

**PENGARUH RESIDU *BIOCHAR* TERHADAP BEBERAPA SIFAT KIMIA
TANAH DAN PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)
PADA TANAH ULTISOL MUSIM TANAM KE-4**

(Skripsi)

Oleh:

M. Firman Zaylany



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2017

ABSTRAK

PENGARUH RESIDU *BIOCHAR* TERHADAP BEBERAPA SIFAT KIMIA TANAH DAN PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) PADA TANAH ULTISOL MUSIM TANAM KE-4

Oleh

M. Firman Zaylany

Biochar merupakan arang hayati yang diperoleh dari pembakaran tidak sempurna pada temperatur tinggi sehingga menyisakan unsur hara yang meningkatkan kesuburan tanah. *Biochar* memiliki afinitas tinggi terhadap unsur hara dan persisten di dalam tanah sehingga akan meninggalkan residu setelah beberapa musim tanam. Residu *biochar* perlu dikaji lebih lanjut untuk mengetahui pengaruhnya terhadap sifat kimia tanah dan pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mempelajari pengaruh residu *biochar* pada tanah Ultisol terhadap K-dd, serapan K oleh tanaman jagung dan pertumbuhan tanaman jagung, (2) mempelajari pengaruh lapisan tanah terhadap K-dd, serapan K oleh tanaman jagung dan pertumbuhan tanaman jagung, dan (3) mempelajari pengaruh interaksi residu *biochar* dan lapisan tanah terhadap K-dd, serapan K oleh tanaman jagung dan pertumbuhan tanaman jagung.

Penelitian ini dirancang dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor dan tiga ulangan sehingga terdiri dari 36 satuan percobaan. Faktor pertama adalah lapisan tanah berupa *topsoil* dan *subsoil*. Faktor kedua adalah takaran *biochar*, yaitu : 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%. Homogenitas ragam data diuji dengan Uji Bartlett dan aditivitas data diuji dengan Uji Tukey. Data diolah dengan analisis ragam dan dilanjutkan dengan Uji BNP pada taraf nyata 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) Residu *biochar* pada musim tanam keempat masih dapat meningkatkan serapan K oleh tanaman jagung, K-dd, dan pertumbuhan (berat brangkas kering) tanaman jagung namun, tidak dapat meningkatkan reaksi tanah (pH) pada *topsoil* dan *subsoil* Ultisol.

(2) Residu *biochar* dosis 10% masih dapat meningkatkan serapan K oleh tanaman jagung, berat brangkasan basah, dan berat brangkasan kering tanaman. (3) Lapisan tanah tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman jagung, serapan K oleh tanaman jagung, pH tanah, K-dd, berat brangkasan basah dan berat brangkasan kering tanaman. (4) Tidak terjadi interaksi antara lapisan tanah dan residu *biochar* yang mempengaruhi serapan K oleh tanaman jagung, pH tanah, dan K-dd. (5) Tinggi tanaman jagung dan berat brangkasan kering tidak berkorelasi dengan KTK, C- Organik, dan pH tanah, tetapi berkorelasi positif dengan serapan K oleh tanaman jagung.

Kata Kunci: Arang Hayati, Residu *Biochar*, Sifat Kimia Tanah, Ultisol.

**PENGARUH RESIDU *BIOCHAR* TERHADAP BEBERAPA SIFAT KIMIA
TANAH DAN PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) PADA
TANAH ULTISOL MUSIM TANAM KE-4**

Oleh

M. FIRMAN ZAYLANY

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

Judul

: **PENGARUH RESIDU *BIOCHAR*
TERHADAP BEBERAPA SIFAT KIMIA
TANAH DAN PERTUMBUHAN TANAMAN
JAGUNG (*Zea mays* L.) PADA TANAH
ULTISOL MUSIM TANAM KE-4**

Nama

: M. Firman Zaylany

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1014121124

Jurusan

: Agroteknologi

Fakultas

: Pertanian



Menyetujui,

1. **Komisi Pembimbing**

Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc
NIP 196305091987032001

Prof. Dr. Ir. Abdul Kadir Salam, M.Sc.
NIP 196011091985031001

2. **Ketua Jurusan**

Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
NIP 19630508 198811 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

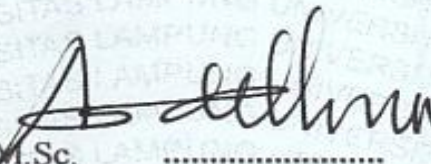
Ketua

: Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc



Sekretaris

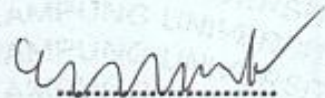
: Prof. Dr. Ir. Abdul Kadir Salam, M.Sc.



Penguji

Bukan Pembimbing

: Prof. Dr. Ir. Muhajir Utomo, M.Sc.

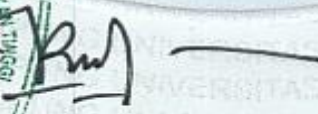


2. Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP. 196111020-198603 1 002



Tanggal Lulus Ujian

: 31 Juli 2017

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“PENGARUH RESIDU *BIOCHAR* TERHADAP BEBERAPA SIFAT KIMIA TANAH DAN PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) PADA TANAH ULTISOL MUSIM TANAM KE-4”** merupakan hasil karya saya sendiri bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila kemudian 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, 7 Agustus 2017

Penulis,



M. Firman Zaylany
NPM 1014121124

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kampung Terbanggi Subing Kecamatan Gunung Sugih Kabupaten Lampung Tengah pada tanggal 4 Maret 1992. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara buah hati dari pasangan Bapak Rasyidi dan Ibu Jumiati.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar Negeri 3 Terbanggi Subing pada tahun 2004. Setelah itu penulis menamatkan pendidikan sekolah lanjutan tingkat pertama di SMP Negeri 2 Bumiratu Nuban pada tahun 2007, kemudian menamatkan pendidikan sekolah lanjutan tingkat atas di SMA Negeri 1 Gunung Sugih 2010, pada tahun yang sama penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur masuk Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Nasional (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis memiliki pengalaman organisasi baik internal kampus maupun eksternal kampus. Penulis di organisasi internal kampus aktif dalam Forum Studi Islam (FOSI) Fakultas Pertanian sebagai Anggota Bidang Kaderisasi Periode 2011/2012 dan Kepala Bidang Penerbitan Periode 2012/2013. Penulis juga aktif di Dewan Perwakilan Mahasiswa Universitas Lampung (DPM-U) sebagai anggota Komisi IV Periode 2013/2014. Penulis di organisasi eksternal kampus aktif dalam Persatuan Mahasiswa dan Pemuda (PERSADA) Lampung Tengah sebagai Sekretaris Umum Periode 2012/2015.

Pada tahun 2013 penulis melakukan PU (Praktik Umum) di PT GGP (*Great Giant Pineapple*) Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah. Pada tahun yang sama juga penulis melakukan KKN (Kuliah Kerja Nyata) di Kampung Bumi Rahayu, Kecamatan Bumiratu Nuban, Kabupaten Lampung Tengah.

*Dengan mengucapkan syukur “Alhamdulillah”
Kupersembahkan karya kecisku ini sebagai rasa hormat,
bakti, tanggung jawab, dan terima kasihku
Kepada :*

Ayahnda Rasyidi dan Ibunda Jumiyati

*Sahabat-sahabat yang selalu memberikan semangat,
dorongan, dan do'a dalam setiap aktivitas penulis*

*Almamaterku tercinta
Universitas Lampung*

SANWACANA

Bismillahirrahmanirrahim.

Alhamdulillahirobbil 'alamin, segala puji hanya milik Allah SWT Rabb semesta alam yang telah memberikan cahaya dan hikmah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Residu *Biochar* terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) pada Tanah Ultisol Musim Tanam Ke-4”. Sholawat dan salam semoga tetap tercurah kepada baginda Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan tauladan bagi umat manusia dalam menjalani kehidupan di dunia ini, serta syafaat yang dinantikan oleh umat muslim di seluruh penjuru dunia. Banyak pihak yang telah memberikan sumbangsih, bantuan, nasihat, saran-saran yang membangun dalam penyelesaian skripsi ini. Oleh karena itu dalam kesempatan ini, dengan segenap kerendahan hati dan rasa hormat penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc., selaku pembimbing pertama, yang telah memberikan motivasi, ide-ide cemerlang, bimbingan, saran dan kritik yang membangun selama penulis merencanakan, melaksanakan penelitian hingga penulisan skripsi ini.

2. Bapak Prof. Dr. Ir. Abdul Kadir Salam, M.Sc., selaku pembimbing kedua, atas segala motivasi, bimbingan, saran dan kritik yang membangun selama penulis merencanakan, melaksanakan penelitian hingga penulisan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhajir Utomo, M.Sc., selaku penguji atas segala petunjuk, saran, serta pengarahan dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Ir. Henrie Buchari , M.Si., selaku pembimbing akademik yang telah menuntun dan membimbing penulis selama menyelesaikan pendidikan di Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc., selaku Ketua Bidang Ilmu Tanah, atas semua saran, bimbingan yang sangat berarti bagi penulis.
6. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.S., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi atas bimbingan dan arahnya.
7. Seluruh dosen-dosen Jurusan Agroteknologi khususnya dan Fakultas Pertanian pada umumnya yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung.
8. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung atas bimbingan dan bantuan yang diberikan.
9. Ayah dan bunda yang telah mencurahkan segala kasih sayang, perhatian, doa yang tulus, dan dorongan moril maupun materil di sepanjang hidupku ini.
10. Adikku yang manja yang telah mencurahkan kasih sayang, perhatian, dan motivasi selama ini.
11. Dua sahabatku yang selalu memberikan bantuan, kritik dan saran dan motivasi selama ini Sakban dan Hamidin.

12. Murabbi dan sahabatku yang telah banyak memberikan motivasi, perhatian, kritik dan saran dalam merangkai mimpi dan cita-cita.
13. Sahabat-sahabatku seperjuangan dalam menyelesaikan skripsi Luthfi, Yasin, Afrizal, dan Sani yang telah banyak memberikan saran, motivasi, dan bantuannya selama ini.
14. Teman-teman Jurusan Agroteknologi Angkatan 2010, 2009, 2008, 2011, 2012.
15. Almamater Universitas Lampung yang turut mendewasakanku dalam berpikir, bertutur kata, dan bertindak, serta memberikan pengalaman yang sangat berharga.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi sedikit harapan semoga skripsi yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. *Aamiin ya rabbal 'alamiin.*

Bandar Lampung, 31 Juli 2017

Penulis

M. Firman Zaylany

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Kerangka Pemikiran	3
1.4 Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanah Ultisol	8
2.2 Pengertian <i>Biochar</i>	9
2.3 Proses Pembuatan <i>Biochar</i>	9
2.4 Pengaruh Aplikasi <i>Biochar</i> terhadap Sifat Kimia, Fisika, dan Biologi Tanah.....	10
2.4.1 Sifat Kimia Tanah	10
2.4.2 Sifat Fisika Tanah	11
2.4.3 Sifat Biologi Tanah	12
2.5 Syarat Tumbuh Tanaman Jagung	12
III. BAHAN DAN METODE	
3.1 Tempat dan Waktu	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Metodologi	15
3.4 Pelaksanaan Penelitian	16
3.4.1 Persiapan Sebelum Tanam	16
3.4.2 Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman.....	16
3.4.3 Pengamatan Pertumbuhan.....	16
3.4.4 Pemanenan	17
3.4.5 Pengambilan Contoh Tanah untuk Analisis.....	17
3.4.6 Analisis Kimia Tanah.....	17

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Pengaruh Residu <i>Biochar</i> terhadap Beberapa Sifat Kima Tanah, Serapan K, dan Pertumbuhan Tanaman pada Tanah Ultisol ditanami Jagung.....	19
4.2	Perubahan reaksi tanah (pH) akibat Residu <i>Biochar</i> pada Lapisan Tanah Ultisol	22
4.3	Perubahan K-dd akibat Residu <i>Biochar</i> pada Lapisan Tanah Ultisol..	23
4.4	Perubahan C-organik dan KTK Tanah akibat Residu <i>Biochar</i> pada Lapisan Tanah Ultisol	24
4.5	Perubahan Serapan K akibat Residu <i>Biochar</i> pada Lapisan Tanah Ultisol	27
4.6	Perubahan Bobot Brangkas Basah dan Kering Tanaman akibat Residu <i>Biochar</i> pada Lapisan Tanah Ultisol.....	28
4.7	Korelasi antara Sifat Kimia Tanah dengan Tinggi Tanaman dan Berat Brangkas Kering akibat Residu <i>Biochar</i> pada Lapisan Tanah Ultisol.	29

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1	Simpulan.....	33
5.2	Saran	34

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Tabel 8-37	40
------------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel	Teks	Halaman
1.	Beberapa sifat kimia tanah Ultisol dan <i>biochar</i>	5
2.	Pengaruh residu <i>biochar</i> dan lapisan tanah terhadap beberapa sifat kimia tanah, serapan K, dan pertumbuhan tanaman serta ringkasan analisis ragamnya.....	20
3.	Perubahan reaksi tanah (pH) akibat residu <i>biochar</i> pada tanah Ultisol ditanami jagung.....	22
4.	Perubahan K-dd akibat residu <i>biochar</i> pada tanah Ultisol ditanami jagung....	23
5.	Perubahan Serapan K oleh tanaman jagung akibat residu <i>biochar</i> pada tanah Ultisol ditanami jagung	28
6.	Perubahan Bobot brangkas basah dan kering tanaman akibat residu <i>Biochar</i> pada tanah Ultisol ditanami jagung.....	29
7.	Korelasi antara sifat kimia tanah dengan tinggi tanaman dan berat brangkas kering akibat residu <i>biochar</i> pada <i>topsoil</i> dan <i>subsoil</i> Ultisol.....	30
Lampiran		
8.	Perubahan reaksi tanah (pH) akibat residu <i>Biochar</i> pada <i>Topsoil</i> dan <i>Subsoil</i> Ultisol ditanami jagung	40
9.	Uji Homogenitas reaksi tanah (pH) akibat residu <i>Biochar</i> pada <i>Topsoil</i> dan <i>Subsoil</i> Ultisol ditanami jagung	40

10. Analisis Ragam reaksi tanah (pH) akibat residu <i>Biochar</i> pada <i>Topsoil</i> dan <i>Subsoil</i> Ultisol ditanami jagung	41
11. Perubahan K-dd akibat residu <i>Biochar</i> pada <i>Topsoil</i> dan <i>Subsoil</i> Ultisol ditanami jagung.....	41
12. Uji Homogenitas K-dd akibat residu <i>Biochar</i> pada <i>Topsoil</i> dan <i>Subsoil</i> Ultisol ditanami jagung.....	42
13. Analisis ragam K- dd akibat residu <i>Biochar</i> pada <i>Topsoil</i> dan <i>Subsoil</i> Ultisol ditanami jagung.....	42
14. % K akibat residu <i>Biochar</i> pada <i>Topsoil</i> dan <i>Subsoil</i> Ultisol ditanami jagung.....	43
15. Perubahan serapan K akibat residu <i>Biochar</i> pada <i>Topsoil</i> dan <i>Subsoil</i> Ultisol ditanami jagung.....	43
16. Uji Homogenitas serapan K akibat residu <i>Biochar</i> pada <i>Topsoil</i> dan <i>Subsoil</i> Ultisol ditanami jagung	44
17. Analisis Ragam serapan K akibat residu <i>Biochar</i> pada <i>Topsoil</i> dan <i>Subsoil</i> Ultisol ditanami jagung.....	44
18. Perubahan tinggi tanaman akibat residu <i>Biochar</i> pada <i>Topsoil</i> dan <i>Subsoil</i> Ultisol ditanami jagung.....	45
19. Uji Homogenitas tinggi tanaman akibat residu <i>Biochar</i> pada <i>Topsoil</i> dan <i>Subsoil</i> Ultisol ditanami jagung	45
20. Analisis Ragam tinggi tanaman akibat residu <i>Biochar</i> pada <i>Topsoil</i> dan <i>Subsoil</i> Ultisol ditanami jagung	46
21. Perubahan bobot brangkasan basah akibat residu <i>Biochar</i> pada <i>Topsoil</i> dan <i>Subsoil</i> Ultisol ditanami jagung	46
22. Uji Homogenitas bobot brangkasan basah akibat residu <i>Biochar</i> pada <i>Topsoil</i> dan <i>Subsoil</i> Ultisol ditanami jagung	47

23. Analisis ragam bobot brangkasan basah akibat residu <i>Biochar</i> pada <i>Topsoil</i> dan <i>Subsoil</i> Ultisol ditanami jagung	47
24. Perubahan bobot brangkasan kering akibat residu <i>Biochar</i> pada <i>Topsoil</i> dan <i>Subsoil</i> Ultisol ditanami jagung	48
25. Uji Homogenitas bobot brangkasan kering akibat residu <i>Biochar</i> pada <i>Topsoil</i> dan <i>Subsoil</i> Ultisol ditanami jagung	48
26. Analisis ragam bobot brangkasan kering akibat residu <i>Biochar</i> pada <i>Topsoil</i> dan <i>Subsoil</i> Ultisol ditanami jagung	49
27. KTK, C organik, pH tanah, serapan K, tinggi tanaman dan berat brangkasan kering tanaman akibat residu <i>Biochar</i> pada <i>Topsoil</i> dan <i>Subsoil</i> Ultisol ditanami jagung	49
28. Uji korelasi KTK tanah terhadap tinggi tanaman	50
29. Uji korelasi C-Organik tanah terhadap tinggi tanaman jagung	51
30. Uji korelasi reaksi tanah (pH) terhadap tinggi tanaman jagung	52
31. Uji korelasi serapan K tanaman terhadap tinggi tanaman jagung	53
32. Uji korelasi K _{dd} terhadap tinggi tanaman jagung	54
33. Uji korelasi KTK tanah terhadap bobot brangkasan kering tanaman	55
34. Uji korelasi C-organik tanah terhadap bobot brangkasan kering tanaman	56
35. Uji korelasi reaksi tanah (pH) terhadap bobot brangkasan kering tanaman	57
36. Uji korelasi serapan K tanaman terhadap bobot brangkasan kering	58
37. Uji korelasi K _{dd} terhadap bobot brangkasan kering	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1.	Perubahan C-organik tanah akibat residu <i>biochar</i> pada <i>topsoil</i> dan <i>subsoil</i> Ultisol ditanami jagung.....	25
2.	Perubahan KTK akibat residu <i>biochar</i> pada <i>topsoil</i> dan <i>subsoil</i> Ultisol ditanami jagung.....	26
Lampiran		
3.	Korelasi KTK dengan tinggi tanaman jagung	50
4.	Korelasi C-Organik tanah dengan tinggi tanaman jagung	51
5.	Korelasi reaksi tanah (pH) dengan tinggi tanaman jagung	52
6.	Korelasi serapan K tanaman dengan tinggi tanaman jagung	53
7.	Korelasi K-dd dengan tinggi tanaman jagung	54
8.	Korelasi KTK tanah dengan bobot brangkasan kering	55
9.	Korelasi C-Organik dengan bobot brangkasan kering	56
10.	Korelasi reaksi tanah (pH) dengan bobot brangkasan kering	57
11.	Korelasi serapan K tanaman dengan bobot brangkasan kering	58
12.	Korelasi K-dd dengan bobot brangkasan kering.....	59
13.	Tata Letak Penelitian	60

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu jenis tanah yang mendominasi daratan Indonesia adalah Ultisol. Luasnya mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia (Subagyo dkk., 2004 *dalam* Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Menurut BKPM (2011) tanah Ultisol di Provinsi Lampung sekitar 1.522.336 ha. Tanah Ultisol biasanya memiliki penampang tanah yang dalam dan merupakan media tumbuh yang baik bagi tanaman apabila memiliki kandungan bahan organik dan kapasitas tukar kation (KTK) yang tinggi, struktur tanah gembur, serta pH tanah yang optimum. Menurut Prasetyo dan Suriadikarta (2006), tanah Ultisol jika digunakan untuk budidaya tanaman pangan dan hortikultura mengalami banyak kendala. Kendala yang dihadapi berupa kemasaman tanah, kandungan hara dan bahan organik yang rendah, kejenuhan Al yang tinggi, dan kepekaan terhadap erosi.

Proses mineralisasi yang berlangsung intensif dan proses dekomposisi yang berjalan cepat menyebabkan kandungan bahan organik dan unsur hara pada tanah Ultisol relatif rendah. Kondisi seperti ini menyebabkan kesuburan menjadi berkurang yang berakibat pada menurunnya produktivitas tanaman. Oleh karena itu, dalam pengelolaan tanah Ultisol diperlukan pembenah tanah yang mampu meningkatkan kesuburan tanah. Bahan pembenah tanah yang umum digunakan

untuk meningkatkan kesuburan tanah adalah tanaman penutup tanah, kompos, pupuk kandang, dan pupuk hijau.

Kelembaban dan temperatur tinggi di daerah tropika akan meningkatkan proses dekomposisi bahan organik dan pelapukan mineral tanah. Bahan pembenah tanah (bahan organik) yang diberikan memiliki peran penting dalam menyediakan hara ke tanaman, menyokong siklus nutrisi yang cepat melalui biomassa, dan menahan pupuk mineral. Keuntungan seperti ini bersifat jangka pendek, bahan organik yang diberikan akan mengalami mineralisasi menjadi CO₂ dan beberapa gas rumah kaca lainnya dalam beberapa musim tanam. Oleh karena itu, penambahan bahan organik harus dilakukan tiap tahun untuk mempertahankan kesuburan tanah (Lehmann dan Rondon, 2006).

Biochar menjadi alternatif yang tepat untuk menanggulangi permasalahan di atas. *Biochar* merupakan arang hayati yang diperoleh dari pembakaran tidak sempurna sehingga menyisakan unsur hara dan 50 % karbon (C) yang dapat meningkatkan kesuburan tanah (Gani, 2010). Jika pembakaran berlangsung sempurna, biochar berubah menjadi abu dan melepaskan C yang dapat mencemari lingkungan.

Afinitas *biochar* yang tinggi terhadap unsur hara dan persistensinya di dalam tanah merupakan faktor yang mendorong pemanfaatan *biochar* di bidang pertanian. Hasil penelitian Mawardiana dkk. (2013) menunjukkan bahwa residu *biochar* dan pemupukan NPK memiliki daya jerap yang tinggi terhadap K yaitu 0,27 me/ 100g tanah. Hal serupa juga disampaikan oleh Lehmann dan Rondon (2006) bahwa manfaat *biochar* dapat bertahan dalam tanah pada waktu yang relatif lama.

Untuk mempelajari residu *biochar* yang tertinggal dalam *topsoil* dan *subsoil* tanah Ultisol pada penelitian sebelumnya maka dilakukan penelitian lanjutan dengan indikator tanaman jagung. Jagung merupakan tanaman C4, sehingga lebih respon terhadap unsur hara dan intensitas cahaya matahari.

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mempelajari pengaruh residu *biochar* pada tanah Ultisol terhadap K-dd serapan K oleh tanaman jagung dan pertumbuhan tanaman jagung.
2. Mempelajari pengaruh lapisan tanah terhadap K-dd, serapan K oleh tanaman jagung dan pertumbuhan tanaman jagung.
3. Mempelajari pengaruh interaksi residu *biochar* dan lapisan tanah terhadap K-dd, serapan K oleh tanaman jagung dan pertumbuhan tanaman jagung.

1.3 Kerangka Pemikiran

Salah satu jenis tanah yang mendominasi daratan Indonesia adalah Ultisol. Luasnya mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia (Subagyo dkk., 2004 *dalam* Prasetyo dan Suriadikarta 2006). Tanah Ultisol yang menyebar diberbagai pulau di Indonesia belum dapat dimanfaatkan sepenuhnya untuk budidaya tanaman pangan dan hortikultura. Pemanfaatan tanah Ultisol untuk budidaya tanaman pangan dan hortikultura memiliki faktor pembatas, seperti pH tanah yang masam, KTK dan unsur hara yang rendah. Untuk mengoptimalkan pemanfaatan tanah Ultisol dalam budidaya tanaman pangan dan hortikultura perlu bahan pembenah tanah.

Ada beberapa bahan pembenah tanah yang digunakan untuk meningkatkan kesuburan tanah, seperti tanaman penutup tanah, kompos, pupuk kandang, dan pupuk hijau. Namun, bahan-bahan pembenah tanah ini dinilai kurang efektif karena proses dekomposisi yang tinggi di daerah tropika sehingga perlu aplikasi yang rutin. Oleh karena itu, perlu bahan pembenah tanah yang memiliki afinitas tinggi terhadap unsur hara dan persisten di dalam tanah. Arang hayati (*biochar*) dinilai memiliki kedua sifat tersebut, sehingga pada akhir-akhir ini mendapat perhatian oleh peneliti/ ilmuwan bidang ilmu tanah.

Perhatian terhadap *biochar* didorong oleh studi tentang tanah yang ditemui di Lembah Amazon, disebut *Terra Preta*. Tanah ini dikelola oleh bangsa Amerindian selama ratusan tahun dan masih memiliki karbon organik dan kesuburan tanah yang tinggi. Menurut Lehmann dan Rondon (2006) Karbon organik dan kesuburan tanah yang tinggi berasal dari *biochar*.

Biochar dihasilkan melalui proses pembakaran pada temperatur tinggi dalam kondisi oksigen (O₂) terbatas. Bahan dasar yang dapat digunakan dalam pembuatan *biochar* mudah ditemui di lingkungan sekitar. Yaman (2004) menyampaikan potongan kayu, tempurung kelapa, tongkol jagung, sekam padi atau kulit buah kacang-kacangan, kulit kayu, dan serbuk gergaji dapat digunakan untuk menghasilkan *biochar*. Menurut Niswati (2013) *biochar* dari sekam padi diketahui memiliki kandungan C-organik > 35% dan kandungan unsur hara makro seperti N, P, dan K yang cukup tinggi sehingga pertumbuhan tanaman jagung lebih baik dibanding kontrol.

Adapun karakteristik kimia dari *biochar* berbahan dasar sekam padi menurut Suryani (2013) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Beberapa sifat kimia tanah Ultisol dan *biochar*.

Sifat Kimia	Metode	Tanah		<i>Biochar</i>
		<i>Topsoil</i>	<i>Subsoil</i>	
pH	Elektrometrik	4,69	4,61	8,99
P-Tersedia	Bray 1 (mg kg ⁻¹)	16,7	3,29	171
K-dd	NH ₄ OAc 1 N pH 7 (cmol kg ⁻¹)	0,76	0,41	121
N-Total	Kjeldahl (g kg ⁻¹)	1,70	1,50	13,3

(Suryani 2013)

Menurut Shenbagavalli dan Mahimairaja (2012) bahwa *biochar* memiliki kandungan C –organik (g kg⁻¹) sebesar 940 atau 94 %. Di dalam *biochar* terkandung N -Total 1,33 %. Dengan demikian, C /N rasio dari *biochar* adalah 70,7 %. C/ N rasio akan menentukan laju proses dekomposisi, jika C /N rasio tinggi maka aktivitas mikroorganisme akan berkurang sehingga proses dekomposisi akan relatif lambat.

Aplikasi *biochar* memiliki dua manfaat yaitu sebagai pembenah tanah dan peningkat produksi tanaman. Hal ini sesuai dengan penelitian Suryani (2013) yang menunjukkan bahwa pemberian *biochar* pada tanah Ultisol nyata meningkatkan pH, K-dd, dan serapan K, serta mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman caisim. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Hariyadi (2014) yang menunjukkan bahwa residu *biochar* pada takaran 5% nyata meningkatkan pertumbuhan dan serapan hara N pada tanaman kedelai dibandingkan dengan kontrol. Untuk mengetahui persistensi *biochar* di dalam tanah perlu dilakukan penelitian tentang residu *biochar* di berbagai wilayah dan beberapa jenis tanaman.

Penelitian yang dilakukan oleh Cheng dkk. (2008) menyatakan bahwa residu *biochar* mampu bertahan di dalam tanah selama 130 tahun tidak dipengaruhi oleh perubahan suhu. Untuk memahami persistensi *biochar* di dalam tanah diperlukan indikator, di antaranya adalah serapan K dan pertumbuhan tanaman jagung.

Jagung sebagai indikator pengaruh residu *biochar* ditanam pada lapisan tanah *topsoil* dan *subsoil* Ultisol. Umumnya *topsoil* memiliki banyak unsur hara sedangkan *subsoil* miskin unsur hara. Untuk itu diperlukan bahan pembenah tanah *biochar*. Pengaruh *biochar* disampaikan oleh Gani (2010) bahwa penambahan *biochar* ke tanah akan meningkatkan ketersediaan kation utama, N-total, P, dan KTK yang berakibat pada meningkatkan produktivitas tanaman. Tingginya ketersediaan hara bagi tanaman merupakan hasil dari bertambahnya nutrisi secara langsung dari *biochar*, sehingga menyebabkan meningkatnya retensi hara, dan perubahan dinamika mikroba tanah.

Jagung merupakan komoditas penting di Indonesia. Kandungan karbohidrat yang terdapat di dalamnya menjadikan jagung sebagai bahan pangan kedua setelah padi. Jagung dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak, biofarmaka, dan bahan baku industri. Pertambahan jumlah penduduk dan perkembangan industri pakan ternak di Indonesia akan meningkatkan permintaan jagung nasional. Menurut catatan BPS (badan pusat statistik) pada periode 2000-2011 kenaikan konsumsi jagung nasional setiap tahun rata-rata 8 %, sementara angka peningkatan produksi jagung hanya 6 % per tahun (Bappebti, 2014).

Untuk menunjang produktivitas tanaman jagung diperlukan unsur hara makro dan mikro esensial bagi tanaman. Salah satu unsur hara makro esensial yang

dibutuhkan tanaman adalah K. Unsur K berperan dalam mengaktifkan enzim, pembukaan stomata (mengatur respirasi dan transpirasi), daya tahan terhadap kekeringan dan penyakit, serta berperan dalam perkembangan akar. Unsur K harus ada di dalam tanah yang digunakan tanaman dalam proses-proses tersebut. Oleh sebab itu, residu *biochar* dan tanaman jagung dijadikan sebagai indikator dalam serapan K.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Residu *biochar* masih dapat meningkatkan K-dd, pH tanah, serapan K dan pertumbuhan tanaman jagung pada *topsoil* dan *subsoil* Ultisol.
2. Lapisan tanah berpengaruh terhadap K-dd, pH tanah, serapan K dan pertumbuhan tanaman jagung.
3. Terdapat interaksi antara *biochar* dan lapisan tanah terhadap serapan K dan pertumbuhan tanaman jagung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Ultisol

Ultisol merupakan salah satu jenis tanah yang mendominasi daratan Indonesia, luasnya mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia (Subagyo dkk., 2004, *dalam* Prasetyo dan Suriadikarta 2006). Pulau Sumatera memiliki sebaran Ultisol terluas ke-2 (9.469.000 ha) setelah Pulau Kalimantan (21.938.000 ha), diikuti Maluku dan Papua (8.859.000 ha), Sulawesi (4.303.000 ha), Jawa (1.172.000 ha), dan Nusa Tenggara (53.000 ha).

Menurut Prasetyo dkk., (2005), Tanah Ultisol umumnya memiliki nilai kejenuhan basa $< 35\%$ dan beberapa jenis tanah Ultisol mempunyai KTK $< 16 \text{ cmol kg}^{-1}$ liat, yaitu Ultisol yang mempunyai Horizon Kandik. Reaksi tanah Ultisol umumnya masam hingga sangat masam (pH 5–3,10), kecuali tanah Ultisol dari batu gamping yang memiliki reaksi tanah netral (pH 6,80–6,50). Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa tanah Ultisol dari bahan vulkan, tufa berkapur, dan batu gamping mempunyai kapasitas tukar kation yang tinggi.

Menurut Prasetyo dan Suriadikarta (2006), kandungan hara dan bahan organik tanah Ultisol relatif rendah. Hal ini terjadi karena proses pencucian yang intensif, dekomposisi berjalan cepat dan sebagian terbawa erosi. Oleh karena itu,

peningkatan produktivitas dapat dilakukan melalui perbaikan tanah (ameliorasi), pemupukan, dan pemberian bahan organik.

2.2 Pengertian *Biochar*

Biochar merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan arang berpori yang terbuat dari sampah organik yang ditambahkan ke tanah. *Biochar* dihasilkan melalui proses pembakaran tidak sempurna (tanpa O₂) pada temperatur tinggi. Proses ini menghasilkan dua jenis bahan bakar (gas sintetis dan minyak nabati), dan arang hayati (*biochar*) sebagai produk sampingan (Nabihaty, 2010). *Biochar* memiliki karakteristik permukaan yang besar, pori-pori makro dan mikro, kerapatan isi, serta kapasitas mengikat air yang tinggi. Karakteristik yang dimiliki *biochar* mampu memasok C dan mengurangi CO₂ dari atmosfer dengan cara mengikatnya ke dalam tanah (Liang dkk., 2008).

2.3 Proses Pembuatan *Biochar*

Bahan baku yang dapat digunakan dalam pembuatan *biochar* dapat diperoleh dari lingkungan sekitar, seperti potongan kayu, tempurung kelapa, tandan kelapa sawit, tongkol jagung, sekam padi, kulit buah kacang-kacangan, kulit-kulit kayu, dan serbuk gergaji. Bila limbah tersebut mengalami pembakaran tidak sempurna akan dihasilkan 3 substansi, yaitu: metana dan hidrogen yang dapat dijadikan bahan bakar, *bio-oil* yang dapat diperbaharui, dan *biochar*. *Biochar* dapat dihasilkan dari sistem pirolisis atau gasifikasi. Kedua sistem produksi tersebut dapat dijalankan melalui unit-unit yang bergerak atau menetap. Sistem pirolisis dan gasifikasi skala kecil dapat digunakan di lapang atau industri kecil yang

memiliki kapasitas 50 -1.000 kg per hari. Pada tingkat lokal atau regional, unit-unit pirolisis dan gasifikasi dapat dioperasikan oleh perusahaan atau industri besar, dan dapat memproses sampai 4.000 kg biomasa per jam (Gani, 2010).

Biochar diperoleh dari proses pembakaran limbah organik pada kondisi oksigen terbatas atau tidak ada (Lehmann, 2007). Jenis limbah organik (bahan baku) yang digunakan dan *biochar* yang dihasilkan sangat memengaruhi kualitas sebagai pembenah tanah (McLaughlin dkk., 2009). *Biochar* memiliki kapasitas adsorpsi atau KTK tinggi, dan tingkat bahan mobail rendah.

2.4 Pengaruh Aplikasi *Biochar* terhadap Sifat Kimia, Fisika, dan Biologi Tanah

Aplikasi *biochar* berdampak positif terhadap sifat kimia, fisika, dan biologi tanah. Berdasarkan beberapa hasil penelitian, efek positif *biochar* diuraikan sebagai berikut:

2.4.1 Sifat Kimia Tanah

Beberapa hasil penelitian yang telah banyak dilakukan menunjukkan bahwa *biochar* yang diaplikasikan 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 Fe dan Al yang berdampak negatif terhadap peningkatan P-tersedia (Nigussie dkk., 2012). Perbaikan sifat kimia yang diakibatkan oleh penambahan *biochar* secara tidak langsung berdampak positif pula terhadap pertumbuhan tanaman yang tumbuh di atasnya.

Nigussie dkk. (2012) menyampaikan bahwa aplikasi *biochar* yang berasal dari bonggol jagung dengan dosis 10 ton ha⁻¹ mampu meningkatkan pH, C-organik, P-tersedia, N-total, dan KTK tanah yang tercemar maupun yang tidak tercemar Kromium (Cr). Peningkatan ini terjadi karena *biochar* yang berasal dari bonggol jagung 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 terjerap seperti Ca, K, dan N yang dibutuhkan oleh tanaman.

2.4.2 Sifat Fisika Tanah

Penambahan *biochar* memengaruhi sifat fisika tanah melalui peningkatan kapasitas menahan air, sehingga dapat mengurangi *run-off* dan pencucian unsur hara. Selain itu, *biochar* juga dapat memperbaiki struktur, porositas, dan formasi agregat tanah (Southavong, 2012). Perbaikan sifat fisika tanah menyebabkan jangkauan perakaran tanaman semakin luas sehingga memudahkan tanaman untuk mendapatkan nutrisi dan air yang dibutuhkan dalam pertumbuhannya.

Selain itu peran *biochar* bagi tanah adalah menjaga kelembapan dan meningkatkan kesuburan tanah. Karakteristiknya yang memiliki pori – pori yang berguna mencegah aliran permukaan (*run-off*) memungkinkan untuk turut mencegah terjadinya kehilangan unsur hara yang berguna bagi tanaman sehingga pencucian unsur hara N dapat dikurangi secara signifikan dengan menambahkan *biochar* ke dalam tanah (Steiner, 2007).

2.4.3 Sifat Biologi Tanah

Biochar dapat memengaruhi populasi dan aktivitas mikroorganisme tanah. Menurut hasil penelitian Graber dkk. (2010), kehadiran *biochar* dapat merangsang populasi *rhizobakteria* dan fungi yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. Hal ini disebabkan oleh perubahan komposisi dan aktivitas enzim di daerah sekitar perakaran yang meningkat. Selain itu, daya tumbuh (viabilitas) bakteri mengalami peningkatan setelah ditambahkan *biochar* selama 12 bulan masa simpan pada Ultisols Taman Bogo. Menurut Santi dan Goenadi (2010), hal ini disebabkan karena pH *biochar* asal cangkang kelapa sawit sesuai dengan pH untuk pertumbuhan optimal bakteri, sehingga populasi bakteri dapat dipertahankan.

Aplikasi *biochar* juga berpengaruh terhadap meningkatnya kesuburan tanah. Hal ini disebabkan pori-pori pada *biochar* menjadi tempat berkembangnya organisme tanah yang berfungsi untuk proses dekomposisi bahan organik di dalam tanah. Menurut Laird (2008), bahwa persistensi dan ainitas *biochar* di dalam tanah dapat mencapai 1000 tahun yang akan memicu bertambahnya populasi organisme tanah sehingga ketersediaan unsur hara dapat terus dipertahankan dalam jangka waktu yang lama.

2.5 Syarat Tumbuh Tanaman Jagung

Menurut Novriani (2010), tanaman jagung merupakan salah satu jenis tanaman yang mampu beradaptasi pada kondisi iklim yang bervariasi. Suhu optimum untuk pertumbuhan tanaman jagung berkisar antara 24 – 30°C. Jagung merupakan tanaman C4, yang dalam pertumbuhannya membutuhkan sinar matahari penuh

agar dapat melakukan proses fotosintesis dengan sempurna. Curah hujan yang cocok untuk pertumbuhan jagung berkisar antara 250-5000 mm. Media tumbuh yang optimal bagi tanaman jagung adalah tanah yang gembur dan subur, serta drainase dan aerasi yang baik. Reaksi tanah (pH) yang sesuai untuk tanaman jagung berkisar antara 5,5 – 7,0 dengan ketinggian 0 – 1300 m dpl.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penanaman dan pemeliharaan tanaman jagung dilaksanakan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Analisis sifat kimia tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penelitian dilaksanakan dari bulan Desember 2015 sampai bulan April 2016.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah cangkul, tali, plastik, *polybag* ukuran 7 kg, ayakan 2 dan 5 mm, ember, *beaker glass* 1000 ml, spidol, timbangan, dan alat-alat laboratorium lainnya untuk analisis sifat kimia tanah.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah residu *biochar* pada *topsoil* (0-20 cm) dan *subsoil* (20-40 cm) Ultisol, benih jagung, aquades, pupuk dasar NPK, dan bahan-bahan kimia lainnya untuk analisis sifat kimia tanah di laboratorium. Residu *biochar* yang digunakan merupakan residu musim tanam ke-3 setelah pertanaman caisim, jagung, dan kedelai, kemudian diberakan selama ± 6 bulan. Aplikasi *biochar* pada tanaman caisim dilakukan oleh Suryani (2013) untuk mempelajari pengaruh *biochar* terhadap beberapa sifat kimia tanah pada *topsoil* dan

subsoil tanah Ultisol. Selanjutnya dilakukan penelitian oleh Niswati (2013) untuk mengkaji pengaruh *biochar* terhadap perubahan kesuburan tanah dan aktivitas mikroba tanah pada indikator tanaman jagung, dan dilanjutkan penelitian oleh Hariyadi (2014) tentang pengaruh residu *biochar* terhadap pertumbuhan dan serapan K dan N oleh tanaman kedelai. Sebelum dilakukan penelitian lebih lanjut, tanah residu *biochar* diberakan selama ± 6 bulan.

3.3 Metodologi

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor, yaitu :

Faktor pertama adalah kedalaman lapisan tanah, yaitu :

$L_1 = \text{topsoil (0-20 cm)}$

$L_2 = \text{subsoil (20-40 cm)}$

Faktor kedua adalah takaran biochar, yaitu :

$B_0 = 0\% \text{ Biochar (kontrol)}$

$B_1 = 5\% \text{ Biochar}$

$B_2 = 10\% \text{ Biochar}$

$B_3 = 15\% \text{ Biochar}$

$B_4 = 20\% \text{ Biochar}$

$B_5 = 25\% \text{ Biochar}$

Homogenitas data diuji dengan menggunakan Uji Bartlett dan aditivitas data dengan Uji Tukey. Data yang memenuhi asumsi dilanjutkan dengan analisis

ragam pada taraf nyata 5 % dan 1 %, kemudian dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5 %.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Sebelum Tanam

Terdapat 36 pot percobaan sisa penelitian sebelumnya dan dipindahkan ke *polybag* yang baru, lalu dibagi menjadi tiga kelompok percobaan sesuai dengan ulangnya. Pada satu kelompok percobaan diacak secara lengkap dan diberikan pupuk NPK tiga HST (hari setelah tanam) benih jagung.

3.4.2 Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman

Benih jagung yang ditanam pada setiap *polybag* adalah dua benih. Hal ini dilakukan sebagai cadangan apabila benih pada *polybag* ada yang tidak tumbuh. Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan melakukan penyiraman dan pengendalian gulma secara manual, yaitu dengan cara menyiangi gulma-gulma yang tumbuh di *polybag*.

3.4.3 Pengamatan Pertumbuhan

Pengamatan pertumbuhan dimulai satu minggu setelah benih jagung ditanam. Pengamatan yang dilakukan meliputi tinggi tanaman (mengukur dari media tumbuh sampai bagian tanaman yang tertinggi) dan jumlah daun. Pengamatan dilakukan setiap minggu sampai tanaman memasuki masa vegetatif maksimum.

3.4.4 Pemanenan

Pemanenan dilakukan pada saat tanaman memasuki fase vegetatif maksimum.

Pemanenan dilakukan dengan mencabut tanaman beserta akarnya dari *polybag*, kemudian bagian akar utuh dicuci untuk menghilangkan tanah yang menempel, lalu bobot basah dan bobot kering brangkasanya ditimbang.

3.4.5 Pengambilan Contoh Tanah untuk Analisis

Contoh tanah yang digunakan untuk analisis diambil dari masing-masing *polybag* yang memiliki perlakuan sama, kemudian dikomposit dari daerah sekitar perakaran tanaman.

3.4.6 Analisis Kimia Tanah

Analisis kimia tanah dilakukan setelah pemanenan tanaman jagung. Adapun peubah utama yang dianalisis adalah sebagai berikut:

1. Reaksi tanah (pH) dengan metode elektrometrik (Tim DDIT, 2015).
2. K-dd dengan menggunakan metode NH_4OAc (Tim DDIT, 2015).
3. KTK tanah dengan menggunakan metode NH_4OAc (Tim DDIT, 2015).
4. C-organik dengan menggunakan metode Walkley and Black (Tim DDIT, 2015).
5. Serapan K oleh tanaman. (Tim DDIT, 2015).
6. Tinggi tanaman dengan cara mengukur dari permukaan media tumbuh sampai ujung daun atau bagian tanaman yang tertinggi.

Peubah pendukung yang diamati yaitu:

1. Jumlah daun dengan cara menghitung setiap helai daun.

2. Bobot basah berangkas tanaman, dengan cara menimbang seluruh berangkas tanaman dari daun sampai akar tanaman.
3. Bobot kering berangkas tanaman, dengan cara mengoven berangkas pada suhu 70°C selama 48 jam.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Residu *Biochar* terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah, Serapan K, dan Pertumbuhan Tanaman pada Tanah Ultisol ditanami Jagung

Rata-rata data pH tanah, C organik, K-dd, KTK tanah, serapan K, dan komponen pertumbuhan tanaman serta ringkasan analisis ragamnya dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata data reaksi tanah (pH) tertinggi adalah perlakuan *biochar* dosis 25 % sedangkan rata-rata data reaksi tanah (pH) terendah adalah perlakuan kontrol (tanpa *biochar*). Analisis ragam menunjukkan bahwa residu *biochar* berpengaruh nyata terhadap reaksi tanah (pH). Berdasarkan uji BNT pada tabel 3 menunjukkan bahwa residu *biochar* dosis 15 % - 25 % berbeda nyata dengan perlakuan tanpa *biochar* (residu *biochar* dosis 0%).

Tabel 2 juga menunjukkan bahwa rata-rata data K-dd tertinggi adalah perlakuan *biochar* dosis 25 % sedangkan rata-rata data K-dd terendah adalah perlakuan kontrol. Analisis ragam menunjukkan bahwa residu *biochar* berpengaruh nyata terhadap K-dd. Uji BNT disajikan pada Tabel 4. Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa residu *biochar* dosis 5% dan 10% tidak berbeda nyata dengan dosis *biochar* 0%. Residu *biochar* dosis 25% berbeda nyata dengan dosis *biochar* 5 % - 10 % dalam mempengaruhi K-dd tanah, dengan hasil tertinggi berada pada dosis *biochar* 25% .

Tabel 2. Pengaruh residu *biochar* dan lapisan tanah terhadap beberapa sifat kimia tanah, serapan K, dan pertumbuhan tanaman serta ringkasan analisis ragamnya.

Perlakuan	Kimia Tanah				Serapan K (g tan ⁻¹)	Tanaman		
	pH tanah	C-Organik (%)	K-dd (cmol kg ⁻¹)	KTK (cmol kg ⁻¹)		TT (cm)	BB (g tan ⁻¹)	BK (g tan ⁻¹)
L ₁ B ₀	4,6	0,9	0,5	4,2	7,8	116,7	86,1	10,3
L ₁ B ₁	4,7	0,9	0,7	3,9	11,5	125,0	96,7	11,5
L ₁ B ₂	4,8	0,8	0,8	6,2	22,7	155,3	193,8	26,1
L ₁ B ₃	4,9	0,8	0,9	6,2	14,4	121,3	125,0	14,6
L ₁ B ₄	5,0	1,1	1,0	6,0	20,1	148,7	163,1	19,9
L ₁ B ₅	4,9	1,5	1,1	8,6	14,0	126,3	118,4	13,1
L ₂ B ₀	4,7	0,3	0,4	4,2	6,5	103,3	65,4	6,9
L ₂ B ₁	4,8	0,8	0,5	5,3	18,7	138,7	153,2	19,9
L ₂ B ₂	4,7	1,0	0,6	5,7	18,8	148,0	159,7	20,6
L ₂ B ₃	4,9	1,1	0,9	7,8	16,2	139,0	158,5	19,3
L ₂ B ₄	4,7	1,1	1,0	7,9	13,0	123,3	115,5	12,4
L ₂ B ₅	4,8	1,2	1,0	8,8	12,6	112,3	100,8	12,0
SK	F hitung dan Signifikansi							
Lapisan	0,49		2,51		0,18	0,39	0,14	0,13
Biochar	2,72*		15,85**		3,80*	2,34	4,10**	4,25**
Interaksi	2,45		0,42		1,15	0,82	1,48	1,67

Keterangan : TT: tinggi tanaman, BB: berat basah, BK: berat kering.

L₁B₀: lapisan *topsoil* + 0% *biochar*; L₂B₀: lapisan *subsoil* + 0% *biochar*; L₁B₁: lapisan *topsoil* + 5% *biochar*; L₂B₁: lapisan *subsoil* + 5% *biochar*; L₁B₂: lapisan *topsoil* + 10% *biochar*; L₂B₂: lapisan *subsoil* + 10% *biochar*; L₁B₃: lapisan *topsoil* + 15% *biochar*; L₂B₃: lapisan *subsoil* + 15% *biochar*; L₁B₄: lapisan *topsoil* + 20% *biochar*; L₂B₄: lapisan *subsoil* + 20% *biochar*; L₁B₅: lapisan *topsoil* + 25% *biochar*; L₂B₅: lapisan *subsoil* + 25% *biochar*.

** : sangat nyata pada taraf nyata 0,05 dan 0,01 ; * : nyata pada taraf nyata 0,05 dan 0,01

C organik dan KTK tanah tidak dilakukan analisis ragam, tetapi dari pengamatan secara deskriptif terlihat bahwa perlakuan residu *biochar* dengan dosis 20 % dan 25 % lebih tinggi daripada dosis 5 %, 10%, dan 15 % serta kontrol (tanpa *biochar*). Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat residu *biochar* sampai pertanaman ke- 4 tahun ke- 3 dengan semakin tinggi dosis *biochar* maka akan semakin lama residu *biochar*

yang tertinggal dalam tanah. Lehmann, dkk.(2006) menyampaikan bahwa C- organik yang ada dalam biochar memiliki struktur C aromatik sehingga lebih tahan terhadap dekomposisi. Menurut Sukartono dan Utomo (2012), KTK mampu bertahan di dalam tanah diakibatkan oleh pemberian *biochar* yang akan meminimalisir resiko pencucian kation seperti K^+ dan NH_4^+ .

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata data serapan K tertinggi adalah perlakuan *biochar* dengan dosis 20% pada lapisan tanah *topsoil* L₁B₄, sedangkan hasil terendah berada pada perlakuan kontrol (*biochar* dosis 0%) pada lapisan tanah *subsoil* L₂B₀. Analisis ragam menunjukkan bahwa residu *biochar* berpengaruh nyata terhadap perubahan serapan K. Uji BNJ pada Tabel 5 menunjukkan bahwa residu *biochar* meningkatkan serapan K tanaman jagung pada dosis 10 %, sedangkan pada residu *biochar* dosis 5 %, 15 %, 20 %, dan 25 % tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa biochar (residu *biochar* dosis 0 %).

Berdasarkan rata-rata Tabel 2. Bahwa bobot brangkasan basah dan bobot brangkasan kering secara nyata dipengaruhi oleh residu *biochar*, tetapi tidak dipengaruhi lapisan tanah dan tidak terjadi interaksi antara lapisan tanah dan residu biochar. Tabel 2. Juga menunjukkan bahwa tinggi tanaman tidak nyata dipengaruhi oleh residu *biochar* dan lapisan tanah. Tidak terjadi interaksi antara lapisan tanah dengan residu *biochar*. Hal ini memungkinkan bahwa unsur hara yang ada pada residu *biochar* berkurang seiring berjalanya waktu karena terjadi proses pencucian dan imobilisasi unsur hara N. Pencucian unsur hara dapat terjadi karena perbedaan tekanan air pada saat penyiraman tanaman, sehingga air bergerak kebawah dengan membawa material

terlarut pada residu *biochar*. Selain adanya penyiraman yang rutin pada saat pengamatan tanaman, air hujan juga akan mempengaruhi pencucian unsur hara secara berkala.

Imobilisasi unsur hara N dapat terjadi adanya serasah tumbuhan (bahan organik) yang mengikat unsur hara untuk proses dekomposisi bahan organik sehingga menjadi tidak mobail. Pemberian pupuk dasar pada awal pertanaman jagung memungkinkan terjadi proses imobilisasi pada polybag yang terdapat serasah tumbuhan.

4.2 Perubahan Reaksi Tanah (pH) akibat Residu *Biochar* pada Lapisan Tanah Ultisol

Uji BNJ pada Tabel 3 menunjukkan bahwa pemberian *biochar* dosis 5 % - 25 % tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa *biochar* (residu *biochar* dosis 0%).

Tabel 3. Perubahan reaksi tanah (pH) akibat residu *Biochar* pada tanah Ultisol ditanami jagung.

<i>Biochar</i> (%)	pH tanah
0	4,63 a
5	4,74 a
10	4,76 a
15	4,85 a
20	4,85 a
25	4,88 a
BNJ 5% 0,30	

Keterangan : Angka– angka yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hariyadi (2014) bahwa residu *biochar* pada dosis 5% berbeda nyata dengan residu *biochar* 0%. Tetapi, residu *biochar* dosis 5% tidak berbeda nyata dengan residu *biochar* dosis 10 % - 25 % dalam memberikan pengaruh terhadap reaksi tanah (pH). Hal ini menunjukkan bahwa residu *biochar* seiring berjalanya waktu tidak mampu memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan reaksi tanah (pH tanah) yang disebabkan adanya proses dekomposisi.

4.3 Perubahan K-dd akibat Residu *Biochar* pada Lapisan Tanah Ultisol

Hasil uji beda nilai jujur (BNJ) menunjukkan bahwa residu *biochar* pada dosis 5% tidak berbeda nyata dengan dosis *biochar* 0%. Residu *biochar* pada dosis 25% berbeda nyata dengan dosis *biochar* 5 % dan 10 % dalam mempengaruhi K-dd tanah, dengan hasil tertinggi berada pada dosis *biochar* 25% (Tabel 4).

Tabel 4. Perubahan K-dd akibat residu *Biochar* pada tanah Ultisol ditanami jagung.

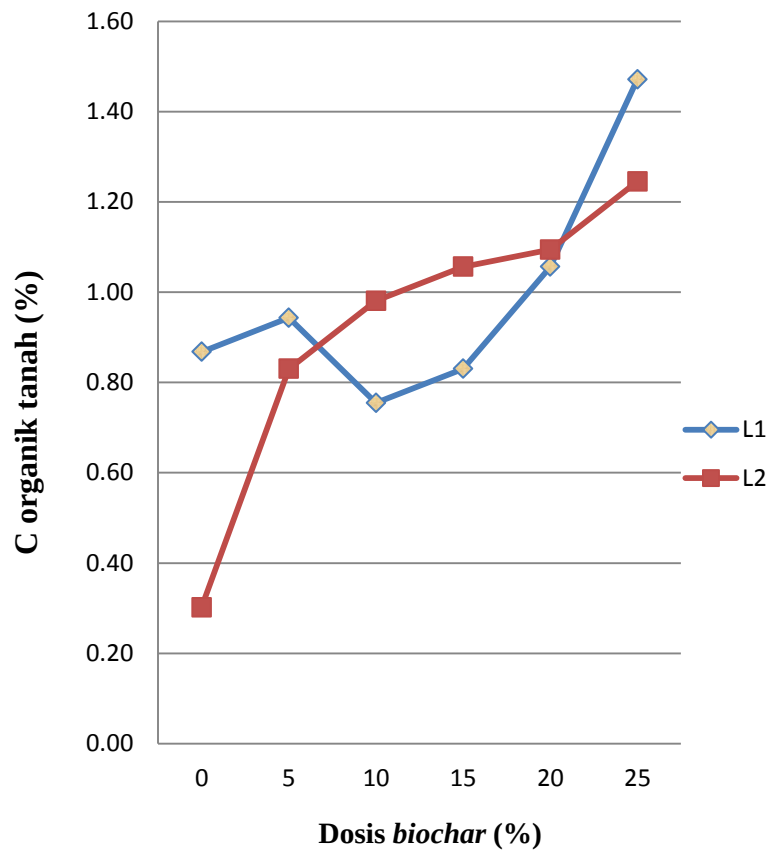
<i>Biochar</i> (%)	K-dd (me/100g tanah)
0	0,46 a
5	0,60 a
10	0,68 ab
15	0,87 bc
20	0,96 bc
25	1,02 c
BNJ 5%	0,29

Keterangan : Angka– angka yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata.

Kalium merupakan unsur hara esensial bagi tanaman yang digunakan dalam beberapa proses seperti metabolisme karbohidrat, aktivator enzim, mengatur tekanan osmotik, mengatur efisiensi air, serapan N dan sintesis protein, dan translokasi dari asimilat (Clarkson dan Hanson, 1980). Ketersediaan K di dalam tanah dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pH tanah dan KTK. Menurut Widowati, dkk. (2012), tanah yang memiliki pH rendah akan menyebabkan K mudah hilang karena proses pencucian. Tetapi, jika tanah memiliki KTK yang tinggi maka akan mempengaruhi ketersediaan K didalam tanah, karena KTK dapat meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan K sehingga menurunkan potensi pencucian. *Biochar* memiliki sifat yang baik sehingga memiliki daya tahan yang tinggi terhadap pelapukan dan dapat menyerap ion lebih baik dibandingkan dengan jenis bahan organik lainnya, karena *biochar* memiliki luas permukaan yang tinggi, dan kerapatan isi rendah (Liang dkk., 2008).

4.4 Perubahan C-organik dan KTK Tanah akibat Residu *Biochar* pada Lapisan Tanah Ultisol

Hasil analisis C-organik menunjukkan bahwa hasil analisis C-organik tertinggi pada perlakuan *biochar* dengan dosis 25% pada lapisan tanah *topsoil* L₁B₅, sedangkan untuk hasil terendah berada pada perlakuan kontrol (*biochar* dosis 0%) pada lapisan tanah *subsoil* L₂B₀. Perubahan C- organik akibat perlakuan *biochar* diperlihatkan pada Gambar 1.

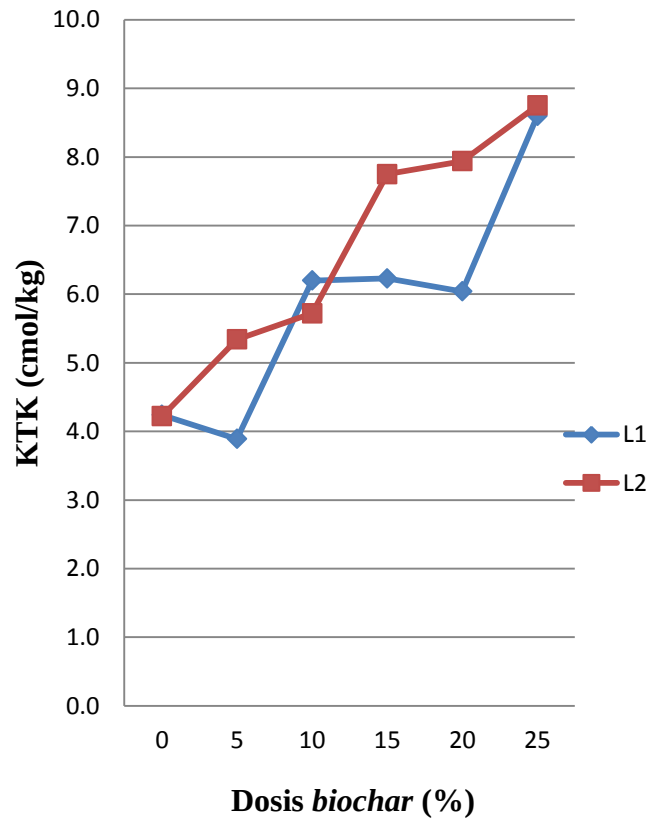


Ket: L1 (*Top soil*), L2 (*Sub soil*)

Gambar 1. Perubahan C-organik tanah akibat residu *biochar* pada *topsoil* dan *subsoil* Ultisol ditanami Jagung.

Gambar di atas menunjukkan bahwa residu biochar berpengaruh terhadap kandungan C-organik tanah dalam jangka waktu yang relatif lama. Hal ini disebabkan oleh stabilisasi C-organik yang dimiliki *biochar* sehingga mampu mempertahankan kandungan hara dan bahan organik yang ada di dalam tanah. Menurut Gani (2010), manfaat *biochar* jauh lebih besar jika ditanamkan ke dalam tanah dalam mewujudkan pertanian lebih ramah lingkungan. Hal ini karena di dalam tanah, biochar menjadi

habitat yang baik bagi mikroba tanah dan tidak akan mudah tererosi pada saat *run off* (aliran air permukaan).



Ket: L1 (*Top soil*), L2 (*Sub soil*)

Gambar 2. Perubahan KTK akibat residu *biochar* pada *topsoil* dan *subsoil* Ultisol ditanami Jagung.

Data pada Gambar 2 menunjukkan bahwa hasil analisis KTK tanah tertinggi pada perlakuan *biochar* dosis 25 % pada lapisan *subsoil* L₂B₅, sedangkan untuk hasil terendah berada pada perlakuan kontrol (*biochar* dosis 0 %) pada lapisan tanah *subsoil*. Perubahan KTK akibat *biochar* pada *topsoil* dan *subsoil* Ultisol ditanami jagung diperlihatkan pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan bahwa residu *biochar*

pada lapisan tanah *topsoil* dan *subsoil* mengalami peningkatan. Menurut Sukartono dan Utomo (2012) bahwa pemberian *biochar* ke dalam tanah akan meningkatkan ketersediaan kation, hal ini mengakibatkan KTK tanah akan meningkat. Selain itu, *biochar* akan meminimalisir resiko pencucian kation seperti K^+ dan NH_4^+ .

4.5 Perubahan Serapan K akibat Residu *Biochar* pada Lapisan Tanah Ultisol

Kalium diserap oleh perakaran tanaman dalam bentuk kation K^+ . Kation K^+ yang diserap melalui perakaran tanaman akan menentukan jumlah K yang diserap oleh tanaman tersebut.

Pengaruh residu *biochar* terhadap Serapan K tanaman jagung ditunjukkan pada Tabel 5. Tabel ini menunjukkan bahwa residu *biochar* meningkatkan serapan K tanaman jagung pada dosis 10 %, sedangkan pada residu *biochar* dosis 5 %, 15 %, 20 %, dan 25 % tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa *biochar* (residu *biochar* dosis 0 %). Hal ini disebabkan oleh unsur K yang memiliki ukuran bentuk terhidrasi relatif besar dan bervalensi 1, maka kalium tidak kuat dijerap oleh muatan permukaan koloid, sehingga mudah mengalami pencucian dari tanah (Hanafiah, 2008). Selain itu, menurut Kaiser, dkk (2016) menyatakan bahwa kebutuhan K untuk tanaman jagung berkisar 1,8-3,0 % K pada saat fase vegetatif akhir.

Tabel 5. Perubahan serapan K oleh tanaman jagung akibat residu *Biochar* pada tanah Ultisol ditanami jagung.

<i>Biochar</i> (%)	Serapan K (g tan ⁻¹)
0	7,13 a
5	15,08 ab
10	20,74 b
15	15,27 ab
20	16,58 ab
25	13,30 ab
BNJ 5%	12,21

Keterangan : Angka– angka yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata.

4.6 Perubahan Bobot Brangkasan Basah dan Kering Tanaman akibat Residu *Biochar* pada Lapisan Tanah Ultisol

Pengaruh residu *biochar* terhadap bobot brangkasan basah dan kering tanaman ditunjukkan pada Tabel 6. Tabel ini menunjukkan bahwa residu *biochar* meningkatkan bobot brangkasan basah dan kering tanaman pada dosis 10 %, sedangkan pada residu *biochar* dosis 5 %, 15 %, 20 %, dan 25 % tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa *biochar* (residu *biochar* dosis 0 %).

Biochar memiliki daya menahan air yang tinggi. Kandungan *biochar* yang tinggi akan menahan air lebih tinggi, sehingga potensi pencucian unsur hara melalui air lebih tinggi pada residu *biochar* dosis 15 % - 25 %, menurut Glaser (2002) bahwa unsur hara dapat berkurang dengan adanya proses pencucian bersama air. Selain itu,

memungkinkan bahwa unsur hara yang ada pada residu *biochar* berkurang seiring berjalanya waktu karena terjadi proses pencucian dan imobilisasi unsur hara N. Menurut Rida (2015) Unsur hara N merupakan unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah banyak yang berperan dalam Mempercepat pertumbuhan tanaman. Umumnya unsur Nitrogen menyusun 1-5% dari berat brangkasan tanaman.

Tabel 6. Perubahan bobot brangkasan basah dan kering tanaman akibat residu *Biochar* pada tanah Ultisol ditanami jagung.

<i>Biochar</i> (%)	Bobot basah (g tan ⁻¹)	Bobot kering (g tan ⁻¹)
0	75,8 a	8,6 a
5	125 ab	15,7 ab
10	177 b	23,4 b
15	142 ab	17,0 ab
20	139 ab	16,2 ab
25	110 ab	12,6 ab
BNJ 5%	89,4	12,7

Keterangan : Angka– angka yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata.

4.7 Korelasi antara Sifat Kimia Tanah dengan Tinggi Tanaman dan Berat Brangkasan Kering akibat Residu *Biochar* pada Lapisan Tanah Ultisol.

Uji korelasi menunjukkan bahwa KTK tanah, C-organik tanah, pH tanah dan K-dd tidak berkorelasi dengan tinggi tanaman. Namun demikian, serapan K oleh tanaman jagung berkorelasi positif dengan tinggi tanaman.

Tabel 7. Korelasi antara Sifat Kimia Tanah dengan Tinggi Tanaman dan Berat Brangkas Kering akibat residu *Biochar* pada *Topsoil* dan *Subsoil* Ultisol.

Sifat Kimia Tanah/ Tanaman	Peubah	
	Tinggi tanaman	Berat brangkas kering
	 r	
KTK	0.07 ^{tn}	0.15 ^{tn}
C – Organik	0.18 ^{tn}	0.11 ^{tn}
pH tanah	0.42 ^{tn}	0.46 ^{tn}
K-dd	0.15 ^{tn}	0.15 ^{tn}
Serapan K	0.94**	0.96**

Keterangan : tn = tidak ada korelasi, ** = ada korelasi

Berdasarkan Tabel 7. bahwa KTK tanah, C-organik tanah, pH tanah dan K-dd tidak berkorelasi dengan berat brangkas kering. Namun demikian, serapan K oleh tanaman jagung berkorelasi positif dengan berat brangkas kering.

KTK tanah tidak berkorelasi dengan tinggi tanaman dan berat brangkas kering, hal ini kemungkinan disebabkan oleh keberadaan jumlah kation-kation seperti Mg^{2+} , K^+ , Ca^{2+} , dan NH_4^+ di dalam tanah yang rendah, sehingga tidak mampu menahan unsur hara yang hilang karena proses pencucian. Demikian juga dengan C-organik, menurut Puslittanak (2005) bahwa kandungan C-organik tanah berkisar 1,00 % – 2,00% maka tergolong rendah. Kandungan C-organik yang rendah akan menurunkan KTK tanah yang mengakibatkan unsur hara mudah hilang karena proses dekomposisi dan pencucian hara.

Reaksi tanah (pH) tidak berkorelasi dengan tinggi tanaman dan berat brangkas kering, hal ini disebabkan karena reaksi tanah (pH) yang masam, sehingga akan mempengaruhi ketersediaan unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman. Menurut

Hanafiah (2008) bahwa pH optimum untuk ketersediaan unsur hara tanah berada pada pH netral yaitu 7,0, karena pada pH ini unsur hara makro lebih mudah tersedia sedangkan unsur hara mikro tidak, kecuali Mo. Dengan demikian, kemungkinan terjadinya toksisitas unsur mikro tertekan. Selain itu, pada pH di bawah 6,5 dapat terjadi defisiensi unsur P, Ca, dan Mg serta toksisitas B, Mn, Cu, Zn dan Fe, sedangkan pH di atas 7,5 dapat terjadi defisiensi unsur P, B, Fe, Mn, Cu, Zn, Ca dan Mg, juga toksisitas B dan Mo.

Jumlah hara yang diperlukan untuk proses pertumbuhan dan perkembangan setiap tanaman berbeda-beda. Dengan demikian, pengetahuan tentang pengaruh pH terhadap pola ketersediaan hara tanah dapat dijadikan acuan dalam memilih tanaman yang sesuai. Menurut Novriani (2010), tanaman jagung akan tumbuh dengan baik pada pH berkisar antara 5,5 – 7,0.

Berdasarkan hasil uji korelasi menunjukkan bahwa K_{dd} tidak berkorelasi dengan tinggi tanaman dan berat brangkasan kering. Namun, serapan K nyata berkorelasi dengan tinggi tanaman dan berat brangkasan kering tanaman jagung. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi serapan K maka tinggi tanaman dan brangkasan tanaman jagung juga semakin tinggi. Serapan K yang baik meningkatkan ketersediaan unsur K bagi tanaman. Kalium merupakan unsur hara makro yang dibutuhkan oleh tanaman kedelai terutama pada fase pertumbuhan. Kalium berperan pada proses metabolisme karbohidrat, aktivator enzim, dan kalium berperan sebagai media transportasi unsur hara dari akar menuju ke daun. Selain itu, K berperan mentranslokasi asimilat hasil fotosintesis dari daun menuju ke seluruh jaringan

tanaman. Kalium diserap oleh tanaman dalam bentuk ion K^+ . Ketersediaan unsur K cukup mempengaruhi tinggi tanaman dan berat brangkasan tanaman (Clarkson dan Hanson, 1980).

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

1. Residu *biochar* pada musim tanam keempat masih dapat meningkatkan serapan K oleh tanaman jagung, K-dd, dan pertumbuhan (berat brangkasan kering) tanaman jagung namun, tidak dapat meningkatkan reaksi tanah (pH) pada *topsoil* dan *subsoil* Ultisol.
2. Residu *biochar* dosis 10% masih dapat meningkatkan serapan K oleh tanaman jagung, berat brangkasan basah, dan berat brangkasan kering tanaman.
3. Lapisan tanah tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman jagung, serapan K oleh tanaman jagung, pH tanah, K-dd, berat brangkasan basah dan berat brangkasan kering tanaman.
4. Tidak terjadi interaksi antara lapisan tanah dan residu *biochar* yang mempengaruhi serapan K oleh tanaman jagung, pH tanah, dan K-dd.
5. Tinggi tanaman jagung dan berat brangkasan kering tidak berkorelasi dengan KTK, C- Organik, dan pH tanah, tetapi berkorelasi positif dengan serapan K oleh tanaman jagung.

5.2 Saran

1. Penelitian yang sama perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian *Biochar* terhadap unsur hara mikro.
2. Penelitian yang sama perlu dilakukan di lapangan dengan tingkat kesuburan lahan yang berbeda untuk mengetahui pengaruh pemberian *Biochar* terhadap sifat kimia dan biologi tanah.
3. Penelitian yang sama perlu dilakukan di lapangan dengan menggunakan jenis *Biochar* yang berasal dari bahan yang berbeda selain sekam padi.
4. Penelitian dapat dilakukan dengan menggunakan bahan pembenah tanah seperti pupuk kandang sebagai pembanding.
5. Sebaiknya penelitian di lapangan menggunakan beberapa jenis tanaman lain yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bappebti (Badan Pengawas Perdagangan Berjangka Komoditi). 2014. Gudang SRG Solusi Impor Jagung (<http://www.bappebti.go.id/>) diakses 14 September 2015 pkl 20.32 WIB.
- BKPM (Badan Koordinasi Penanaman Modal). 2011. Potensi Investasi Provinsi Lampung (<http://dokumen.tips/documents/potensi-investasi-provinsi-lampung-2011.html>) diakses 14 September 2015 pkl 20.37 WIB
- Cheng, C.H., Lehmann, J., Thies, J.E., dan Burton, S. 2008. Stability of black carbon in soils across a climatic gradient. *J. of Geophysical Res.* 113: 1–10
- Clarkson, D.T. and Hanson, J.B. 1980. The mineral nutrition of higher plants. *Annual Review of Plant Physiology* 31: 239-298.
- Gani, A. 2010. Multiguna Arang - Hayati Biochar. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Sinar Tani. Edisi 13-19: 1-4.
- Glaser. 2002. Ameliorating Physical and Chemical Properties of Highly Weathered Soils in The Tropics With Charcoal: A review, *Biol. Fertil. Soils.* (35): 219–230.
- Graber, E.R., Harel, Y.M., Kolton, M., Crtryn, E., Silber, A., David, D.R., Tsechansky, L., Borenshtein, M., dan Elad, Y. 2010. Biochar Impact on Developmenr and Productivity of Pepper and Tomato grown in Fertigated Soilless Media. *Plant Soil.* 337: 481-496.
- Hanafiah, K.A. 2008. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta : PT. RajaGrafindo Persada.
- Hariyadi, A . 2014. Residu Pemberian Biochar terhadap Pertumbuhan dan Serapa N & K Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) pada Topsoil dan Subsoil Ultisol. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, 57 p.

- Laird, D.A. 2008. The charcoal vision: a win-win-win scenario for simultaneously producing bioenergy, permanently sequestering carbon, while improving soil and water quality. *Agronomist J.* 100: 178-181.
- Lehmann, J. dan Rondon, M. 2006. Bio-char Soil Management on Highly-Weathered Soils in The Humid Tropics. In: N. Uphoff (ed.), *Biological Approaches to sustainable Soil Systems*, Boca Raton, CRC Press. Taylor and Francis Group. p. 517-530.
- Lehmann, J., Gaunt, J., dan Rondon, M. 2006. Biochar Sequestration in Terrestrial Ecosystem: A review, Mitigation and Adaptation Strategy og Global Change. 11 : 403 - 427
- Lehmann, J. 2007. Bioenergy in The Black. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5: 381-387.
- Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., Sohi, S., Thies, J.E., Skjemstad, J.O., Luizao, F.J., Engelhard, M.H., Neves, E.G., dan Wirick, S. 2008. Stability of Biomassderived Black Carbon in Soils. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 72: 6079-6089.
- Mawardiana, Sufardi,E., dan Husen. 2013. Pengaruh Residu Biochar dan Pemupukan NPK terhadap Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan serta Hasil Tanaman Padi Musim Tanam Ketiga. *J. Konservasi Sumber Daya Lahan* 1: 16-23.
- McLaughlin, H., Anderson, P.S., Shields, F.E., dan Reed, T.B. 2009. All Biochars are not Created Equal, and How to Tell Them Apart. Proceedings, North American Biochar Conference, Boulder, Colorado, August 2009. www.biochar-international.org/sites/default/files/All-Biochars--Version2--Oct2009.pdf. 1-36.
- Nabihaty, F. 2010. Pemanfaatan Limbah Pertanian Untuk Membuat Biochar. <http://smarttien.blogspot.com/2010/11/pemanfaatan-limbah-pertanian-untuk.html>. Diakses tanggal 12 September 2015 pkl 13.21 WIB.
- 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.

- Niswati, A. 2013. Peningkatan Kesuburan dan Aktivitas Mikroba Tanah dengan Aplikasi Biochar pada Ultisols Taman Bogo. Laporan Penelitian Dipa Senior. Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, 39 p.
- Novriani. 2010. Alternatif Pengelolaan unsur hara P (Fosfor) pada budidaya jagung. *Agronomis.*, 2 (3) : 42-49.
- Prasetyo, B.H., Subardja, D. dan Kaslan, B. 2005. Ultisols dari Bahan Volkan Andesitic di Lereng Bawah G. Ungaran. *J. Tanah dan Iklim* 23: 1–12.
- Prasetyo, B.H. dan Suriadikarta, D.A. 2006. Karakteristik, Potensi, dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *J. Litbang Pertanian* 25: 1-9.
- Puslittanak. 2005. Satu Abad : Kiprah Lembaga Penelitian Tanah Indonesia 1905-. 2005. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Rida, D. 2015. Manfaat unsur N, P, dan K bagi Tanaman. BPTP (Balai Penelitian Tanaman Pangan) : Kalimantan Timur.
- Shenbagavalli, S., dan Mahimairaja, S. 2012. Characterization and Effect of Biochar on Nitrogen and Carbon Dynamics in Soil. *International J. of Advanced Biological Res* 2: 249 – 255.
- Southavong, S. 2012. Effect of soil amender (biochar or charcoal) and biodigester effluent on growth and yield of water spinach, rice and on soil fertility. *Thesis in Agricultural Sciences Animal Husbandry*. Can Tho University.
- Sukartono., dan Utomo, W.H. 2012. Peranan Biochar sebagai Pembenah Tanah pada Pertanaman Jagung di Tanah Lempung Berpasir (*Sandy Loam*) Semiari Tropis Lombok Utara. *Buana Sains*. 12: 91–98.
- Suryani, M. 2013. Perubahan Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Caisim (*Brassica juncea* L.) akibat Pemberian *Biochar* pada *Topsoil* dan *Subsoil* Ultisol. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, 79 p.
- Santi, L. P. dan Goenadi, D. H. 2010. Pemanfaatan *bio-char* sebagai pembawa mikroba untuk pemantap agregat tanah Ultisol dari Taman Bogo-Lampung. *Menara Perkebunan.*, 78 (2): 52 – 60.

Sukartono dan Utomo, W. H. 2012. Peranan Biochar sebagai Pembenh Tanah pada
Pertanaman Jagung di Tanah Lempung Berpasir (*Sandy Loam*) Semiarid Tropis
Lombok Utara. *Buana Sains*. Vol 12 No. 1 : 91-98

Steiner, C. Teixeira W., Lehmann J., Nehls T., de Macêdo J., Blum W., Zech W.,
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: 275–290.

Tim DDIT. 2015. Penuntun Praktikum Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian,
Universitas Lampung.

Widowati, Asnah, dan Sutoyo. 2012. Pengaruh Penggunaan Biochar dan Pupuk
Kalium Terhadap Pencucian dan Serapan Kalium Pada Tanaman Jagung.
Fakultas Pertanian Universitas Tribhuwana Tungadewi. Buana Sains Vol
12 No. 1:2, 2012.

Yaman, S. 2004. Pyrolysis of biomass to produce fuels and chemical feedstocks.
Energy Conversion and Management 45:651-671