJ pada taraf 5 %.

Tabel 2. Pengaruh Pemberian *Biochar* terhadap Serapan Hara N Tanaman

<i>Biochar</i> (ton ha <sup>-1</sup> )	Serapan N (kg ha <sup>-1</sup> )
0	20,35 a
2,5	23,41 b
5	23,61 b
BNJ <sub>0,05</sub>	2,36

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan uji BNJ pada taraf 5%.

Tabel 3. Pengaruh Pemupukan P terhadap Serapan Hara K Tanaman Jagung

Pupuk P (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> )	Serapan K (kg ha <sup>-1</sup> )
0	22,46 a
36	29,46 b
72	29,56 b
BNJ <sub>0,05</sub>	2,36

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan uji BNJ pada taraf 5%.

terhadap serapan hara K tanaman jagung, sedangkan pemberian *biochar* dan interaksinya tidak berpengaruh nyata. Pengaruh pemupukan P terhadap serapan hara K pada tanaman jagung disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa pemupukan P secara nyata meningkatkan serapan hara K tanaman jagung. Serapan hara K tanaman jagung pada perlakuan pemupukan P dengan dosis 72 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> nyata lebih tinggi dibandingkan tanpa pemupukan P, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan pemupukan P pada dosis 36 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemupukan P secara nyata meningkatkan kadar K tanaman dan serapan hara K tanaman dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemupukan P. Menurut Tisdale *et al.* (1985), unsur hara K dan P saling ketergantungan di dalam tanah. Unsur K dapat meningkatkan P-tersedia sebaliknya unsur hara P juga dapat meningkatkan K-dd. Komponen tanah yang berpengaruh terhadap fiksasi P seperti liat, Al, Fe, dan Mn, tidak akan menfiksasi lagi apabila komponen tanah telah jenuh dengan P.

Penelitian Chan *et al.* (2007) menyatakan bahwa pemberian *biochar* mampu meningkatkan serapan nitrogen, fosfor, dan kalium. Luas permukaan, daya serap alami, dan kapasitas *biochar* yang tinggi menyebabkan *biochar* untuk bertindak sebagai media untuk mikroorganisme. Hal ini menjadi alasan utama *biochar* sebagai bahan untuk memperbaiki sifat fisik, biologi dan kimia.

#### 4. KESIMPULAN

Pemberian *biochar* batang singkong meningkatkan serapan hara N pada tanaman jagung, pemupukan P meningkatkan serapan hara N dan K dan tidak terdapat interaksi pemberian *biochar* batang singkong dan pemupukan P terhadap serapan hara N dan K pada tanaman jagung.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2016. *Luas Panen Ubi Kayu Menurut Provinsi Tahun 1993-2015*. <https://www.bps.go.id/dynamic/table/2015/09/09/879/luas-panen-ubi-kayu-menurut-provinsi-ha-1993-2015.html>. Diakses pada tanggal 26 Desember 2019 pukul 03.13 WIB.
- Badan Ketahanan Pangan. 2018. *Produksi Komoditas Pangan Strategis Tahun 2014-2018*. <https://www.pertanian.go.id/home/?show=news&act=view&id=3395>. Diakses pada tanggal 25 Desember 2019 pukul 03.03 WIB.
- Chan, K.Y., L. V. Zwieten, I. Meszaros, A. Downie, & S. Joseph. 2007. Agronomic Values of Greenwaste Biochar as a Soil Amendment. *Australian Journal of Soil Research* 45 (8): 629–634.
- Glaser, B., J. Lehmann, & W. Zech. 2002. Ameliorating Physical and Chemical Properties of Highly Weathered Soils in The Tropics With Carcoal – A review. *Biol and Fertility of Soils*. 35: 219–230.
- Kasno, A. 2009. Response of Maize Plant to Phosphorus Fertilization on Typic Distrudepts. *J. Trop. Soils*. 14 (2): 111–118.
- Mulyani, A., A. Rachman, & A. Dairah. 2010. Penyebaran Lahan Masam, Potensi dan Ketersediaannya Untuk Pengembangan Pertanian. *Prosiding Simposium Nasional Pemanfaatan Tanah Masam*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor. Hal 23–34.
- Nguyen, T.T.N., C. Y. Xu, I. Tahmasbian, R. Che, Z. Xu, X. Zhou, H. M. Wallace, & S. H. Bai. 2017. Effects of Biochar on Soil Available Inorganic Nitrogen: A review and meta-analysis. *Geoderma*. 288: 79–96.
- Notohadiprawiro, T. 2006. *Ultisol, Fakta, dan Implikasi Pertaniannya*. Ilmu Tanah Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 13 hlm.
- Prasetyo, B. H. & D. A. Suriadikarta. 2006. Karakteristik, Potensi dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol Untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *Litbang Pertanian*. 25 (2): 39–46.
- Purwono & R. Hartono. 2011. *Bertanam Jagung Unggul*. Penebar Swadaya. Jakarta. Hal 10–14.
- Putri, V.I., B. Mukhlis, & Hidayat. 2017. Pemberian Beberapa Jenis Biochar untuk Memperbaiki Sifat Kimia Tanah Ultisol dan Pertumbuhan Tanaman Jagung. *Jurnal Agroekoteknologi*. 5 (4): 824–828.
- Rondon, M., J. Lehmann, J. Ramirez, & M. Hurtado. 2007. Biological Nitrogen Fixation by Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Increases with Biochar Addition. *Bio Fert Soil*. 43: 699–708.
- Tisdale, S.L., W. L. Nelson, & J. D. Beaton. 1985. *Soil Fertility and Fertilizers*. Macmillan Publishers. London. 754 hlm.