

**PENGARUH RESIDU *BIOCHAR* BATANG SINGKONG DAN PEMUPUKAN P
TERHADAP SERAPAN HARA NPK TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)
MUSIM TANAM KE-2 PADA TANAH ULTISOL**

(Skripsi)

Oleh

Intan Sucinda Agustin



**JURUSAN AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

PENGARUH RESIDU *BIOCHAR* BATANG SINGKONG DAN PEMUPUKAN P TERHADAP SERAPAN HARA NPK TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) MUSIM TANAM KE-2 PADA TANAH ULTISOL

Oleh
Intan Sucinda Agustin

Tanah Ultisol adalah tanah yang pada umumnya tidak subur karena memiliki kapasitas jerapan fosfor yang tinggi dan menyebabkan ketersediaan unsur hara fosfor yang rendah dikarenakan pencucian kation basa berlangsung intensif, Biochar merupakan bahan pembenah tanah yang telah lama dikenal dalam bidang pertanian yang berguna untuk meningkatkan produktifitas tanah. Pemberian biochar batang singkong dan pupuk perlu dikaji lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh residu biochar terhadap serapan hara N, P dan K pada tanaman jagung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh residu *biochar* dan pupuk P terhadap NPK jaringan pada tanaman jagung dan mengetahui pengaruh residu biochar batang singkong dan pupuk P terhadap serapan hara NPK pada tanaman jagung. Penelitian dilakukan di Laboratorium Lapangan Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan analisis tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian dan di UPT Laboraturium Terpadu dan Sentra Inovai Teknologi Universitas Lampung Penelitian dilakukan pada bulan Maret 2020 - Desember 2020. Perlakuan disusun secara faktorial (3 x 3) dalam rancangan kelompok teracak lengkap (RKTL), dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah macam *Biochar* (B) dengan dosis 0 Mg ha⁻¹(B₀), 2,5 Mg ha⁻¹(B₁) dan 5 Mg ha⁻¹(B₂). Faktor kedua adalah dosis pemupukan P (P₂O₅) dengan dosis 0 kg ha⁻¹ (P₀), 36 kg ha⁻¹(P₁) dan 72 kg ha⁻¹(P₂). Hasil penelitian menunjukkan bahwa residu *biochar* batang singkong berpengaruh nyata terhadap kadar N pada tanaman jagung, Residu biochar meningkatkan serapan hara N, P, dan K pada

tanaman jagung dan dari residu 5% biochar ke dalam tanah masih dapat meningkatkan kesuburan tanaman.

Kata kunci: Pemupukan P, Residu biochar, Serapan Hara, dan Ultisol

**PENGARUH RESIDU *BIOCHAR* BATANG SINGKONG DAN PEMUPUKAN P
TERHADAP SERAPAN HARA NPK TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)
MUSIM TANAM KE-2 PADA TANAH ULTISOL**

Oleh

Intan Sucinda Agustin

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi : **PENGARUH RESIDU *BIOCHAR* BATANG SINGKONG DAN PEMUPUKAN P TERHADAP SERAPAN HARA NPK TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) MUSIM TANAM KE-2 PADA TANAH ULTISOL**

Nama Mahasiswa : **Intan Sucinda Agustin**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1614121048**

Program Studi : **Agroteknologi**

Fakultas : **Pertanian**



Ir. Sarno, M.S.
NIP 19570715 198603 1 003

Liska Mutiara Septiana, S.P., M.Si.
NIP 19880919 201903 2 014

2. Ketua Jurusan Agroteknologi

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

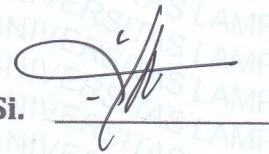
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

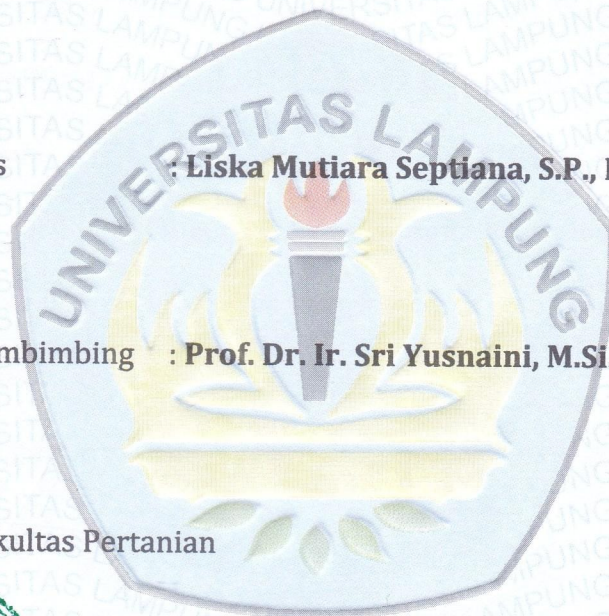
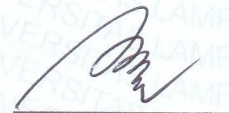
Ketua : Ir. Sarno, M.S.



Sekretaris : Liska Mutiara Septiana, S.P., M.Si.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 19671020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 18 Januari 2022

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Pengaruh Residu Biochar Batang Singkong dan Pemupukan P terhadap Serapan Hara NPK Tanaman Jagung (*Zea mays.L*) Musim Tanaman Ke-2 pada Tanah Ultisol”** merupakan hasil karya saya sendiri dengan bantuan dari dosen pembimbing saya, yaitu Ir Sarno, M.S. dan Liska Mutiara Septiana, S.P., M.Si. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Jika pernyataan ini dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 18 Januari 2022
Penulis



Intan Sucinda Agustin
NPM 1614121048

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan Tulang Bawang Barat pada tanggal 14 Agustus 1998, sebagai anak tengah dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Hermansyah dan Ibu Nurtapsiah. Penulis menyelesaikan Pendidikan di TK 01 Yapindo 02 pada tahun 2010, SDS 01 Yapindo pada 2013, SMPN 45 Palembang pada tahun 2013 dan SMAN 10 Palembang pada tahun 2016. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur masuk Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Pada tahun 2019, Penulis melakukan Praktik Umum (PU) di BALITTRO (Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat), Bogor selama 40 hari kerja. Kemudian Penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2020 di Pekon Luas, Kecamatan Batu Ketulis, Kabupaten Lampung Barat selama 40 hari.

**Teruntuk keluargaku terkasih
Ayah “Hermansyah dan Umi “ Nurtapsyah”
Kakku “ Mayang Hermeiliza Eka Putri” Adikku “Muhammad Kurniawan
Saputra”**

**Kupersembahkan karyaku ini
Sebagai wujud rasa kasih sayang dan kesungguhan
Terimakasih atas semua doa dan perhatian, cinta, motivasi yang telah
diberikan selama ini**

**Dan untuk Almamater Tercinta
Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian
Universitas Lampung**

Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi pula kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu, Allah mengetahui sedang kamu tidak mengetahui.

(Q.S. Al-Baqarah ayat 216)

“Pendidikan mempunyai akar yang pahit, tapi buahnya manis.”

(Lenang Manggala)

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia dan nikmat yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Residu Biochar Batang Singkong dan Pemupukan P terhadap Serapan Hara NPK Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Musim Tanam Ke-2 Pada Tanah Ultisol” sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Jurusan.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Prof. Dr.Ir. Sri Yusnaini, M.Sc. selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Ir. Sarno, M.S. selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan bimbingan, nasihat, dan pengarahan kepada penulis selama melaksanakan kegiatan perkuliahan sampai penulisan skripsi.
4. Liska Mutiara Septiana, S.P., M.Sc selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, nasihat, dan pengarahan kepada penulis selama melaksanakan kegiatan perkuliahan sampai penulisan skripsi.
5. Prof. Dr.Ir. Sri Yusnaini, M.Sc. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan bimbingan, nasihat, dan pengarahan kepada penulis selama melaksanakan kegiatan perkuliahan sampai penulisan skripsi.
6. Dr. Supriatin, S.P., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan, nasihat, dan pengarahan kepada penulis selama melaksanakan kegiatan perkuliahan sampai penulisan skripsi.

7. Kedua orang tua penulis bapak Hermansyah dan ibu Nurtapsyiah serta kakak saya Mayang Hermeiliza Eka Putri dan adik saya Muhammad Kurniawan Saputra yang telah memberikan segala kasih sayang, dorongan moril, materil dan doa kepada penulis selama menyelesaikan proses perkuliahan.
8. Kepada Hans Pri yang selalu memberi semangat, rasa sayang dan motivasi dalam pelaksanaan penelitian sampai penyelesaian skripsi
9. Kepada teman-teman seperjuangan di perkuliahan; Etika Putri, Myranda Naibaho, Mila Arifa, Anisa Nur, Leona anisa dan sahabat The 21+ khususnya Engga Kurnia, Nanda Tri, Arif dafa, Iim darussamin, yang selalu memberi semangat, bantuan dan motivasi.
10. Teman-teman Agroteknologi B dan Agroteknologi 2016

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Bandar Lampung, 18 Januari 2022

Penulis

Intan Sucinda Agustin

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Kerangka Pemikiran	4
1.5 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Jagung	6
2.2 Tanah Ultisol	7
2.3 Biochar.....	8
2.4 Peranan <i>Biochar</i> bagi Serapan N, P dan K.....	9
III. BAHAN DAN METODE	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Metode Penelitian	11
3.4 Analisis Data	12
3.5 Denah Perlakuan.....	12
3.6. Pelaksanaan Penanaman di Lapangan	14
3.6.1 Pengolahan Tanah.....	14
3.6.2 Penanaman Jagung.....	14
3.6.3 Pemupukan Tanaman.....	14
3.6.4 Pemeliharaan Tanaman.....	15
3.6.5 Pengambilan Sampel Tanaman	15
3.7 Variabel Pengamatan Utama.....	15
3.7.1 Analisis Tanaman	15
3.7.2 Analisis N-tanaman	16
3.7.3 Analisis P- Tanaman.....	16
3.7.4 Analisis K- tanaman	17

3.8 Variabel Pendukung	
3.8.1 pH Tanah	17
3.8.2 P Tersedia	17
3.8.3 Tinggi Tanaman.....	17
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengaruh Perlakuan Residu Biochar dan Pemupukan P Kadar Hara Tanaman Jagung	18
4.1.1 Kadar Nitrogen (N) Tanaman	18
4.1.2 Kadar Hara Fosfor (P) dan Kalium (K) Tanaman	18
4.2 Pengaruh Perlakuan Residu Biochar dan Pemupukan P Serapan Hara Tanaman Jagung	19
4.2.1 Serapan N.....	19
4.2.2 Serapan K.....	21
4.2.3 Serapan P	21
4.2.4 Berat Brangkas Kering Tanaman Jagung.....	22
4.3 Pengaruh Perlakuan Residu Biochar dan Pemupukan P Variabel Pendukung	24
4.3.1 pH Tanah.....	24
4.3.2 P Tersedia.....	24
4.3.3 Tinggi Tanaman	26
4.4 Pembahasan	27
V. SIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Simpulan	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kombinasi perlakuan penelitian.....	13
2. Pengaruh interaksi residu biochar dan pemupukan P terhadap kadar N.....	18
3. Ringkasan hasil analisis ragam residu biochar dan pemupukan P terhadap ...	19
4. Pengaruh residu <i>biochar</i> terhadap serapan N brangkasan tanaman jagung	20
5. Pengaruh interaksi antara residu <i>biochar</i> dan pemupukan P	20
6. Pengaruh residu <i>biochar</i> terhadap serapan K tanaman jagung	21
7. Pengaruh residu <i>biochar</i> terhadap serapan P tanaman jagung	22
8. Pengaruh interaksi antara residu biochar dan pemupukan P terhadap Serapan P pada tanaman jagung.....	<u>22</u>
9. Pengaruh interaksi residu <i>biochar</i> dan pemupukan P terhadap berat	23
10. Pengaruh interaksi antara residu biochar dan pemupukan P terhadap berat kering brangkasan tanaman jagung.	23
11. Pengaruh interaksi antara residu biochar dan pemupukan P terhadap pH tanaman jagung.	
12. Pengaruh residu biochar terhadap tinggi tanaman jagung.	26
13. Hasil pengamatan pengaruh residu biochar dan pemberian pupuk P terhadap Kadar Nitrogen (%) pada tanaman jagung.....	36
14. Hasil analisis ragam pengaruh residu <i>biochar</i> dan pemberian pupuk P terhadap Kadar Nitrogen (%) pada tanaman jagung	37
15. Hasil pengamatan pengaruh residu <i>biochar</i> dan pemberian pupuk P terhadap Kadar Kalium (%) pada tanaman jagung	38
16. Hasil uji homogenitas pengaruh residu <i>biochar</i> dan pemberian pupuk P terhadap Kadar Kalium (%) pada tanaman jagung	38
17. Hasil analisis ragam pengaruh residu <i>biochar</i> dan pemberian pupuk P terhadap Kadar Kalium (%) pada tanaman jagung	38
18. Hasil pengamatan pengaruh residu <i>biochar</i> dan pemberian pupuk P terhadap Kadar Posfor (%) pada tanaman jagung	39

19. Hasil uji homogenitas pengaruh residu <i>biochar</i> dan pemberian pupuk P terhadap Kadar Posfor (%) pada tanaman jagung.....	39
20. Hasil analisis ragam pengaruh residu <i>biochar</i> dan pemberian pupuk P terhadap Kadar Fosfor (%) pada tanaman jagung.....	40
21. Hasil pengamatan pengaruh residu <i>biochar</i> dan pemberian pupuk P terhadap Serapan Nitrogen (kg ha^{-1}) pada tanaman jagung.....	40
22. Hasil uji homogenitas pengaruh residu <i>biochar</i> dan pemberian pupuk P terhadap Serapan Nitrogen (kg ha^{-1}) pada tanaman jagung.....	41
23. Hasil analisis ragam pengaruh residu <i>biochar</i> dan pemberian pupuk P terhadap Serapan Nitrogen (kg ha^{-1}) pada tanaman jagung.....	41
24. Hasil pengamatan pengaruh residu <i>biochar</i> dan pemberian pupuk P terhadap Serapan Posfor (kg ha^{-1}) pada tanaman jagung.....	42
25. Hasil uji homogenitas pengaruh residu <i>biochar</i> dan pemberian pupuk P terhadap Serapan Posfor (kg ha^{-1}) pada tanaman jagung.....	42
26. Hasil analisis ragam pengaruh residu <i>biochar</i> dan pemberian pupuk P terhadap Serapan Fosfor (kg ha^{-1}) pada tanaman jagung.....	43
27. Hasil pengamatan pengaruh residu <i>biochar</i> dan pemberian pupuk P terhadap Serapan Kalium (kg ha^{-1}) pada tanaman jagung.....	43
28. Hasil uji homogenitas pengaruh residu <i>biochar</i> dan pemberian pupuk P terhadap Serapan Kalium (kg ha^{-1}) pada tanaman jagung.....	44
29. Hasil analisis ragam pengaruh residu <i>biochar</i> dan pemberian pupuk P terhadap Serapan Kalium (kg ha^{-1}) pada tanaman jagung.....	44
30. Hasil pengamatan pengaruh residu <i>biochar</i> dan pemberian pupuk P terhadap berat brangkasan kering tanaman jagung (ton ha^{-1}).....	45
31. Hasil uji homogenitas pengaruh residu <i>biochar</i> dan pemberian pupuk P terhadap berat brangkasan kering tanaman jagung (ton ha^{-1}).....	45
32. Hasil analisis ragam pengaruh residu <i>biochar</i> dan pemberian pupuk P terhadap berat brangkasan kering tanaman jagung (ton ha^{-1}).....	46

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung merupakan salah satu tanaman pangan penting di Indonesia, karena jagung salah satu makanan pokok di berbagai daerah di Indonesia. Selain untuk kebutuhan pangan jagung juga dibutuhkan sebagai pakan ternak. Permintaan jagung di Indonesia akan terus meningkat, seiring meningkatnya jumlah penduduk dan produk berbahan baku jagung yang terus bertambah. (Suwanto *et al*, 2005).

Berdasarkan data Badan Ketahanan Pangan (2018), kebutuhan jagung pada tahun 2018 diperkirakan sebesar 3,69% atau mencapai 23,51 juta ton pipilan kering, diperkirakan lebih dari 58% kebutuhan jagung dalam negeri digunakan untuk pakan, sedangkan untuk pangan hanya sekitar 30%, dan sisanya untuk kebutuhan industri lainnya dan benih. Sedangkan berdasarkan hitungan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan (Ditjen TP) Kementan produksi jagung tahun dalam 10 tahun terakhir (2005-2014) produksi jagung di Indonesia meningkat dengan laju 5,21% per tahun. Hal ini menunjukkan bahwa produksi jagung telah mencukupi kebutuhan dalam negeri, akan tetapi kebutuhan terus meningkat setiap tahun sehingga produksi harus terus ditingkatkan.

Tanah ultisol merupakan salah satu jenis tanah pada lahan kering masam dengan sebaran terluas di Indonesia. Lahan kering masam mempunyai sifat-sifat seperti kapasitas tukar kation (KTK), pH, kejenuhan basa, C- organik yang rendah. Tanah Ultisol adalah tanah yang pada umumnya tidak subur karena memiliki kapasitas jerapan fosfor yang tinggi dan menyebabkan ketersediaan unsur hara fosfor yang rendah. Hal tersebut dikarenakan pencucian kation basa berlangsung intensif, sedangkan kandungan bahan

organik rendah akibat proses dekomposisi yang berjalan cepat. Unsur hara fosfor P juga terikat kuat oleh ion Al dan Fe dan sebagian hara tersebut terbawa erosi sehingga ketersediaan hara P rendah. Ketersediaan hara yang rendah pada tanah Ultisol yang rendah mengakibatkan terganggunya pertumbuhan dan produksi (Mulyani, dkk., 2010; Prasetyo dan Suriadikarta, 2006; dan Notohadiprawiro, 2006).

Upaya yang dapat dilakukan oleh petani untuk menanggulangi permasalahan tanah ultisol ialah dengan biochar dan pemberian pupuk P ke dalam media tanam. *Biochar* adalah arang hitam hasil dari proses pemanasan biomassa pada keadaan oksigen terbatas atau tanpa oksigen terbatas atau tanpa oksigen. *Biochar* merupakan bahan organik yang memiliki sifat labil dan dapat dijadikan bahan pembenah tanah.

Biochar adalah substansi arang yang berpori, sering juga disebut arang yang berasal dari makhluk hidup khususnya dari tumbuhan. Tanah yang mengandung biochar dapat menyediakan habitat yang baik bagi mikroba tanah yang membantu dalam perombakan unsur hara agar unsur hara tersebut dapat diserap optimal oleh tanaman. Penambahan biochar ke dalam tanah akan meningkatkan ketersediaan kation utama, N-total, P (fosfor) dan KTK (kapasitas tukar kation) yang berakibat pada peningkatan produktivitas tanaman serta mempengaruhi bobot basah, bobot kering, tinggi tanaman, serta serapan K (kalium), KTK (kapasitas tukar kation) dan beberapa senyawa seperti C-Organik, N-total dan pH pada takaran pemberian *biochar* 15% - 20%. (A Niswati 2013).

Upaya lain yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kesuburan tanah Ultisol selain penambahan bahan organik yaitu pemupukan P. Pemupukan merupakan usaha untuk mencukupi kebutuhan hara tanaman. Unsur hara P merupakan hara makro kedua setelah N yang dibutuhkan oleh tanaman. Ketersediaan P dalam tanah ditentukan oleh bahan induk tanah serta faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan hara P seperti reaksi tanah (pH) (Liferdi, 2010).

Pemberian *biochar* pada lahan berfungsi untuk mempertahankan unsur hara bukan mensuplai unsur hara. Beberapa cara untuk yang mensuplai unsur hara dengan penambahan pupuk dan bahan organik yang telah terdekomposisi yang berasal dari sisa tanaman.

Residu dari pemberian *biochar* pada musim pertama diharapkan mampu meningkatkan efisiensi pemupukan. Hal ini terjadi akibat adanya KTK yang tinggi pada *biochar* sehingga mampu menyerap hara pada pupuk dan selanjutnya memperkecil kehilangan hara karena pencucian. Berdasarkan uraian di atas maka penting dilakukan pengujian untuk melihat apakah residu *biochar* batang singkong dan pemupukan fosfor berpengaruh terhadap serapan hara NPK tanaman jagung.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas maka penelitian ini dapat dirumuskan masalah yaitu:

1. Apakah residu *biochar* dan pemupukan P dapat meningkatkan serapan NPK pada tanaman jagung (*Zea mays L.*) ?
2. Apakah residu *biochar* batang singkong dan pupuk P dapat berpengaruh terhadap serapan hara NPK tanaman Jagung (*Zea mays L.*) ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan masalah yang telah dikemukakan, maka penelitian ini bertujuan untuk

1. Mengetahui pengaruh residu *biochar* terhadap serapan NPK pada tanaman Jagung (*Zea mays L.*)
2. Mengetahui pengaruh pupuk P terhadap serapan hara NPK pada tanaman jagung (*Zea mays L.*)
3. Mengetahui pengaruh interaksi antara residu *biochar* dan pemupukan terhadap serapan hara NPK pada tanaman jagung

1.4. Kerangka Pemikiran

Tanah Ultisol menjadi sasaran utama perluasan pertanian. Tanah Ultisol perlu mendapat perhatian mengingat Ultisol memiliki permasalahan seperti kandungan bahan organik tanah sangat rendah, kemasaman tanah, kejenuhan basa rendah, kejenuhan Al tinggi, KTK rendah, kandungan N, P, dan K rendah serta sangat peka terhadap erosi (Munir, 1996). Pengelolaan tanah Ultisol yang tepat guna meningkatkan produktivitas tanah Ultisol dilakukan seperti dengan pengapuran, pemupukan, penambahan bahan organik dan bahan-bahan lain yang dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah.

Lehmann dan Rondon (2006) menyatakan bahwa manfaat *biochar* dapat bertahan dalam tanah pada waktu yang relatif lama. *Biochar* memberi opsi untuk pengelolaan tanah terutama sebagai pemasok karbon dan perekonstruksi fisika tanah (Prasetyo, *et al.*, 2014). Fosfor merupakan unsur hara esensial yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah yang relatif banyak karena unsur ini secara langsung bertanggung jawab baik dalam proses metabolisme maupun sebagai katalis reaksi-reaksi biokimia penting di dalam tanaman (Soepardi, 1983). Tanaman menyerap fosfor dalam bentuk inorganik, fosfor inorganik terdapat dalam tiga bentuk H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , dan PO_4^{3-} . Ion orthofosfat primer (H_2PO_4^-) dan ion orthofosfat sekunder (HPO_4^{2-}) adalah dua bentuk P utama yang dapat tersedia bagi tanaman, sedangkan PO_4^{3-} sulit diserap oleh tanaman.

Residu *biochar* pada lapisan tanah pertanian akan memberikan manfaat yang cukup besar antara lain dapat memperbaiki struktur tanah, menahan air dan tanah dari erosi karena luas permukaan *biochar* yang lebih besar, memperkaya karbon organik dalam tanah sehingga secara tidak langsung meningkatkan produksi tanaman (Gani, 2009).

Menurut Firman (2017) residu *biochar* berdampak positif terhadap sifat kimia, fisika, dan biologi tanah. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, efek positif residu *biochar* terhadap sifat kimia tanah 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 terhadap ketersediaan kalium tanah, perbaikan sifat kimia yang diakibatkan oleh penambahan residu biochar secara tidak langsung berdampak positif pula terhadap pertumbuhan tanaman yang tumbuh di atasnya.

1.5 Hipotesis

Adapun hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini yaitu:

1. Residu biochar batang singkong berpengaruh terhadap serapan hara NPK tanaman jagung (*Zea mays* L.)
2. Pemupukan P berpengaruh terhadap serapan hara NPK tanaman jagung (*Zea mays* L.)
3. Terdapat pengaruh interaksi antara residu biochar batang singkong dan pupuk P terhadap serapan hara NPK tanaman jagung (*Zea mays* L) pada musim ke dua

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Jagung

Secara umum tanaman jagung dalam tata nama atau sistematika (Taksonomi) tumbuh-tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Subkingdom : Tracheobionta

Superdivision : Spermatophyta

Division : Magnoliophyta

Class : Liliopsida

Subclass : Commelinidae

Order : Cyperales

Family : Poaceae

Genus : Zea

Spesies : Zea mays L.

(USDA, 2014)

Tanaman jagung terbagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu akar, batang, daun, bunga dan buah (tongkol). Jagung mempunyai tiga macam akar serabut, yaitu (a) akar seminal, (b) akar adventif, dan (c) akar kait atau penyangga. Akar seminal adalah akar yang berkembang dari radikula dan embrio. Akar adventif adalah akar yang berkembang dari buku di ujung mesokotil. Akar kait atau penyangga adalah akar adventif yang muncul pada dua atau lebih buku di atas permukaan tanah (Subekti dkk., 2012).

Sistem perakaran tanaman jagung terdiri atas akar-akar seminal, koronal, dan akar udara. Akar utama muncul dan berkembang ke dalam tanah saat benih ditanam. Pertumbuhan akar melambat ketika batang mulai muncul keluar tanah dan kemudian berhenti ketika tanaman jagung telah memiliki 3 daun. Batang jagung tegak, tidak bercabang, terdiri atas beberapa ruas dan buku ruas. Pada buku ruas muncul tunas yang berkembang menjadi tongkol. Tinggi tanaman jagung pada umumnya berkisar antara 60 – 300 cm, tergantung dari varietas. Daun jagung memanjang, mempunyai ciri bangun pita (ligulatus), ujung daun runcing (acutus), tepi daun rata (integer). Diantara pelepah dan helai daun terdapat ligula (Subekti dkk., 2012).

Curah hujan ideal sekitar 85-200 mm/bulan dan harus merata. Pada fase pembungaan dan pengisian biji perlu mendapatkan cukup air. Sebaiknya ditanam awal musim hujan atau menjelang musim kemarau. Membutuhkan sinar matahari, tanaman yang ternaungi, pertumbuhannya akan terhambat dan memberikan hasil biji yang tidak optimal. Suhu optimum antara 23°C - 30°C (Juandi, dkk., 2016).

2.2 Tanah Ultisol

Ultisol adalah tanah dengan horizon sub permukaan yang berasal dari akumulasi liat. Ultisol memiliki kejenuhan basah kurang dari 35% pada kedalaman 125 cm di bawah batas atas dari horizon argilik atau kandik (tidak lebih dari 200 cm di bawah permukaan tanah mineral) atau 180 cm di bawah permukaan tanah mineral jika epipedon kelas butir berpasir dan paling dangkal terdapat pada 125 cm di bawah batas atas horizon argilik atau kandik atau 180 cm di bawah permukaan tanah mineral (Soil survey staff. 2014)

Tanah Ultisol umumnya mempunyai nilai kejenuhan basa < 35%, karena batas ini merupakan salah satu syarat untuk klasifikasi Tanah Ultisol menurut Soil Taxonomy. Beberapa jenis Tanah Ultisol mempunyai kapasitas tukar kation

$< 16 \text{ cmol kg}^{-1}$ liat, yaitu Ultisol yang mempunyai horizon kandik. Reaksi Tanah Ultisol pada umumnya masam hingga sangat masam (pH 5–3,10), kecuali Tanah ultisol dari batu gamping yang mempunyai reaksi netral hingga agak masam (pH 6,80–6,50) (Hermawan dkk., 2014).

2.3. Biochar

Biochar adalah suatu bahan berupa karbon amorf, sebagian besar biochar terdiri atas atom karbon bebas yang mempunyai permukaan dalam, sehingga biochar memiliki kemampuan daya serap yang baik. Bahan ini mampu mengadsorpsi kation, anion dan molekul dalam bentuk senyawa organik maupun anorganik, baik berupa larutan maupun gas. Biochar dapat dibedakan dari karbon berdasarkan sifat pada permukaannya. Permukaan pada karbon masih ditutupi oleh deposit hidrokarbon yang dapat menghambat keaktifannya, sedangkan pada biochar permukaannya relatif telah bebas dari deposit sehingga mampu mengadsorpsi karena permukaannya luas dan pori-porinya telah terbuka (Laos dkk., 2016).

Biochar merupakan suatu produk yang kaya karbon yang dihasilkan melalui proses pirolisis dari biomassa yang sangat ringan. Karena tingginya luas permukaan arang, maka biochar dapat digunakan sebagai katalis, sebagai filter atau sebagai adsorben. Komposisi biochar sangat bervariasi tergantung dari bahan baku dan proses pirolisis. Biochar yang dihasilkan dari pirolisis lambat dengan bahan baku kayu memiliki kandungan karbon lebih dari 90% dengan kandungan lainnya yang sangat sedikit, sedangkan biochar yang dihasilkan dari pirolisis cepat dengan bahan baku switchgrass hanya mengandung karbon sebesar 35%, beberapa oksigen dan abu lebih dari 60%. Struktur biochar yang berasal dari pirolisis dengan suhu tinggi akan menghasilkan luas permukaan yang lebih besar, sehingga dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi (Jindo, 2014).

Menurut Maulida et al. (2015), Biochar adalah suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi, dengan menggunakan gas, uap air dan

bahan-bahan kimia sehingga pori-porinya terbuka. Biochar merupakan adsorben yang sangat bagus dan banyak digunakan karena luas permukaan dan volume mikropori sangat besar, dan relatif mudah di regenerasi.

2.4. Peranan *Biochar* bagi Serapan N, P dan K

Pupuk Nitrogen dikenal dengan singkatan yaitu N. sama halnya dengan pupuk ZA (Zwavelzure Amoniak) dan Urea. Pada penelitian ini menggunakan pupuk nitrogen yaitu Urea. Pupuk N memiliki 3 macam, yaitu: Ammonium Sulfat (ZA), Ammonium Nitrat (NH_4NO_3) dan Urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$). ZA memiliki kadar N yaitu 97% , NH_4NO_3 memiliki kadar N yaitu 33% dan $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ / Urea memiliki kadar N yaitu 45-46%. Pupuk Urea larut sempurna di dalam air, dan tidak mengasamkan tanah (Hasibuan, 2004).

Ketersediaan Nitrogen erat hubungan dengan kandungan bahan organik dan kecepatan mineralisasi yang dipengaruhi oleh ketersediaan organisme heterotof aerob. Hilangnya hara N dalam tanah disebabkan oleh: 1) digunakan tanaman dan mikroorganisme, 2) hara N dalam bentuk NH_4^+ (ammonium) dapat diikat oleh mineral liat jenis illit sehingga tidak dapat digunakan oleh tanaman, 3) hara N dalam bentuk NO_3^- (nitrat) mudah tercuci oleh air hujan, dan 4) proses denitrifikasi, yaitu proses reduksi nitrat menjadi N_2 gas (Hakim, dkk., 1995).

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). Aplikasi *biochar* ke dalam tanah dapat meningkatkan ketersediaan kation utama, dan P, total N dan KTK di dalam tanah.

Aplikasi biochar dan pupuk NPK secara interaksi mampu meningkatkan rata-rata berat tanaman jagung. Hal ini diduga adanya pengaruh positif dari biochar dalam memperbaiki sifat fisika dan kimia tanah sehingga pemupukkan NPK lebih efektif. Pengaruh positif dari pemberian biochar terhadap sifat kimia tanah diduga terhadap ketersediaan hara yang lebih tersedia di tanah khususnya P-tersedia sehingga berdampak pada peningkatan berat tanaman jagung.

Menurut Asai et al. (2009) menyatakan bahwa adanya respon yang signifikan pemberian biochar yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik terhadap ketersediaan P pada tanah yaitu menjadikan status P rendah mengalami peningkatan sehingga konsentrasi PO_4^{3-} menjadi meningkat.

III. BAHAN DAN METODE

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Lapangan Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Analisis tanaman dilakukan di UPT Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung. Dan analisis tanah dilakukan di Jurusan Ilmu Tanah Universitas Lampung dari bulan Maret hingga Desember 2020.

3.2. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah cangkul, *hand traktor*, sprayer, oven, timbangan, sabit, spektrofotometer, MP-AES, dan sentrifius. Bahan-bahan yang digunakan meliputi benih jagung (*Zea mays* L.), pupuk Urea, TSP, KCl, pestisida Furadan, dan Gramaxone 275 SL. Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis laboratorium terdiri dari : aquadest, HCl, NaOH, NaHCO₃, NH₄OAc 1 N dan H₂SO₄.

3.3. Metode Penelitian

Penelitian disusun dengan Rancangan Kelompok Teracak Lengkap (RKTL) secara faktorial dengan 2 faktor dan diulang sebanyak 3 kali. Faktor pertama adalah residu biochar dengan 3 taraf yaitu :

Faktor I Residu Dosis Biochar (B)

B0 = Tanpa menggunakan residu biochar

B1. = Residu biochar dengan dosis 2,5 ton ha⁻¹

B2 = Residu biochar dengan dosis 5 ton ha⁻¹

Sedangkan Faktor II Pemupukan P

P0 = Tanpa menggunakan P

P1= TSP dengan dosis 32 kg.ha⁻¹

P2 = TSP dengan dosis 72 kg.ha⁻¹.

Total seluruh satuan percobaan penelitian ini adalah 18 satuan percobaan.

3.4. Analisis Data

Data yang telah diperoleh di uji dengan uji Bartlett dan aditivitas data diuji dengan uji Tukey. Kemudian dilakukan analisis ragam dan uji BNP dengan taraf 5%.

3.5. Denah Perlakuan

Tabel 1. Kombinasi perlakuan penelitian

Ulangan 3	Ulangan 2	Ulangan 1
B1P0	B2P0	B2P1
B0P2	B0P1	B2P2
B0P1	B1P0	B0P0
B0P0	B2P1	B2P0
B1P2	B0P2	B1P0
B1P1	B0P0	B0P1
B2P1	B1P2	B1P1
B2P2	B1P1	B0P2
B2P0	B2P2	B1P2

Gambar 1. Tata Letak Percobaan dan Perlakuan.

Keterangan :

B0P0 = Biochar 0 ton ha⁻¹ + Pupuk TSP 0 kg ha⁻¹

B0P1 = Biochar 0 ton ha⁻¹ + Pupuk TSP 36 kg ha⁻¹

B0P2 = Biochar 0 ton ha⁻¹ + Pupuk TSP 72 kg ha⁻¹

B1P0 = Biochar 2,5 ton ha⁻¹ + Pupuk TSP 0 kg ha⁻¹

B1P1 = Biochar 2,5 ton ha⁻¹ + Pupuk TSP 36 kg ha⁻¹

B1P2 = Biochar 2,5 ton ha⁻¹ + Pupuk TSP 72 kg ha⁻¹

B2P0 = Biochar 5 ton ha⁻¹ + Pupuk TSP 0 kg ha⁻¹

B2P1 = Biochar 5 ton ha⁻¹ + Pupuk TSP 36 kg ha⁻¹

B2P2 = Biochar 5 ton ha⁻¹ + Pupuk TSP 72 kg ha⁻¹

3.6. Pelaksanaan Penanaman di Lapangan

3.6.1. Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah dilakukan dengan menggunakan alat garu dan cangkul untuk membersihkan gulma serta memperbaiki dan meratakan tanah. Setelah itu dilanjutkan dengan membuat petakan berukuran 3m x 3m. Jarak antar ulangan dibuat sebesar 1 m, dan jarak antar perlakuan dibuat sebesar 0,5 m.

3.6.2. 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.

3.6.3. Pemupukan Tanaman

Penelitian ini menggunakan pupuk Urea, TSP dan KCl . Pemupukan TSP diberikan sekaligus 7 hari setelah tanam dengan dosis perlakuan yaitu P0 0 kg ha⁻¹ , P1 80 kg ha⁻¹ , dan P2 160 kg ha⁻¹ . Pupuk Urea diberikan dengan dosis 350 kg ha⁻¹ dengan 3 tahap pemupukan. Pemupukan pertama dilakukan pada 7 hari setelah tanam dengan dosis sebesar 100 kg ha⁻¹ , pemupukan kedua dilakukan pada 28 hari setelah tanam dengan dosis sebesar 150 kg ha⁻¹ , dan pemupukan ketiga diberikan pada umur tanaman 40 hari setelah tanam dengan dosis sebesar 100 kg ha⁻¹ . Pupuk KCl dengan dosis 100 kg ha⁻¹ diberikan dalam 2 tahap pemberian. Pemupukan KCl pertama diberikan pada umur tanaman 7 hari setelah tanam dengan dosis sebesar 50 kg ha⁻¹ dan pemupukan kedua diberikan pada umur tanaman 28 hari setelah tanam dengan dosis sebesar 50 kg ha⁻¹ . Pengaplikasian pupuk dicampur secara merata terlebih dahulu dan

diaplikasikan dengan cara ditugal pada baris tanaman dengan jarak 5 cm dari lubang tanam.

3.6.4. 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. Pengendalian OPT dilakukan sesuai dengan kondisi serangan dengan menggunakan pestisida, dan tanaman yang terkena penyakit akan dilakukan seleksi kemudian dibakar.

3.6.5. Pengambilan Sampel Tanaman

Pengambilan sampel tanaman dilakukan pada fase puncak vegetatif (*fase silking*) yaitu pada 6 minggu setelah tanam. Sampling tanaman diambil 3 tanaman per petak. Selanjutnya batang dan daun dicacah terlebih dahulu dan dikering udarkan. Lalu sampel dimasukkan ke dalam kertas amplop coklat dan di oven dengan suhu 65°C selama 72 jam. Sampel tanaman yang telah selesai di oven kemudian digiling atau dihaluskan untuk digunakan sebagai sampel analisis.

3.7. Variabel Pengamatan Utama

3.7.1. Analisis Tanaman

Pada analisis tanaman dilakukan analisis serapan hara NPK terhadap batang dan daun (brangkasan). Sebelum dilakukan analisis serapan hara NPK perlu dilakukan persiapan sampel seperti penggilingan pada bagian batang dan daun tanaman jagung terlebih dahulu sampai halus. Kemudian dilakukan prosedur pengabuan kering untuk analisis jaringan tanaman P-total dan K-total.

3.7.2. Analisis N-tanaman

Untuk melakukan analisis N-tanaman paling sering digunakan dengan metode Kjeldahl. Dalam metode ini, protein dan senyawa Nitrogen diubah menjadi senyawa Nitrogen-Amonium melalui perombakan. Senyawa asam sulfat pekat yang mengandung 2,5% asam salisilat digunakan untuk membantu pengikatan nitrat, kalium sulfat digunakan untuk meningkatkan suhu pendidihan dan tembaga sulfat serta selenium sebagai katalis digunakan untuk meningkatkan laju penguraian senyawa-senyawa N-organik. Setelah itu dapat dilakukan titrasi larutan asam-borat yang mengandung ammonia dengan HCl 0,05 N standar dengan menggunakan buret. Perubahan warna pada titik akhir adalah dari hijau menjadi merah jambu. Volume asam yang diperlukan untuk mencapai titik akhir ini dan dilakukan perhitungan.

3.7.3. Analisis P-Tanaman

Setelah jaringan tanaman dikering abukan melalui pengabuan kering dan diencerkan sampai volume 100 ml dalam labu ukur, fosfor dalam ekstrak dapat ditetapkan secara kolorimetri. Metode yang digunakan pada analisis P tanaman adalah metode biru molybdenum. Metode ini merupakan metode yang paling sensitif sehingga paling sering digunakan. Prinsip metode ini adalah larutan asam molibdat yang mengandung ion ortofosfat, molybdenum dalam senyawa kompleks molibdodisfat akan tereduksi dan membentuk warna biru. Intensitasnya sebanding dengan jumlah fosfor yang terdapat dalam larutan, tetapi keadaannya dapat dipengaruhi beberapa faktor seperti keasaman larutan, senyawa arsenat, silikat, dan bahan lain yang dapat mempengaruhi kondisi reduksi-oksidasi larutan akhir. Prosedur pertama yang dilakukan yaitu masukan 2 ml larutan sampel ke tabung reaksi 25 ml dan tambahkan 18 ml larutan kerja yang telah disiapkan. Kocok campuran tersebut secara merata. Setelah 30 menit pindahkan isi tabung reaksi ke dalam kuvet dan bacalah % transmittan pada spectrophotom dengan panjang gelombang 800 nm. Nilai % transmittan dari semua sampel dan standar kemudian dikonversi ke *absorbance*.

3.7.4. Analisis K-tanaman

Setelah sampel tanaman 1 g dimasukkan ke dalam labu destruksi, kemudian ditambahkan HNO₃ (1:1) 5 mL dan HCl (1:1) 5 mL. Sampel didestruksi *Heavy Metal* digester dengan suhu 95 C selama 30 menit. Setelah sampel dingin, dilakukan pengenceran dengan menambahkan aquapure hingga volume menjadi 50 mL. Larutan sampel disaring menggunakan kertas saring whatman. Setelah itu sampel K-tanaman dapat ditetapkan dengan MP-AES (*Microwave Plasma-Atomic Emission Spectrometer*).

3.8. Variabel Pengamatan Pendukung

3.8.1. pH Tanah

pH tanah adalah tingkat keasamaan atau ke basa-an suatu benda yang diukur dengan skala pH antara 0 hingga 14. Suatu benda dikatakan bersifat asam jika angka skala pH kurang dari 7 dan disebut basa jika skala pH lebih dari 7. pH tanah diukur dengan menggunakan metode elektromagnetik.

3.8.2. P Tersedia

Kadar P yang sangat rendah di dalam tanah, maka tanaman dapat diharapkan respon terhadap pemupukan P, karena unsur P tersedia dalam tanah menjadi faktor pembatas pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu pemupukan P pada tanah Ultisol perlu dilakukan (Kasno, 2009).

3.8.3. Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman diukur dimulai setelah tanaman berumur 2 minggu setelah tanam (MST). Pengukuran tinggi tanaman dilakukan dengan cara mengukur tanaman mulai dari pangkal batang sampai ujung daun tertinggi. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan dengan interval waktu 1 minggu sekali. Pengamatan tinggi tanaman dilakukan sebanyak 3 kali.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Residu *biochar* batang singkong berpengaruh nyata terhadap kadar N pada tanaman jagung
2. Residu *biochar* meningkatkan serapan hara N, P dan K pada tanaman jagung
3. Residu 5% *biochar* ke dalam tanah masih dapat meningkatkan kesuburan tanaman.

5.2 Saran

Penelitian yang sama perlu dilakukan di lapangan dengan tingkat kesuburan tanah yang berbeda serta menggunakan *biochar* jenis lain seperti dari bahan sekam padi yang memiliki laju infiltrasi yang baik serta unsur kalium dan besi dan juga mudah didapatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Atkinson ,C. J., J.D. Fitzgerald, dan N.A. Hipps. 2010. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. *Plant Soil* Vol 337:1–18.
- Adil, M. 2003. Teknologi Budidaya Jagung untuk Pangan dan Pakan yang Efisien dan Bekalan Jutas pada Lahan marginal. *Laporan Akhir 2003*, Balisereal.
- Asai H., B. K. Samson, H.M. Stephan, K.Songyikhansuthor, K. Homma, Y. Kiyono, Y.Inoue, T. Shiraiwa, T. Horie. 2009. Biochar amendment techniques for upland rice production in Northern Laos 1. Soil physical properties, leaf SPAD and grain yield. *Field Crops Research* 111: 81–84
- Badan Ketahanan Pangan. 2018. *Produksi Komoditas Pangan Strategis Tahun 2014-2018*.<https://www.pertanian.go.id/home/?show=news&act=view&id=3395>. Diakses pada tanggal 25 Desember 2019 pukul 03.03 WIB.
- Basri, AB. dan A. Aziz. 2011. ArangHayati (*Biochar*) sebagai Bahan Pembenh Tanah. BPTP NAD. *Serambi Pertanian* Vol (6):2.
- Chan, K. Y., L. V. Zwieten., I. Meszaros., A. Downie., and S. Joseph, 2007. Agronomic Values of Greenwaste Biochar as a Soil Amendment. *Australian Journal of Soil Research* 45 (8): 629-634.
- Darman. 2008. *Pengaruh Biochar Terhadap Pertumbuhan Tanaman*. Universitas Udayana. Bali.
- Firman M. Z. 2017. Pengaruh Residu Biochar Terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Pada Tanah Ultisol Musim Tanam Ke-4 (*Skripsi*). Fakultas Pertanian, Universitas Lampung: Bandar Lampung.
- Gani, A. 2009. Biochar Penyelamat Lingkungan. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 31: 15-16.
- Gani, A. 2009.Potensi Arang Hayati “Biochar sebagai Komponen Teknologi Perbaikan Produktivitas Lahan Pertanian. *Iptek Tanaman Pangan* Vol. 4 (1) : 33-48

- Glaser, B., Lehmann, J., & Zech, W. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal—a review. *Biology and fertility of soils*, 35:4, 219-230.
- Hakim, N., M. Y. Nyakpa, A. M. Lubis, S. G. Nugroho, M. R. Saul, M. A. Diha, Go B. H., dan H. H Bailey. 1995. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Haryadi, A. 2016. Pengaruh Residu Biochar Terhadap Pertumbuhan dan Serapan N dan K Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) pada Topsoil dan Subsoil Tanah Ultisol. (*Skripsi*). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Hasibuan, B. E. 2004. *Pupuk dan Pemupukan*. Universitas Sumatra Utara Press. Medan. Hal 120.
- Hermawan, A. 2014. *Perubahan Titik Nol Dan Efisiensi P Tanaman Jagung Pada Ultisol Akibat Pemberian Campuran Abu Terbang Batubara Dan Kotoran Ayam*. [Disertasi]. Program Studi Ilmu Ilmu Pertanian. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Palembang. 109 hal
- Juandi T, Selvie T, Marjam MT. 2016. Pertumbuhan dan produksi jagung pulut lokal (*Zea mays ceratina kulesh*) pada beberapa dosis pupuk NPK. Manado: Universitas Sam Ratulangi
- Jindo, K., Mizumoto, H., Sawada, Y., Sanchez-Monedero, M. A., & Sonoki, T. (2014). Physical and chemical characterization of biochars derived from different agricultural residues. *Biogeosciences*, 11(23), 6613–6621. <https://doi.org/10.5194/bg-11-6613-2014>
- Kasno, A., I. G. M. Subiksa dan S. Dwiningsih. 2009. Pengaruh Pemupukan P Terhadap Bentuk Fosfat Tanah dan Hapada Typic Plintudults dan Placic Petraquepts. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 29: 15-22.
- Lehmann, J. dan M.Rondon., 2006. Biochar Soil Management on Highly Weathered Soils in The Humid Tropics. In N: (ed.) *Biological Approaches to ustainable Soil Systems*. CRC Press. USA.
- Laos, L.E., Masturi., dan Ian, Y. 2016. *Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Daya Serap Karbon Aktif Kulit Kemiri*. Prodi Pendidikan Fisika Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Mawardiana, Sufard dan E. Husen. 2013. Pengaruh Residu Biochar Dan Pemupukan Npk Terhadap Dinamika Nitrogen, Sifat Kimia Tanah Dan Hasil Tanaman Padi (*Oryza Sativa* L.) Musim Tanam Ketiga. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Lahan*. Vol. 2 (3) : 255-260.

- Mulyani, A., Rachman, A. dan Dairah, A., 2010. Penyebaran Lahan Masam, Potensi dan Ketersediannya Untuk Pengembangan Pertanian. *Prosiding Simposium Nasional Pendayagunaan Tanah Masam*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor. Hlm : 23-24
- Munir, M. 1996. *Tanah-Tanah Utama di Indonesia, Karakteristik, Klasifikasi dan Pemanfaatannya*. Pustaka Jaya. Jakarta.
- Maulida, R dan Ani, G. (2015). Pengaruh Ukuran Partikel Beras Hitam (*Oryza sativa* L.) Terhadap Rendemen Ekstrak Dan Kandungan Total Antosianin : *Pharmaciana*, Vol. 5, No. 1 : 9-16.
- Nguyen, T. T. N., C. Y., Xu, , I. Tahmasbian., R. Che., Z. Xu., X. Zhou., H. M. Wallace., and S. H. Bai., 2017. Effects of Biochar on Soil Available Inorganic Nitrogen : A Review and Meta-Analysis. *Geoderma*. 288 : 79- 96.
- Niswati, A. 2013. Peningkatan Kesuburan dan Aktivitas Mikroba Tanah Dengan Aplikasi Biochar Pada Ultisols Taman Bogor. *Laporan Penelitian DIPA Senior*. Universitas Lampung. Lampung.. Hlm : 21 -23
- Notohadiprawiro, T. 2006. *Ultisol, Fakta, dan Implikasi Pertaniannya*. Ilmu Tanah Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta . 13 hlm.
- Novak, J. M, W.J Busscher., D.L Laird., M Ahmedna., D.W Watts., and M.A.S Niandou., 2009. Impact of Biochar Amendment on Fertility of a Southeastern Coastal Plain Soil. *Soil Science*. 174, 105-112.
- Prasetyo, B. H. dan Suriadikarta D. A..2006. Karakteristik, *Potensi dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol Uuntuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia*. *Litbang Pertanian*. 2(25) : 39-46.
- Satgada, C. P. 2017. Hubungan Perilaku Jerapan Dan Ketersediaan Fosfor Dalam Tanah Dengan P-Terangkut Oleh Tanaman Tebu (*Saccharum Officinarum* L.) Akibat Perlakuan Pupuk Organonitrofos Dan Npk Di Tanah Ultisol (*Skripsi*). Gedung Meneng. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Sohi, S., Lopez-Capel, E., Krull, E. and Bol, R. 2009. Biochar, climate change and soil: A review to guide future research. CSIRO Land and Water Science Report 05/09
- Steiner C 2007. Soil Charcoal Amendments Maintain Soil Fertility and Establish Carbon Sink-Research and Prospects. *Soil Ecology Res Dev*. Hlm: 1 - 6.
- Subekti, N. A., Syafruddin, R, Efendi dan S. Sunarti. 2012. Morfologi Tanaman dan Fase Pertumbuhan Jagung. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Marros. Hlm 185-204

Suwarto. S. Yahya. Handoko. dan M.A. Chozin 2005. Kompetisi tanaman jagung dan ubi kayu dalam sistem tumpang sari *Jurnal Buletin Agronomi Indonesia. Bulgarian Journal*. Vol.33 (2): 1-7

Soil Survey Staff. 2014. *Keys Soil Taxonomy, Twelfth Edition*. Washington. USDA. 372 hal.