

**PENGARUH PEMBERIAN *BIOCHAR* BATANG SINGKONG DAN  
PEMUPUKAN P TERHADAP SIFAT KIMIA TANAH ULTISOL  
YANG DITANAMI JAGUNG ( *Zea mays* L.)**

(Skripsi)

Oleh

**FEBRI SETIAWAN**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2021**

## ABSTRAK

### **PENGARUH PEMBERIAN *BIOCHAR* BATANG SINGKONG DAN PEMUPUKAN P TERHADAP SIFAT KIMIA TANAH ULTISOL YANG DITANAMI JAGUNG ( *Zea mays* L.)**

Oleh

**Febri Setiawan**

Tanah Ultisol merupakan salah satu jenis tanah yang banyak dimanfaatkan untuk budidaya tanaman. Namun demikian, tanah Ultisol memiliki banyak kendala dalam pemanfaatannya karena merupakan tanah yang memiliki kesuburan tanah rendah. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan pemberian *biochar* dan pemupukan. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian *biochar* batang singkong serta pengaruh pemupukan P terhadap sifat kimia tanah Ultisol yang ditanami jagung ( *Zea mays* L.). Penelitian dilakukan di lapangan terpadu fakultas pertanian Universitas Lampung dan analisis kimia tanah dilakukan di laboratorium ilmu tanah fakultas pertanian Universitas Lampung pada bulan Januari sampai dengan Juli 2019. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif yang disusun secara faktorial ( $3 \times 3$ ) yang diterapkan dalam Rancangan Kelompok Teracak Lengkap (RKTL) dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah *biochar* batang singkong dengan dosis  $0 \text{ ton ha}^{-1}$ ,  $2,5 \text{ ton ha}^{-1}$ , dan  $5 \text{ ton ha}^{-1}$ . Faktor kedua adalah pemupukan TSP dengan dosis  $0 \text{ kg ha}^{-1}$ ,  $80 \text{ kg ha}^{-1}$ , dan  $160 \text{ kg ha}^{-1}$ , selanjutnya data disajikan dengan menggunakan kurva untuk membandingkan sifat kimia tanah berdasarkan perlakuan yang diberikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian *biochar* batang singkong dan pemupukan P mampu meningkatkan kadar N-total, kadar K-dd, KTK dan kadar C-organik pada tanah Ultisol.

Kata kunci: *Biochar*, C-organik, Kadar N-total, Kadar K-dd, KTK, Pemupukan P, dan Tanah Ultisol

**PENGARUH PEMBERIAN BIOCHAR BATANG SINGKONG DAN  
PEMUPUKAN P TERHADAP SIFAT KIMIA TANAH ULTISOL  
YANG DITANAMI JAGUNG ( *Zea mays* L.)**

**Oleh**

**FEBRI SETIAWAN**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA PERTANIAN**

**Pada**

**Jurusan Agroteknologi  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2021**

Judul Skripsi : **PENGARUH PEMBERIAN *BIOCHAR* BATANG  
SINGKONG DAN PEMUPUKAN P TERHADAP  
SIFAT KIMIA TANAH ULTISOL YANG DITANAMI  
JAGUNG ( *Zea mays* L.)**

Nama Mahasiswa : **FEBRI SETIAWAN**

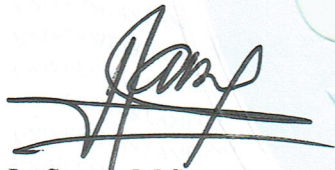
Nomor Pokok Mahasiswa : 1414121096


Jurusan : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian




1. Komisi Pembimbing

  
Ir. Sarno, M.S.  
NIP 195707151986031003

  
Nur Afri Afrianti, S.P., M.Sc.  
NIP 198404012012122002

2. Ketua Jurusan Agroteknologi

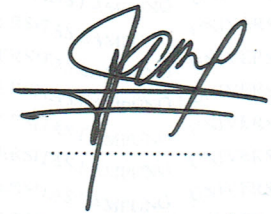
  
Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.  
NIP 196305081988112001



## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

Ketua : Ir. Sarno, M.S.



Sekretaris : Nur Afni Afrianti, S.P., M.Sc.



Penguji  
Bukan Pembimbing : Dr. Supriatin, S.P., M.Sc.



### 2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.  
NIP 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 2 JULI 2021

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“PENGARUH PEMBERIAN *BIOCHAR* BATANG SINGKONG DAN PEMUPUKAN P TERHADAP SIFAT KIMIA TANAH ULTISOL YANG DITANAMI JAGUNG ( *Zea mays* L.)”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 2 Juli 2021

Penulis,



Febri Setiawan  
NPM 1414121096

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Taman Bogo, 4 Mei 1996. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Subardi dan Ibu Endang Supriyatini.

Penulis telah menyelesaikan pendidikan di TK Dharma Wanita Taman Cari pada tahun 2002, SD Negeri 1 Taman Cari tahun 2008, SMP Negeri 1 Purbolinggo tahun 2011, dan menyelesaikan pendidikan sekolah menengah atas di SMAN 1 Purbolinggo pada tahun 2014. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2014 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Pekon Kanyangan, Kecamatan Kota Agung Barat, Kabupaten Tanggamus pada bulan Januari – Februari 2018. Penulis juga melaksanakan Praktik Umum (PU) di Kebun Percobaan (KP) Balai Penelitian Tanah, Taman Bogo, Lampung Timur pada bulan Juli – Agustus 2017.

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas berkah nikmat dan karunia-Nya skripsi ini dapat terselesaikan.

Kupersembahkan karya sederhana ini, buah perjuangan dan kerja keras kepada Kedua Orang Tua, Kedua Adik yang telah memberikan doa, dukungan, kasih sayang yang tiada henti, serta Teman-teman yang sudah memberi semangat, dukungan dan motivasi

Serta

Almamater tercinta, Universitas Lampung.



## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala nikmat dan karunia-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Pemberian *Biochar* Batang Singkong Dan Pemupukan P Terhadap Sifat Kimia Tanah Ultisol Yang Ditanami Jagung (*Zea Mays L.*)”**.

Selama penelitian, penulis telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M. Agr. Sc., selaku Ketua Bidang Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
4. Bapak Ir. Sarno, M.S., selaku Pembimbing Pertama yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan bimbingan ilmu, saran, nasehat, motivasi, dan kesabaran dalam membimbing Penulis selama melaksanakan penelitian dan penyelesaian skripsi ini.
5. Ibu Nur Afni Afrianti, S.P., M.Sc., selaku Pembimbing Kedua yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, motivasi, nasehat dan ilmu kepada Penulis selama melaksanakan penelitian dan penyelesaian skripsi ini.
6. Ibu Dr. Supriatin, S.P., M.Sc., selaku Penguji yang telah memberikan semangat, masukan, kritik dan saran sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

7. Ibu Ir. Lestari Wibowo, M.P., selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan nasihat, ilmu dan motivasi sejak awal perkuliahan hingga kini Penulis dapat menyelesaikan skripsi.
8. Seluruh dosen Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas semua ilmu dan motivasi yang telah diberikan kepada Penulis.
9. Seluruh karyawan Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas semua bantuan dan kemudahan yang telah diberikan kepada Penulis.
10. Kedua orang tua penulis Bapak Subardi dan Ibu Endang Supriyatini, serta adik tercinta Irfan Dwi Saputra dan Liyana Khairunnisa yang tak henti memberikan dukungan, semangat, motivasi, perhatian, nasihat, doa serta kasih sayang kepada penulis.
11. Sahabat-sahabatku serta teman-teman selama masa perkuliahan, teman satu pembimbing, teman satu penelitian, teman satu kontrakan dan teman mabar game Mobile Legends terima kasih atas segala bantuan, dukungan, semangat, canda tawa, dan kebersamaannya selama ini.
12. Keluarga besar jurusan Agroteknologi 2014 yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan perlindungan dan memberi balasan sebaik – baiknya kepada kita semua. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata kesempurnaan, akan tetapi sedikit harapan semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Bandar Lampung, 2 Juli 2021  
Penulis,

**Febri Setiawan**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	i
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
 <b>I. PENDAHULUAN</b> .....	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Kerangka Pemikiran .....	4
1.5 Hipotesis .....	5
 <b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	 6
2.1 Tanah Ultisol .....	6
2.2 <i>Biochar</i> .....	7
2.2.1 Pengertian <i>Biochar</i> dan Manfaat <i>Biochar</i> pada Tanah ...	7
2.2.2 Peran <i>Biochar</i> sebagai Pembenh Tanah.....	8
2.2.3 Pengaruh <i>Biochar</i> terhadap Sifat Kimia, Fisika, dan Biologi Tanah .....	10
2.3 Pupuk P.....	11
 <b>III. BAHAN DAN METODE</b> .....	 14
3.1 Waktu dan Tempat .....	14
3.2 Alat dan Bahan .....	14
3.3 Metode Penelitian .....	14
3.4 Pembuatan <i>biochar</i> .....	15

3.5 Pelaksanaan Percobaan .....	16
3.5.1 Pengolahan Tanah .....	16
3.5.2 Pengaplikasian <i>Biochar</i> .....	17
3.5.3 Penanaman Jagung .....	17
3.5.4 Pemupukan Tanaman .....	17
3.5.5 Pemeliharaan Tanaman .....	18
3.5.6 Panen .....	18
3.5.7 Pengambilan Sampel Tanah .....	18
3.6 Pelaksanaan Laboratorium .....	19
3.6.1 Analisis Tanah .....	19
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>20</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	20
4.1.1 N-total .....	20
4.1.2 K-dd .....	23
4.1.3 KTK .....	26
4.1.4 C-organik .....	29
4.2 Pembahasan .....	32
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>37</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>44</b>
Tabel 1-26 .....	45-50
Gambar 14-27 .....	51-57

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data analisis tanah awal dan <i>biochar</i> batang singkong .....	45
2. Kriteria penilaian hasil analisis tanah .....	46
3. Kadar N-total pada perlakuan pemberian <i>Biochar</i> 0 ton ha <sup>-1</sup> (B0) .....	47
4. Kadar N-total pada perlakuan pemberian <i>Biochar</i> 2,5 ton ha <sup>-1</sup> (B1) .....	47
5. Kadar N-total pada perlakuan pemberian <i>Biochar</i> 5 ton ha <sup>-1</sup> (B2) .....	47
6. Kadar K-dd pada perlakuan pemberian <i>Biochar</i> 0 ton ha <sup>-1</sup> (B0) .....	47
7. Kadar K-dd pada perlakuan pemberian <i>Biochar</i> 2,5 ton ha <sup>-1</sup> (B1) .....	47
8. Kadar K-dd pada perlakuan pemberian <i>Biochar</i> 5 ton ha <sup>-1</sup> (B2) .....	47
9. KTK pada perlakuan pemberian <i>Biochar</i> 0 ton ha <sup>-1</sup> (B0) .....	47
10. KTK pada perlakuan pemberian <i>Biochar</i> 2,5 ton ha <sup>-1</sup> (B1) .....	48
11. KTK pada perlakuan pemberian <i>Biochar</i> 5 ton ha <sup>-1</sup> (B2) .....	48
12. Kadar C-organik pada perlakuan pemberian <i>Biochar</i> 0 ton ha <sup>-1</sup> (B0) ..	48
13. Kadar C-organik pada perlakuan pemberian <i>Biochar</i> 2,5 ton ha <sup>-1</sup> (B1)..	48
14. Kadar C-organik pada perlakuan pemberian <i>Biochar</i> 5 ton ha <sup>-1</sup> (B2) ..	48
15. Kadar N-total pada perlakuan pemupukan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0 kg ha <sup>-1</sup> (P0) .....	48
16. Kadar N-total pada perlakuan pemupukan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 36 kg ha <sup>-1</sup> (80 kg ha <sup>-1</sup> TSP) (P1) .....	48
17. Kadar N-total pada perlakuan pemupukan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 72 kg ha <sup>-1</sup> (160 kg ha <sup>-1</sup> TSP) (P2) .....	49
18. Kadar K-dd pada perlakuan pemupukan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0 kg ha <sup>-1</sup> (P0) .....	49
19. Kadar K-dd pada perlakuan pemupukan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 36 kg ha <sup>-1</sup> (80 kg ha <sup>-1</sup> TSP) (P1) .....	49
20. Kadar K-dd pada perlakuan pemupukan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 72 kg ha <sup>-1</sup> (160 kg ha <sup>-1</sup> TSP) (P2) .....	49

21. KTK pada perlakuan pemupukan $P_2O_5$ 0 kg ha <sup>-1</sup> (P0) .....	49
22. KTK pada perlakuan pemupukan $P_2O_5$ 36 kg ha <sup>-1</sup> (80 kg ha <sup>-1</sup> TSP) (P1) .....	49
23. KTK pada perlakuan pemupukan $P_2O_5$ 72 kg ha <sup>-1</sup> (160 kg ha <sup>-1</sup> TSP) (P2) .....	50
24. Kadar C-organik pada perlakuan pemupukan $P_2O_5$ 0 kg ha <sup>-1</sup> (P0) .....	50
25. Kadar C-organik pada perlakuan pemupukan $P_2O_5$ 36 kg ha <sup>-1</sup> (80 kg ha <sup>-1</sup> TSP) (P1) .....	50
26. Kadar C-organik pada perlakuan pemupukan $P_2O_5$ 72 kg ha <sup>-1</sup> (160 kg ha <sup>-1</sup> TSP) (P2) .....	50



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tata letak percobaan dan perlakuan di lapang.....	15
2. Hasil kadar N-total tanah Ultisol pada penelitian pemberian <i>Biochar</i> batang singkong dan pemupukan P .....	20
3. Pengaruh pemberian <i>Biochar</i> batang singkong terhadap kadar N-total tanah Ultisol .....	21
4. Pengaruh pemupukan P terhadap kadar N-total tanah Ultisol .....	22
5. Hasil kadar K-dd tanah Ultisol pada penelitian pemberian <i>Biochar</i> batang singkong dan pemupukan P .....	23
6. Pengaruh pemberian <i>biochar</i> batang singkong terhadap kadar K-dd tanah Ultisol .....	24
7. Pengaruh pemupukan P terhadap kadar K-dd tanah Ultisol .....	25
8. Hasil KTK tanah Ultisol pada penelitian pemberian <i>Biochar</i> batang singkong dan pemupukan P .....	26
9. Pengaruh pemberian <i>Biochar</i> batang singkong terhadap KTK tanah Ultisol .....	27
10. Pengaruh pemupukan P terhadap KTK tanah Ultisol .....	28
11. Hasil kadar C-organik tanah Ultisol pada penelitian pemberian <i>Biochar</i> batang singkong dan pemupukan P .....	29
12. Pengaruh pemberian <i>Biochar</i> batang singkong terhadap kadar C-organik tanah Ultisol .....	30
13. Pengaruh pemupukan P terhadap kadar C-organik tanah Ultisol .....	31
14. Limbah potensial batang singkong .....	51
15. Persiapan bahan pembuatan <i>Biochar</i> .....	51
16. <i>Adam Retort Kiln</i> (ARK) .....	52

17.	Pemasukan bahan ke dalam ARK.....	52
18.	Pengapian tungku pembakaran di ARK .....	53
19.	Penyiraman untuk pemadaman api di dalam ARK.....	53
20.	Penjemuran <i>Biochar</i> .....	54
21.	Penggilingan <i>Biochar</i> .....	54
22.	Aplikasi <i>Biochar</i> 5 ton ha <sup>-1</sup> .....	55
23.	Aplikasi <i>Biochar</i> 2,5 ton ha <sup>-1</sup> .....	55
24.	Pengambilan sampel tanah .....	56
25.	Pengocokan menggunakan alat <i>Shaker</i> .....	56
26.	Prosess destilasi .....	57
27.	Penetapan K menggunakan <i>Flamefotometer</i> .....	57

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Komoditas jagung mempunyai fungsi yang multiguna, yaitu sebagai pangan (*food*), pakan (*feed*), dan bahan baku industri (*fiber*). Jagung merupakan komponen utama dalam ransum pakan ternak terutama unggas dengan proporsi sekitar 60%. Diperkirakan lebih dari 58% kebutuhan jagung dalam negeri digunakan untuk pakan, sedangkan untuk pangan hanya sekitar 30%. Permintaan terhadap jagung sebagai bahan baku pakan ternak terus meningkat. Penggunaan jagung untuk pakan didorong oleh harganya yang relatif terjangkau, mengandung kalori tinggi dan protein dengan kandungan asam amino lengkap, dan disukai oleh ternak dibandingkan dengan bahan baku pakan lainnya. Upaya mengganti jagung dengan biji-bijian lain tampaknya belum berhasil sehingga jagung tetap menjadi bahan baku utama pakan di dunia (Kasryno *et al.*, 2008).

Tanah Ultisol merupakan salah satu jenis tanah yang banyak dimanfaatkan untuk budidaya tanaman, salah satunya yaitu jagung. Hal ini dikarenakan tanah Ultisol tersebar cukup luas di Indonesia. Namun demikian, tanah Ultisol memiliki banyak kendala dalam pemanfaatannya karena merupakan tanah yang memiliki tingkat kesuburan yang rendah. Menurut Fitriatin *et al.*, (2014), Mulyani *et al.*, (2010), dan Prasetyo dan Suriadikarta (2006), tanah Ultisol memiliki kemasaman tanah tinggi, kandungan bahan organik, hara makro dan mikro yang rendah, KTK rendah, kandungan Al tinggi serta peka terhadap erosi sehingga kesuburan tanah ini rendah.

Salah satu unsur hara makro yang rendah ketersediaannya di tanah Ultisol adalah unsur hara P. Hal ini dikarenakan unsur hara P terikat oleh unsur Al dan Fe yang tersedia tinggi di tanah Ultisol. Menurut Maulana *et al.* (2014), unsur P yang

diberikan ke dalam tanah masam tidak dapat digunakan secara optimal oleh tanaman. Hal ini disebabkan karena tanah Ultisol memiliki pH yang rendah, sehingga mengandung unsur logam seperti Al dan Fe yang tinggi. Hal ini menyebabkan adanya reaksi antara unsur P dengan unsur logam tersebut di dalam tanah dan menyebabkan ketersediaan P pada tanah ini rendah. Selain itu, Purwani *et al.* (2008), menyatakan bahwa sebagian besar tanah-tanah mineral masam pada lahan kering di Lampung adalah kahat fosfor (P). Rendahnya ketersediaan hara P berkaitan dengan tanah yang berkembang dari bahan induk sedimen dan tufa masam yang berkadar P rendah. Berdasarkan sifat-sifat dari tanah Ultisol tersebut maka perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan kesuburan tanahnya sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanaman yang dibudidayakan pada tanah ini.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan pemupukan. Pemupukan memiliki peran yang sangat penting dalam produksi tanaman pertanian, pemupukan dapat dilakukan dengan cara mengkombinasikan pupuk organik dengan anorganik untuk meminimalisasi input dan residu pupuk anorganik dalam produksi, namun tetap mencukupi unsur hara yang sesuai kebutuhan tanaman serta memperbaiki sifat tanah (Roosmarkam dan Yuwono, 2002).

Menurut Hafiz *et al.* (2016), bahan organik dapat meningkatkan ketersediaan P tanah dimana bentuk organik pada bahan organik diubah ke bentuk anorganik dengan bantuan mikroba selama proses dekomposisi. Salah satu contoh bahan organik yang dapat diberikan yaitu *biochar*. Menurut Gani (2009), *biochar* merupakan arang kayu berpori (porous) yang digunakan sebagai suatu pembenah tanah. *Biochar* dapat meningkatkan produktivitas serta retensi dan ketersediaan hara bagi tanaman. Gani (2010) juga menyatakan bahwa penambahan *biochar* ke dalam tanah akan meningkatkan ketersediaan kation utama, N-total, P dan KTK yang berakibat pada peningkatan produktivitas tanaman. Tingginya ketersediaan hara bagi tanaman merupakan hasil secara langsung dari *biochar*, sehingga menyebabkan meningkatnya retensi hara. *Biochar* memiliki keunggulan yang lebih efektif dari pada bahan organik lain, yaitu mampu menahan unsur hara sehingga meningkatkan ketersediaannya bagi tanaman dibandingkan bahan organik lain. Penggunaan *biochar* sebagai bahan pembenah tanah berbahan baku

sisasisa hasil pertanian yang sulit terdekomposisi merupakan salah satu alternatif yang dapat ditempuh untuk peningkatan kualitas sifat fisik, sifat biologi dan sifat kimia tanah sehingga produksi tanaman dapat ditingkatkan (Lehmann, 2007).

Menurut Badan Pusat Statistik (2018), Provinsi Lampung merupakan daerah pertama yang memiliki luas panen lahan singkong terluas di Indonesia yang mencapai 279.337 ha. Ukuran jarak tanam yang umumnya digunakan adalah 1m x 1m sehingga batang tanaman yang akan dihasilkan saat panen sebanyak 10.000 batang tanaman per hektar. Jika 1 batang setelah dipotong untuk bibit rata-rata berbobot 0,3 kg maka akan dihasilkan 3 ton limbah batang singkong/hektar, sehingga dapat diperkirakan bahwa jumlah limbah biomassa batang singkong yang dihasilkan dari lahan singkong di Provinsi Lampung mencapai 838.011 ton/tahun. Jumlah limbah batang singkong per hektar tersebut selama ini dibiarkan terbuang atau hanya dibakar saja. Dengan demikian, pemberian *biochar* batang singkong dan pemupukan P diharapkan dapat menjadi pembenah tanah yang baik sehingga mampu memperbaiki sifat kimia dan kesuburan tanahnya.

## 1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Apakah pemberian *biochar* batang singkong dapat berpengaruh terhadap sifat kimia tanah Ultisol yang ditanami jagung ( *Zea mays* L.) ?
2. Apakah pemupukan P dapat berpengaruh terhadap sifat kimia tanah Ultisol yang ditanami jagung ( *Zea mays* L.) ?
3. Apakah kombinasi pemberian *biochar* batang singkong dan pemupukan P dapat berpengaruh terhadap sifat kimia tanah Ultisol yang ditanami jagung ( *Zea mays* L.) ?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh pemberian *biochar* batang singkong terhadap sifat kimia tanah Ultisol yang ditanami jagung ( *Zea mays* L.).

2. Mengetahui pengaruh pemupukan P terhadap sifat kimia tanah Ultisol yang ditanami jagung ( *Zea mays* L.).
3. Mengetahui pengaruh kombinasi pemberian *biochar* batang singkong dan pemupukan P terhadap sifat kimia tanah Ultisol yang ditanami jagung ( *Zea mays* L.).

#### 1.4. Kerangka Pemikiran

Fitriatin *et al.* (2014) dan Mulyani *et al.* (2010) menyatakan bahwa tanah Ultisol merupakan tanah dengan tingkat kesuburan yang rendah karena memiliki kemasaman tanah tinggi, kandungan bahan organik rendah, kandungan hara makro dan mikro rendah, memiliki ketersediaan P sangat rendah, serta memiliki kapasitas tukar kation (KTK) dan kejenuhan basa (KB) yang rendah. Hal ini menjadi kendala pemanfaatan tanah Ultisol sebagai lahan pertanian.

Menurut Sanchez (2019), beberapa upaya yang dilakukan untuk mengatasi kendala tanah Ultisol adalah pemupukan dan dapat juga dengan pemberian bahan organik. Pemupukan merupakan salah satu usaha untuk meningkatkan kembali hara dalam tanah dengan cara menambahkan unsur-unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Unsur fosfor merupakan unsur hara makro yang diperlukan oleh pertumbuhan tanaman dalam jumlah yang cukup besar.

Menurut Hanafiah (2005) ketersediaan P dalam tanah dipengaruhi oleh bahan induk tanah, reaksi tanah (pH), dan C-organik tanah. Ketersediaan P yang rendah di dalam tanah, khususnya pada tanah masam, menyebabkan penambahan pupuk kimia P penting untuk dilakukan guna meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah. Salah satu pupuk P yang umum digunakan dalam kegiatan budidaya tanaman adalah TSP. Jika dibandingkan dengan beberapa pupuk anorganik sumber P yang lain, Pupuk TSP memiliki kandungan  $P_2O_5$  lebih tinggi. Kadarnya mencapai 43 - 45% sehingga lebih baik digunakan untuk meningkatkan unsur hara P pada tanah yang miskin unsur hara fosfat.

Penggunaan *biochar* sebagai bahan organik tanah memiliki beberapa manfaat yaitu meningkatkan jumlah daun tertinggi, tinggi tanaman, bobot basah dan bobot



kering brangkasan, N, P, K, Ca, Mg, S, K-dd tanah, KTK dan pH tanah (Suryani, 2013; Sudjana, 2014; Herman dan Resgia, 2018). Hal ini sependapat dengan pernyataan Nisgussie *et al.* (2012) bahwa *biochar* yang diaplikasikan ke dalam tanah secara nyata berpotensi dalam meningkatkan beberapa sifat kimia tanah seperti pH tanah, beberapa senyawa seperti C-organik, N-total serta dapat mereduksi aktivitas senyawa Fe dan Al yang berdampak negatif terhadap peningkatan P-tersedia.

Suntoro (2003) menyatakan bahwa interaksi pemberian bahan organik dan pupuk P berpengaruh sangat nyata terhadap kandungan P tersedia tanah. Selain dikarenakan penambahan pupuk P yang mudah tersedia, peningkatan ketersediaan P juga disebabkan bahan organik baik secara langsung melalui proses mineralisasi maupun tidak langsung dengan membantu pelepasan P yang terfiksasi. Peran bahan organik terhadap ketersediaan hara dalam tanah tidak terlepas dengan proses mineralisasi yang merupakan tahap akhir dari proses perombakan bahan organik. Dalam proses mineralisasi akan dilepas mineral-mineral hara tanaman dengan lengkap (N, P, K, Ca, Mg dan S, serta hara mikro) dalam jumlah tidak tentu dan relatif kecil. Hara N, P dan S merupakan hara yang relatif lebih banyak untuk dilepas dan dapat digunakan tanaman.

### 1.5. Hipotesis

Adapun hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini antara lain.

1. Pemberian *biochar* batang singkong meningkatkan sifat kimia tanah Ultisol yang ditanami jagung ( *Zea mays* L.).
2. Pemupukan P meningkatkan sifat kimia tanah Ultisol yang ditanami jagung ( *Zea mays* L.).
3. Pemberian kombinasi *biochar* batang singkong dan pemupukan P dapat berpengaruh terhadap sifat kimia pada tanah Ultisol yang ditanami jagung ( *Zea mays* L.).

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Tanah Ultisol**

Ultisol merupakan lahan kering yang mempunyai sebaran yang cukup luas di Indonesia, mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan di Indonesia. Penampang tanah yang dalam dan KTK yang tergolong sedang sampai tinggi menjadikan tanah ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia. Hampir semua jenis tanaman dapat tumbuh dan dikembangkan pada tanah ini, kecuali yang terkendala oleh iklim dan relief (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Menurut Hidayat dan Mulyani (2002), penggunaan lahan kering untuk usaha tani tanaman pangan baik di dataran rendah maupun dataran tinggi saat ini di Indonesia seluas 12,9 juta ha, sehingga bila dibandingkan dengan potensinya maka masih terbuka peluang untuk dikembangkan bagi perluasan lahan pertanian terutama untuk tanaman pangan asal dibarengi dengan pengelolaan tanah dan tanaman yang tepat.

Menurut Prasetyo dan Suriadikarta (2006), Ultisol dicirikan oleh adanya akumulasi liat pada horizon bawah permukaan sehingga mengurangi daya resap air yang berakibat meningkatkan aliran permukaan dan erosi tanah. Erosi merupakan salah satu kendala fisik pada tanah Ultisol dan sangat merugikan karena dapat mengurangi kesuburan tanah. Hal ini karena kesuburan tanah Ultisol sering kali hanya ditentukan oleh kandungan bahan organik pada lapisan atas, bila lapisan ini tererosi maka tanah menjadi miskin bahan organik dan unsur hara.

Tanah Ultisol merupakan tanah yang memiliki kesuburan tanah yang rendah. Hal ini disebabkan tanah Ultisol memiliki kemasaman tanah tinggi, kandungan bahan organik, hara makro dan mikro yang rendah, KTK rendah, kandungan Al tinggi serta peka terhadap erosi (Fitriatin *et al.*, 2014, Mulyani *et al.*, 2010, dan Prasetyo

dan Suriadikarta, 2006). Sudjana (2014) juga menyatakan, jenis tanah Ultisol memiliki agregat yang kurang stabil; permeabilitas, kandungan bahan organik dan tingkat kebasaaan yang rendah; tekstur tanah berlempung; mengandung mineral sekunder kaolinit yang sedikit tercampur gipsit dan montmorilonit sehingga memiliki KTK yang rendah; dan pH tanah yang rendah rata- rata 4,2-4,8.

Peningkatan produksi tanaman pada tanah ordo Ultisol tidak cukup hanya dengan memberikan pupuk sebagai sumber hara karena pupuk tersebut tidak akan efektif bila pH tanah masih di bawah 4,5. Namun perlu dilakukan pembenahan terhadap kesuburan tanahnya yaitu dengan penambahan bahan organik seperti *biochar*.

## **2.2. Biochar**

### **2.2.1. Pengertian *Biochar* dan Manfaat *Biochar* pada Tanah**

*Biochar* merupakan bahan padatan kaya karbon yang terbentuk melalui proses pembakaran bahan organik atau biomasa tanpa atau dengan sedikit oksigen (*pyrolysis*) pada temperatur 250-500°C. Bahan utama dalam pembuatan *biochar* adalah biomassa pertanian yang sudah tidak dapat dimanfaatkan atau menjadi limbah seperti tongkol jagung, sekam padi, kulit buah kakao, tempurung kelapa, dan limbah sagu (Gani, 2009; Latuponu *et al.*, 2012b; Goenadi dan Santi, 2017). *Biochar* dapat meningkatkan kelembaban dan kesuburan tanah pertanian serta bisa bertahan ribuan tahun di dalam tanah (Basri, 2011). Menurut penelitian Gani (2009), *biochar* lebih efektif menahan unsur hara untuk ketersediaan bagi tanaman dibandingkan dengan bahan organik lainnya.

Semua bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah nyata meningkatkan berbagai fungsi tanah tak terkecuali retensi berbagai unsur hara esensial bagi pertumbuhan tanaman. Citraresmini dan Bachtiar (2016) menjelaskan bahwa aplikasi kompos jerami dan *biochar* serta inokulasi bakteri pelarut fosfat mampu meningkatkan C-organik tanah dan jumlah populasi bakteri pelarut fosfat. Potensi penggunaan *biochar* di Indonesia cukup besar, mengingat bahan baku seperti kayu, tempurung kelapa, sekam padi, batang singkong dan tanaman bakau cukup tersedia. Pembuatan arang sebenarnya sudah cukup dikenal masyarakat Indonesia, namun belum dimanfaatkan sebagai pembenah tanah. Selama ini

umumnya pembuatan arang (*charcoal*) dari limbah pertanian ditujukan untuk ekspor. Penggunaan *biochar* sebagai bahan pembenah tanah berbahan baku sisa-sisa hasil pertanian yang sulit terdekomposisi merupakan salah satu alternatif yang dapat ditempuh untuk peningkatan kualitas tanah sehingga produksi tanaman dapat ditingkatkan (Nurida, 2014).

Tiga keutamaan dari *biochar* menurut Lehman (2007) adalah (1) kestabilannya dalam tanah (tahan terhadap perombakan), (2) kemampuannya mempertahankan hara dalam tanah, dan (3) mengurangi pencemaran lingkungan. Hal penting lainnya adalah mengurangi pemanasan global karena kandungan karbonnya yang tinggi. *Biochar* ini berasal dari bahan yang tersedia secara organik dalam lingkungan setempat, murah, ramah lingkungan dan berkelanjutan. Pada peruraian *biochar* dihasilkan humus dan karbondioksida. Proses mineralisasi *biochar* menghasilkan senyawa-senyawa organik juga dapat diserap tanaman (Novak *et al.*, 2009). Gani (2009) menyatakan bahwa keuntungan lain dari *biochar* adalah bahwa karbon pada *biochar* bersifat stabil dan dapat tersimpan selama ribuan tahun di dalam tanah.

### **2.2.2. Peran *Biochar* sebagai Pembenah Tanah**

*Biochar* merupakan bahan pembenah tanah yang berasal dari limbah-limbah pertanian dan perkebunan dan telah lama dikenal dalam bidang pertanian yang berguna untuk meningkatkan produktivitas tanah. Teknik penggunaan *biochar* berasal dari basin Amazon sejak 2500 tahun yang lalu. Penduduk asli indian memanfaatkan *biochar* pada kegiatan budidaya tanaman dengan memasukkan limbah-limbah pertanian dan perkebunan ke dalam suatu lubang di dalam tanah dan dilakukan pembakaran sehingga menghasilkan arang. Contoh lainnya adalah “*Terra Preta*” yang sudah cukup dikenal di Brazil, yaitu tanah yang terbentuk akibat proses perladangan berpindah dan kaya akan residu organik yang berasal dari sisa-sisa pembakaran kayu hutan (Glaser *et al.*, 2002).

Aplikasi *biochar* sebagai pembenah tanah telah banyak diteliti, baik di Indonesia maupun di dunia internasional. Berbagai hasil penelitian telah membuktikan bahwa *biochar* sangat bermanfaat bagi pertanian terutama untuk perbaikan

kualitas lahan (sifat fisik, kimia dan biologi tanah). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *biochar* dapat meningkatkan kesuburan tanah dan mampu memulihkan kualitas tanah yang telah terdegradasi (Atkinson *et al.*, 2010; Glaser *et al.*, 2002). *Biochar* menjadi bahan pembenah tanah karena memiliki kemampuan untuk mempertahankan keberadaan unsur hara yang berguna bagi tanaman dengan cara berikatan dengan unsur hara dan persisten yang tinggi serta mampu mengurangi terjadinya aliran permukaan akibat air berlebih (Haryadi, 2016).

Aplikasi *biochar* ke dalam tanah dapat meningkatkan kesuburan tanah dan mampu meningkatkan kualitas tanah yang disebabkan ketersediaan hara yang dibutuhkan tanaman meningkat (Latuponu *et al.*, 2012a; dan Tambunan *et al.*, 2014). Peningkatan ketersediaan hara dalam tanah menyebabkan pertumbuhan dan produksi tanaman ikut meningkat (Bahri *et al.*, 2018; dan Verdiana *et al.*, 2016). Mekanisme *biochar* dalam memperbaiki kondisi tanah yaitu dengan mengaplikasikan *biochar* ke dalam tanah dekat permukaan tanah di sekitar daerah perakaran tanaman sehingga dapat berperan serta saat terjadi siklus unsur hara dan penyerapan hara oleh tanaman. Namun ketika melakukan *landscaping* (suatu tempat yang sengaja dibuat untuk berbagai tujuan yang di dasari fungsi, bentuk dan estetika), *biochar* dapat diaplikasikan di lapisan bawah daerah perakaran dengan tujuan untuk mengikat karbon atau menggunakan *biochar* untuk meningkatkan kelembaban tanah (Sihotang *et al.*, 2018).

Gani (2009) menyatakan bahwa pengaplikasian *biochar* menjadikan suatu penampung bagi CO<sub>2</sub> udara dalam jangka panjang pada ekosistem darat. Respon positifnya untuk mengurangi emisi dan menambah pengikatan gas rumah kaca melalui beberapa mekanisme yaitu: 1) karbon dihasilkan dari siklus hidup tumbuhan dan terkubur dalam tanah; 2) pada tanah yang mengandung *biochar* dapat mengurangi penggunaan pupuk dan kebutuhan irigasi; dan 3) mengurangi pembusukan sisa- sisa tanaman dan limbah pertanian yang mengeluarkan gas metana (CH<sub>4</sub>) yang dipercaya lebih berbahaya dibanding CO<sub>2</sub> sebagai gas rumah kaca. Hal ini menunjukkan bahwa *biochar* juga memiliki sifat ramah

lingkungan dibandingkan bahan organik lain seperti sampah dedaunan, kompos atau pupuk.

Standar mutu yang perlu diperhatikan terhadap penggunaan *biochar* sebagai pembenah tanah adalah perlu adanya klasifikasi terbuka terhadap kualitas *biochar* dengan perbedaan bahan baku dan teknik pembuatan *biochar*. Perbedaan bahan baku dan teknik pembuatan *biochar* menyebabkan karakteristik *biochar* yang dihasilkan akan berbeda sehingga mengakibatkan adanya perbedaan hasil aplikasi *biochar* sebagai bahan pembenah tanah (Goenadi dan Santi, 2017).

### **2.2.3. Pengaruh *Biochar* terhadap Sifat Kimia, Fisika dan Biologi Tanah**

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *biochar* ke dalam tanah secara nyata berpotensi dalam meningkatkan beberapa sifat kimia tanah seperti pH tanah, KTK, dan beberapa senyawa seperti C-organik, N-total, serta dapat mereduksi aktivitas senyawa Al dan Fe yang berdampak terhadap peningkatan P tersedia dalam tanah (Ch'ng *et al.*, 2014; Dariah dan Nurida, 2012; Nurida *et al.*, 2012; Latuponu *et al.*, 2012b; Maftu'ah dan Nursyamsi, 2015; Tambunan *et al.*, 2014).

Nigussie *et al.* (2012) melaporkan bahwa aplikasi *biochar* yang berasal dari bonggol jagung dengan dosis 10 ton ha<sup>-1</sup> secara signifikan meningkatkan pH, C-organik, P-tersedia, N-total, dan KTK tanah yang tercemar maupun yang tidak tercemar Kromium (Cr). Peningkatan ini terjadi disebabkan *biochar* yang berasal dari bonggol jagung ini diketahui mengandung senyawa-senyawa yang dibutuhkan tanaman, memiliki luas permukaan yang tinggi, porositas yang tinggi, serta kandungan abu dalam *biochar* yang secara tidak langsung dapat melarutkan senyawa-senyawa yang terjebak seperti Ca, K, dan N yang dibutuhkan oleh tanaman. Putri *et al.* (2017) juga menyatakan bahwa pemberian *biochar* jerami padi, kulit durian, tandan kosong kelapa sawit dan kotoran sapi meningkatkan N-Total, P-Tersedia, K-tukar, serapan N dan P dan bobot kering tajuk. Penambahan *biochar* ke tanah meningkatkan ketersediaan kation utama seperti fosfor dan nitrogen total serta kapasitas tukar kation (KTK) tanah yang pada akhirnya meningkatkan produksi tanaman (Gani, 2009).



Penambahan *biochar* mempengaruhi sifat fisika tanah melalui peningkatan kapasitas menahan air, sehingga dapat mengurangi *run-off* dan pencucian unsur hara (Nurida, *et al.*, 2012). *Biochar* juga dapat memperbaiki struktur, porositas, dan agregat tanah (Lehman dan Joseph, 2009). Pemberian *biochar* juga berpengaruh secara tidak langsung pada tanaman. *Biochar* akan memperbaiki berbagai sifat tanah, termasuk memperbaiki sifat fisik tanah yang menyebabkan jangkauan perakaran tanaman semakin luas sehingga memudahkan tanaman untuk mendapatkan nutrisi dan air yang dibutuhkan oleh tanaman (Dou, *et al.*, 2012). Hasil pengujian di lahan kering iklim kering dengan menggunakan *biochar* ranting legum berdampak positif terhadap pori drainase cepat dan pori air tersedia. Pada lahan kering iklim kering, perbaikan pori drainase cepat akan sangat membantu pada saat terjadi curah hujan yang tinggi dan bersifat erosif karena sebagian air akan mudah bergerak ke lapisan bawah tanah. Pada saat yang bersamaan, *biochar* yang ada di lapisan atas akan membantu meretensi air sehingga air lebih tersedia untuk tanaman (Nurida, 2014).

Pemberian *biochar* dapat memperbaiki sifat biologi tanah yaitu dapat mempengaruhi populasi dan aktivitas mikroorganisme tanah. Struktur *biochar* yang mengandung pori mikro memberikan mikrohabitat bagi mikroorganisme tanah, sehingga mikroorganisme tanah dapat berkembang dengan baik. Nilai pH *Biochar* yang sesuai dengan pH pertumbuhan optimal bakteri menyebabkan kerapatan populasi bakteri dapat dipertahankan (Santi dan Goenadi, 2010). Aplikasi *biochar* juga meningkatkan karbon dalam tanah yang berperan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme tanah namun *biochar* tidak dikonsumsi seperti bahan organik lainnya (Maftu'ah dan Nursyamsi, 2015; Citraresmini dan Bachtiar, 2017).

### 2.3. Pupuk P

Fosfor merupakan salah satu hara utama yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman, fosfor digunakan dalam proses pembelahan sel. Kecukupan hara P sangat penting untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan bagian vegetatif dan generatif tanaman, meningkatkan kualitas hasil, dan ketahanan

tanaman terhadap penyakit. Fosfor berperan sebagai sumber energi bagi tanaman. Energi yang dihasilkan dari proses fotosintesis dan metabolisme tanaman kemudian disimpan oleh ikatan fosfor untuk diedarkan ke jaringan tanaman sebagai bahan untuk proses tumbuh dan reproduktif tanaman (Tisdale *et al.*, 1985; Foth, 1998; Nursyamsi dan Setyorini, 2009).

Ketersediaan P untuk pertumbuhan tanaman bergantung pada mobilitasnya di dalam tanah dan keseimbangan antara bentuk P larut dan terjerap. Bila P dalam larutan tanah meningkat (misal karena pemberian pupuk P) maka P akan segera dijerap oleh koloid tanah menjadi bentuk tidak tersedia (sementara waktu), proses ini disebut sebagai penjerapan (*adsorption*). Namun demikian, bila P dalam larutan tanah menurun (misal P diserap tanaman atau tercuci) maka P terjerap tersebut akan segera lepas ke dalam larutan tanah, sehingga bisa diserap tanaman, proses ini disebut sebagai pelepasan (*desorption*). Proses penjerapan dan pelepasan P di dalam tanah bergantung pada pH tanah dan mengendalikan bentuk P tanah sehingga pH tanah sangat penting dalam mempengaruhi ketersediaan P tanah (Hakim, *et al.*, 1986).

Pada umumnya, penambahan hara P pada tanaman budidaya dilakukan dengan pemberian pupuk. Pupuk P ini merupakan salah satu pupuk penting untuk ditambahkan dalam kegiatan budidaya tanaman karena pupuk P mengandung unsur hara P yang berperan dalam proses fotosintesis, perkembangan akar, pembentukan bunga, buah dan biji (Ritonga *et al.*, 2015). Jika terjadi kekurangan fosfor, tanaman menunjukkan gejala pertumbuhan yaitu lambat, kerdil, perkembangan akar terhambat, gejala pada daun sangat beragam dan untuk beberapa tanaman menunjukkan warna hijau tua mengkilap yang tidak normal, pematangan buah terhambat, perkembangan bentuk dan warna buah buruk serta biji berkembang secara tidak normal (Novizan, 2002). Namun, permasalahan utama dalam pemupukan P adalah efisiensi pemupukan P. Unsur hara P yang berasal dari pupuk P akan mengalami berbagai reaksi seperti fiksasi dan retensi. Reaksi–reaksi tersebut akan menyebabkan P menjadi tidak tersedia bagi tanaman sehingga efisiensi pemupukan P menjadi rendah. Semakin besar P yang dapat

diserap oleh tanaman, maka efisiensi pemupukan akan semakin tinggi (Harnyantini dan Santoso, 2001).

### III. BAHAN DAN METODE

#### 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Lapangan Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan analisis kimia tanah 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 6-7 bulan dimulai dari bulan Januari 2019 - Juli 2019.

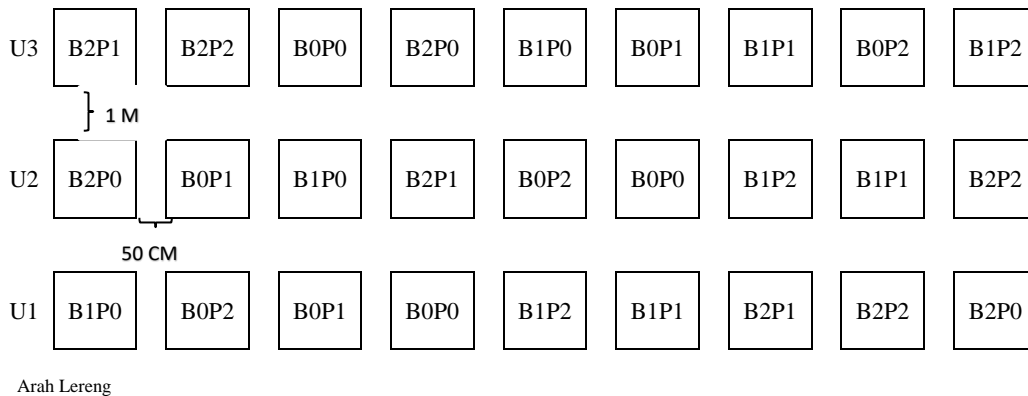
#### 3.2. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah cangkul, *hand traktor*, sprayer, oven, timbangan, sabit, gelas ukur, pengocok tabung, labu Kjeldhal, alat destilasi, *spektrofotometer*, *flamefotometer*, AAS dan *centrifius*. Bahan-bahan yang digunakan meliputi benih jagung (*Zea mays* L.) varietas Sukmaraga, batang singkong (*Manihot esculenta*), pupuk Urea, TSP, KCl, pestisida Furadan, dan Gramaxone 275 SL. Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis kimia tanah di laboratorium terdiri dari : aquades, HCl, NaOH,  $K_2Cr_2O_7$  1 N,  $NH_4OAc$  1 N, dan  $H_2SO_4$  pekat.

#### 3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif yang disusun secara faktorial ( $3 \times 3$ ) yang diterapkan dalam Rancangan Kelompok Teracak Lengkap (RKTL) dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah *biochar* (B) dengan dosis 0 ton  $ha^{-1}$  (B0), 2,5 ton  $ha^{-1}$  (B1), dan 5 ton  $ha^{-1}$  (B2). Faktor kedua adalah pemupukan TSP dengan dosis 0 kg  $ha^{-1}$  (P0), 80 kg  $ha^{-1}$  (P1), dan 160 kg  $ha^{-1}$  (P2), dengan kandungan  $P_2O_5$

dalam TSP sebesar 45% yaitu  $P_2O_5$  0 kg ha<sup>-1</sup>, 36 kg ha<sup>-1</sup>, dan 72 kg ha<sup>-1</sup>. Secara keseluruhan terdapat 27 petak perlakuan (Gambar 1).



Gambar 1. Tata Letak Percobaan dan Perlakuan di Lapang.

#### Keterangan

B0P0 : *Biochar* 0 ton ha<sup>-1</sup> + pemupukan  $P_2O_5$  0 kg ha<sup>-1</sup>

B0P1 : *Biochar* 0 ton ha<sup>-1</sup> + pemupukan  $P_2O_5$  36 kg ha<sup>-1</sup> (80 kg TSP ha<sup>-1</sup>)

B0P2 : *Biochar* 0 ton ha<sup>-1</sup> + pemupukan  $P_2O_5$  72 kg ha<sup>-1</sup> (160 kg TSP ha<sup>-1</sup>)

B1P0 : *Biochar* 2,5 ton ha<sup>-1</sup> + pemupukan  $P_2O_5$  0 kg ha<sup>-1</sup>

B1P1 : *Biochar* 2,5 ton ha<sup>-1</sup> + pemupukan  $P_2O_5$  36 kg ha<sup>-1</sup> (80 kg TSP ha<sup>-1</sup>)

B1P2 : *Biochar* 2,5 ton ha<sup>-1</sup> + pemupukan  $P_2O_5$  72 kg ha<sup>-1</sup> (160 kg TSP ha<sup>-1</sup>)

B2P0 : *Biochar* 5 ton ha<sup>-1</sup> + pemupukan  $P_2O_5$  0 kg ha<sup>-1</sup>

B2P1 : *Biochar* 5 ton ha<sup>-1</sup> + pemupukan  $P_2O_5$  36 kg ha<sup>-1</sup> (80 kg TSP ha<sup>-1</sup>)

B2P2 : *Biochar* 5 ton ha<sup>-1</sup> + pemupukan  $P_2O_5$  72 kg ha<sup>-1</sup> (160 kg TSP ha<sup>-1</sup>)

### 3.4. Pembuatan *Biochar*

Pembuatan *biochar* dilakukan di Balai Penelitian Tanah Kebun Percobaan Taman Bogo Lampung Timur. Pembuatan *biochar* menggunakan 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.

Tahapan pembuatan *biochar* pertama-tama adalah bahan yang telah disiapkan terlebih dahulu dikeringkan. Setelah bahan telah cukup kering maka dimasukan

ke dalam alat ARK sampai terisi penuh. Setelah ditutup dengan plat besi seluruh bagian permukaan alat ARK udara yang keluar atau masuk menjadi sangat sedikit. Hal ini dimaksudkan agar terjadi proses pembakaran tanpa oksigen. Selanjutnya menyalakan tungku pembakaran mulai dinyalakan, pada proses pembakaran api di dalam tungku harus terus diawasi jangan sampai padam sehingga pembakaran sempurna.

Pada umumnya pembakaran dilakukan dengan suhu 200-400°C. Indikator bahan *biochar* telah terbakar dapat dilihat dari tebalnya asap yang keluar melalui cerobong ARK. Setelah asap mulai terlihat keluar dari cerobong maka tungku pembakaran ditutup sehingga oksigen tidak dapat lagi masuk. Waktu yang diperlukan dalam membuat *biochar* berkisar 6-8 jam. Pada saat asap yang keluar dari cerobong sudah tidak terlihat dan hanya terlihat gelombang panas maka tutup bagian permukaan alat ARK di angkat dan diamati apakah bahan *biochar* telah terbakar semua. Apabila telah terbakar semua maka dapat dilakukan penyiraman pada bahan tersebut. Hal ini dimaksudkan agar bahan baku *biochar* tidak menjadi abu akan tetapi hanya menjadi arang. Setelah itu bahan *biochar* yang telah terbakar didiamkan hingga suhu turun menjadi suhu kamar. Selanjutnya *biochar* dijemur agar kadar air menjadi sangat rendah dan digiling hingga halus lalu dilakukan penyaringan dengan ayakan 1 mm.

### **3.5. Pelaksanaan Percobaan**

#### **3.5.1. Pengolahan Tanah**

Sebelum dilakukannya pengolahan tanah, lahan perlu dibersihkan terlebih dahulu. Pembersihan dilakukan dengan alat pemotong rumput untuk memudahkan pengolahan tanah selanjutnya. Pengolahan tanah dilakukan dengan *hand traktor*. Tanah dibajak dua kali, lalu digaru satu kali. Setelah itu dibuat petakan dengan ukuran 3 x 3 m. Jarak antar ulangan 1 m, sedangkan jarak antar perlakuan 0,5 m.

### 3.5.2. Pengaplikasian *Biochar*

Aplikasi *biochar* dilakukan setelah pengolahan tanah dan pembuatan petak selesai. Aplikasi *biochar* dilakukan dengan cara dilarik, yaitu dengan membuat lubang memanjang pada baris tanam di lapangan. Selanjutnya, *biochar* diletakkan di atas permukaan tanah yang sebelumnya telah dilarik, kemudian dibenamkan ke dalam tanah dengan cangkul pada baris tanaman, sehingga *biochar* tercampur sempurna dengan tanah pada baris tanaman. Aplikasi *biochar* dilakukan dengan dosis sesuai perlakuan yaitu B0 sebesar 0 ton ha<sup>-1</sup>, B1 sebesar 2,5 ton ha<sup>-1</sup>, dan B2 sebesar 5 ton ha<sup>-1</sup>. Selanjutnya lahan dibiarkan selama 7 hari sebelum ditanami jagung, hal ini dimaksudkan agar *biochar* yang diaplikasikan sudah berikatan dengan tanah sehingga tidak mudah terbawa aliran permukaan.

### 3.5.3. Penanaman Jagung

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.

### 3.5.4. Pemupukan Tanaman

Penelitian ini menggunakan pupuk Urea, TSP dan KCl. Pemupukan TSP diberikan sekaligus seminggu setelah tanam dengan dosis sesuai perlakuan yaitu 0 kg ha<sup>-1</sup>(P0), 80 kg ha<sup>-1</sup>(P1), dan 160 kg ha<sup>-1</sup>(P2). Pupuk Urea diberikan dengan dosis 350 kg ha<sup>-1</sup> dengan 3 tahap pemupukan. Pemupukan pertama dilakukan pada 7 hari setelah tanam dengan dosis sebesar 100 kg ha<sup>-1</sup>, pemupukan kedua dilakukan pada 28 hari setelah tanam dengan dosis sebesar 150 kg ha<sup>-1</sup>, dan pemupukan ketiga diberikan pada umur tanaman 40 hari setelah tanam dengan dosis sebesar 100 kg ha<sup>-1</sup>. Pupuk KCl dengan dosis 100 kg ha<sup>-1</sup> diberikan dalam 2 tahap pemberian. Pemupukan KCl pertama diberikan pada umur tanaman 7 hari setelah tanam dengan dosis sebesar 50 kg ha<sup>-1</sup> dan pemupukan kedua diberikan

pada umur tanaman 28 hari setelah tanam dengan dosis sebesar 50 kg ha<sup>-1</sup>. Pengaplikasian pupuk dicampur secara merata terlebih dahulu dan diaplikasikan dengan cara ditugal pada baris tanaman dengan jarak 5 cm dari lubang tanam.

#### **3.5.5. Pemeliharaan Tanaman**

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 liter per ha<sup>-1</sup>. Pengendalian OPT dilakukan sesuai dengan kondisi serangan dengan menggunakan pestisida, dan tanaman yang terkena penyakit akan dilakukan seleksi kemudian dibakar.

#### **3.5.6. Panen**

Panen jagung dilakukan apabila sebagian besar kelobot pada pertanaman mulai kering berwarna kuning yaitu 90 hari setelah tanam. Panen dilakukan dengan cara manual yaitu memetik tongkol jagung.

#### **3.5.7. Pengambilan Sampel Tanah**

Pengambilan sampel tanah dilakukan sebelum pengaplikasian *biochar* dan setelah panen dengan menggunakan alat bor tanah. Sampel tanah diambil secara komposit di 5 titik sedalam 0-20 cm per ulangan. Kemudian ulangan disetiap perlakuan sampel dikompositkan sehingga menghasilkan 9 sampel. Sampel tanah dikeringudarkan dan diayak dengan ayakan 2 mm. Selanjutnya sampel tanah disimpan dalam botol untuk dianalisis.



### **3.6. Pelaksanaan Laboratorium**

#### **3.6.1. Analisis Tanah**

Analisis tanah dilakukan pada contoh tanah sebelum tanam dan sesudah panen

Analisis yang dilakukan meliputi :

- a. N-total dengan menggunakan metode Kjeldahl.
- b. K-dd dengan menggunakan metode pengekstrak ammonium asetat ( $\text{NH}_4\text{OAc}$ ) pH 7.
- c. KTK tanah dengan menggunakan metode ammonium asetat ( $\text{NH}_4\text{OAc}$ ) pH 7.
- d. C-organik dengan menggunakan metode *Walkey and Black*.

Selanjutnya data disajikan dengan menggunakan kurva untuk membandingkan sifat kimia tanah berdasarkan perlakuan yang diberikan.

## **V. SIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1. Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pemberian *biochar* batang singkong mampu meningkatkan kadar N-total, kadar K-dd, KTK dan kadar C-organik pada tanah Ultisol.
2. Pemupukan P mampu meningkatkan kadar N-total, kadar K-dd, KTK dan kadar C-organik di dalam tanah Ultisol.
3. Kombinasi Pemberian *biochar* batang singkong dan pemupukan P mampu meningkatkan kadar N-total, kadar K-dd, KTK dan kadar C-organik pada tanah Ultisol.

### **5.2. Saran**

Penelitian yang sama perlu dilakukan pada jenis tanah yang berbeda untuk mengetahui pengaruh pemberian *biochar* batang singkong terhadap sifat kimia, fisika dan biologi tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2018. *Data Jumlah Produksi Singkong Indonesia*. www.BPS.com. Diakses pada tanggal 25 Desember 2019 pukul 03.03 WIB.
- Bahri, S., dan Bimasari. 2018. Aplikasi Bio Urine dan Pupuk Nitrogen pada Tanaman Jagung Manis (*Zea mays*) di Lahan Rawa. *Prospek Agroteknologi*. 7(1): 9-18.
- Basri, A. B., dan Azis. 2011. *Arang Hayati (Biochar) Sebagai Bahan Pembenh Tanah*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Aceh.
- Citraresmini, M.P., and Bachtiar, T. 2016. Dinamika Fosfat pada Aplikasi Kompos Jerami-Biochar dan Pemupukan Fosfat pada Tanah Sawah. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 12(2): 1907-0322
- Damanik, M. M. B., Hasibuan, B.E., Fauzi., Sarifuddin., dan Hanum, H. 2010. *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. USU Press. Medan.
- Dou, L., Komatsuzaki, M., and Nakagawa, M. 2012. Effect of *Biochar*. Mokusakueki and Bokashi Application on Soil Nutrients, Yields and Qualities of Sweet Potato. *J. Agriculture and Soil Science*. 2(3): 18-327.
- Eviati dan Sulaeman. 2009. *Petunjuk Teknis Analisis Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk Edisi 2*. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Fauzi, Kumala,S., dan Purba, M.A. 2015. Pengaruh Pemberian Fosfat Alam dan Bahan Organik pada Tanah Sulfat Masam Potensial Terhadap P-Tersedia Tanah dan Produksi Padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Online Agroekoteaknologi*. 3(3) : 938-948.
- Fitriatin, B. N., A. Yuniarti., T. Turmuktini., dan F. K. Ruswandi. 2014. The Effect of Phosphate Solubilizing Microbe Producing Growth Regulators on Soil Phosphate, Growth and Yield of Maize and Fertilizer Efficiency on Ultisol. *Eurasian J. of Soil Sci*. 3(2): 101-107.

- Gani, A. 2009. *Biochar Penyelamat Lingkungan. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 31(6): 15-16.
- Gani, A. 2010. *Multiguna Arang - Hayati Biochar*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Sinar Tani.
- Glaser, B., Lehmann, J., and Zech, W., 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.
- Hafiz, N., Aditya, S.M., Mitu, S.F., and Rahman, A. 2016. Effect of manure type on phosphorus sorption characteristics of an agricultural soil in bangladesh. *Cogent Food & Agriculture*. 2: 1-13.
- Hakim, N., M.Y. Nyakpa, A.M. Lubis, S.G. Nugroho, M.R. Saul, M.A. Diha, G.B. Hong, dan H.H. Bailey. 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Hale, S. E., Alling, V., Martinsen, V., Mulder, J., Breedveld, G. D., and Cornelissen, G. 2013. The sorption and desorption of phosphate-P, ammonium-N and nitrate-N in cacao shell and corn cob biochars. *Chemosphere*. 91(11): 1612-1619.
- Hanafiah, dan Kemas Ali. 2005. *Dasar-dasar ilmu tanah*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Haryadi, A. 2016. *Pengaruh Residu Biochar Terhadap Pertumbuhan dan Serapan N dan K Tanaman Kedelai (Glycine max) pada Topsoil dan Subsoil Tanah Ultisol*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Haryantini, B. A. , M. Santoso. 2001. Pertumbuhan dan hasil cabai merah pada andisol yang diberi mikoriza, pupuk SP 36 dan zat pengatur tumbuh. *Biosain*. 1(3): 50-57.
- Hidayat, A. dan A. Mulyani. 2002. *Pengelolaan Lahan Kering Menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Hidayat, B., Rauf, A., Sabrina, T., and Jamil, A. 2018. Potential of Several Biomass as *Biochar* for Heavy Metal Adsorbent. *Journal of Asian Scientific Research*. 8(11) : 293-300.

- Kasryno, F., Pasandaran, E., and Fagi, A. M. 2008. *Ekonomi Jagung Indonesia*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., Kinyangi, J., Grossman, J., and O'Neill, B. 2006. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. *Soil Science Society of America Journal*. 70 : 1719–1730.
- Lehmann, J., Ramirez, J., Rondon, M., and Hurtado, M. 2007. Biological Nitrogen Fixation by Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Increases with Biochar additions. *Biology and Fertility Soils*. 43: 699-708.
- Lehmann, J. and S. Joseph. 2009. *Biochar for Environmental Management Science and Technology*. Earthscan. London.
- Lehmann, J., & Joseph, S. (2015). *Biochar for environmental management: science, technology and implementation*. Routledge.
- Latuponu H, Dj. Shiddieq, Abd. 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.
- Maftu'ah, E., dan Nursyamsi, D. 2015. Potensi berbagai bahan organik rawa sebagai sumber biochar. In *Prosiding Seminar Nasional Masy Biodiv Indon* 1(4) : 776-781.
- Maulana, D., Sarno, S., dan Nurmiaty, Y. 2014. Pengaruh Aplikasi Asam Humat dan Pemupukan Fosfor terhadap Serapan Unsur Hara P dan K Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum*). *Jurnal Agrotek Tropika* 2(2): 302-305.
- Mulyani, A., Rachman, A., dan Dairah, A. 2010. Penyebaran Lahan Masam, Potensi dan Ketersediaannya Untuk Pengembangan Pertanian. *Prosiding Simposium Nasional Pendayagunaan Tanah Masam*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Nguyen, Thi Thu Nhan, et.,al. 2017. Effects of biochar on soil available inorganic nitrogen: A review and meta-analysis. *Geoderma* 288: 79– 96.
- Nigussie, A., Kissi, E., Misganaw, M., dan Ambaw, G. 2012. Effect of biochar application on soil properties and nutrient uptake of lettuces (*Lactuca sativa*) grown in chromium polluted soils. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci*. 12(3): 369 – 376.

- Novak, J.M., Busscher, W.J., Laird, D.L., Ahmedna, M., Watts, D.W., and Niandou, M.A.S. 2009. Impact of *biochar* amendment on fertility of a southeastern Coastal Plain Soil. *Soil Science*. 174: 105-112.
- Novizan. 2002. *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Nurida, L.N., Rachman, A., dan Sutono. 2012. Potensi Pembenh Tanah Biochar Dalam Pemulihan Sifat Tanah Terdegradasi Dan Peningkatan Hasil Jagung Pada Typic Kanhapludults Lampung. Balai Penelitian Tanah, Bogor. *Buana Sains*. 12(1): 69-74.
- Nurida, N.L. 2014. *Potensi Pemanfaatan Biochar dan Rehabilitasi Lahan Kering di Indonesia*. Peneliti Badan Litbang Pertanian Di Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Nursyamsi, D., dan Setyorini, D. 2009. Ketersediaan P tanah-tanah netral dan alkalin. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 30: 25-36.
- Prasetyo, B. H. dan Suriadikarta, D. A. 2006. Karakteristik, Potensi, dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol Untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*. 2(25): 39-46.
- Putri, V. I., Mukhlis, dan Hidayat, B. 2017. Pemberian Beberapa Jenis Biochar Untuk Memperbaiki Sifat Kimia Tanah Ultisol dan Pertumbuhan Tanaman Jagung. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*. 5(4): 824- 828.
- Purwani, J., Purnomo, J., dan Saraswati, R. 2008. *Pengaruh Pemberian Bahan Organik dan Pemupukan Fosfat Pada Teknik Budidaya Ubi Kayu Terhadap Sifat Kimia dan Aktivitas Dehydrogenase Lahan Kering Masam Ultisol Lampung*. Balai Penelitian Tanah. Lampung.
- Purwono, H. R., dan Hartono, R. 2007. *Bertanam Jagung Unggul*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rachman, S. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Kanisius. Yogyakarta.
- Ridha, H. 2000. Pengaruh Takaran Pupuk P dan K Terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah, Serapan P dan K Serta Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merr.) Pada Ultisol pondok Meja Jambi. *Jurnal SoilREns*. 4(2): 52-60.

- Ritonga, M., Bintang, dan Sembiring, M. 2015. Perubahan Bentuk P oleh Mikroba Pelarut Fosfat dan Bahan Organik terhadap P-tersedia dan Produksi Kentang (*Solanum tuberosum* L.) pada Tanah Andisol terdampak erupsi Gunung Sinabung. *Jurnal Agroekoteknologi*. 4(1): 1641–1650.
- Rosmarkam, A., dan Yuwono, N.W. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius. Yogyakarta.
- Sanchez, P.A. 2019. *Properties and Management of Soils in The Tropics*. Cambridge University Press.
- Santi, L. P., dan Goenadi, D. H. 2010. Pemanfaatan Biochar sebagai Pembawa Mikroba untuk Pemantap Agregat Tanah Ultisol dari Taman Bogo-Lampung. *Menara Perkebunan*. 78(2): 52-60.
- Sihotang, T., Marbun, P., dan Rauf, A. 2018. Pengaruh Pemberian *Biochar* dari Beberapa Bahan Baku dan Pupuk Kieserit terhadap Sifat Kimia Tanah dan Produksi Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.) di Lahan Sawah. *Jurnal Mantik Penusa*. 2(2): 206-211.
- Solaiman, Z. M., and Anwar., H.M. 2015. Application of Biochars for Soil Constraints: Challenges and Solution. *Pedosphere*. 25(5): 631- 638.
- Steiner, Christoph., et al. 2007. Long Term Effects of Manure, Charcoal and Mineral Fertilization on Crop Production and Fertility on A Highly Weathered Central Amazonian Upland Soil. *Plant and Soil*. 291(1): 275-290.
- Sudjana, B. 2014. Pengaruh Biochar dan NPK Majemuk terhadap Biomassa dan Serapan Nitrogen di Daun Tanaman Jagung (*Zea Mays*) pada Tanah Typic Dystrudepts. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*. 3(1): 63-66.
- Sumanda, K., Tamara, P.E., Alqani, F. 2011. Isolation Study of Efficient Acellulose from Waste Plant Stem Manihot Esculenta Crantz. *Jurnal Teknik Kimia*. 5(2): 434-438.
- Suntoro. 2003. *Peranan Bahan Organik terhadap Kesuburan Tanah dan Pengelolaannya*. UNS Press. Surakarta.

- Suryani, M., Mahfud, M., Salam, A.A., dan Niswati, A. 2013. Perubahan Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Caisim (*Brassica Juncea* L.) akibat Pemberian *Biochar* pada Topsoil dan Subsoil Ultisols. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.
- Tambunan S., Siswanto B., Handayanto E., 2014. Pengaruh Aplikasi Bahan Organik Segar dan *Biochar* terhadap Ketersediaan P dalam Tanah di Lahan Kering Malang Selatan. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 1(1): 85-92.
- Widowati. 2010. Produksi dan Aplikasi *Biochar*/Arang dalam Mempengaruhi Tanah dan Tanaman. *Disertasi*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Widowati, W., Asnah, A., dan Sutoyo, S. 2012. Pengaruh Penggunaan Biochar dan Pupuk Kalium Terhadap Pencucian dan Serapan Kalium pada Tanaman Jagung. *Buana Sains* 12(1): 83-90.