



**PENGARUH PEMBERIAN BIOCHAR DARI JERAMI PADI, LIMBAH  
KEDELAI, DAN KAYU YANG DIPERKAYA NPK TERHADAP PERBAIKAN  
SIFAT KIMIA TANAH ULTISOL**

**SKRIPSI**

Oleh

**Najmi Muhammad Ilmiawan  
NIM. 131510501145**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**



**PENGARUH PEMBERIAN BIOCHAR DARI JERAMI PADI, LIMBAH  
KEDELAI, DAN KAYU YANG DIPERKAYA NPK TERHADAP PERBAIKAN  
SIFAT KIMIA TANAH ULTISOL**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Agroteknologi (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Pertanian

Oleh

**Najmi Muhammad Ilmiawan  
NIM. 131510501145**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**

## PERSEMBAHAN

Karya Ilmiah ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tuaku yang sangat saya cintai
2. Adik-adikku yang selalu menjadi pemicu semangat ku.
3. Semua teman dan sahabat yang telah menemani perjalanan hidup sewaktu di perkuliahan.
4. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak hingga dosen-dosenku di perguruan tinggi yang telah menuntun, membimbing dan memberi ilmu dengan penuh ketelitian dan kesabaran.
5. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember.

**MOTTO**

*“Barangsiapa bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhannya itu adalah  
untuk dirinya sendiri”*

(QS. Al-Ankabut (29): 6)

*“Janganlah membuatmu putus asa dalam mengulang-ulang doa, ketika Allah  
menunda ijabah doa itu. Dialah yang menjamin ijabah doa itu menurut pilihan-  
Nya padamu, bukan menurut pilihan seleramu. Kelak pada waktu yang  
dikehendaki-Nya, bukan menurut waktu yang engkau kehendaki”*

(Ibnu Atha’ilah)

*“Dan Allah tidak menjadikannya (mengirim bala bantuan itu), melainkan sebagai  
kabar gembira dan agar hatimu menjadi tentram karenanya. Dan kemenanganmu  
itu hanyalah dari Allah Maha Perkasa lagi Maha Bijaksana”*

(QS. Al-Anfal (8):10)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Najmi Muhammad Ilmiawan

NIM : 131510501145

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Pengaruh Pemberian Biochar dari Jerami Padi, Limbah Kedelai, dan Kayu yang Diperkaya NPK Terhadap Perbaikan Sifat Kimia Tanah Ultisol”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 11 Juli 2017  
yang menyatakan.

Najmi Muhammad Ilmiawan  
NIM. 131510501145

**SKRIPSI**

**PENGARUH PEMBERIAN BIOCHAR DARI JERAMI PADI, LIMBAH  
KEDELAI, DAN KAYU YANG DIPERKAYA NPK TERHADAP  
PERBAIKAN SIFAT KIMIA TANAH ULTISOL**

Oleh :

Najmi Muhammad Ilmiawan  
NIM. 131510501145

Pembimbing :

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Sugeng Winarso, M.Si.  
NIP. 196403221989031001

Pembimbing Anggota : Ir. Martinus H. Pandutama, M.Sc., Ph.D.  
NIP. 195403261981031003

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “**Pengaruh Pemberian Biochar dari Jerami Padi, Limbah Kedelai, dan Kayu yang Diperkaya NPK Terhadap Perbaikan Sifat Kimia Tanah Ultisol**” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Selasa

Tanggal : 11 Juli 2017

Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

**Dosen Pembimbing Utama,**

**Dr. Ir. Sugeng Winarso, M.Si.**  
NIP. 196403221989031001

**Dosen Penguji 1,**

**Ir. Marga Mandala, MP., Ph.D.**  
NIP. 196211101988031001

**Dosen Pembimbing Anggota,**

**Ir. Martinus H. Pandutama, M.Sc.,**  
**Ph.D.**  
NIP. 195403261981031003

**Dosen Penguji II,**

**Dr. Arthur Frans Cesar Regar,**  
**M.Sc., Ag.**  
NIP. 195809171986011001

**Mengesahkan**

**Dekan,**

**Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D**  
NIP. 19600506 198702 1 001

## RINGKASAN

**Pengaruh Pemberian Biochar dari Jerami Padi, Limbah Kedelai, dan Kayu yang Diperkaya NPK Terhadap Perbaikan Sifat Kimia Tanah Ultisol;** Najmi Muhammad Ilmiawan; 131510501045; 2017; 81 halaman; Program Studi Agroteknologi; Fakultas Pertanian; Universitas Jember.

Sebagian besar tanah termasuk Ultisol memiliki kandungan bahan organik yang rendah sehingga berpengaruh terhadap sifat tanah lainnya terutama sifat kimia. Pengaruh sifat kimia yang buruk akan mengakibatkan produktivitas tanah yang rendah. Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan kandungan bahan organik tanah dan peningkatan produktivitas tanaman adalah dengan memperbesar kandungan karbon dalam tanah. Biochar merupakan sumber karbon yang sangat tahan terhadap proses dekomposisi sehingga dapat menyimpan karbon dalam jangka waktu yang panjang dan memperbaiki karakteristik tanah. Akan tetapi, hubungannya dengan ketersediaan hara dalam biochar sangat rendah terutama hara makronya sehingga dalam pengaplikasiannya dalam tanah justru tidak akan meningkatkan produktivitas tanah. Oleh karena itu biochar perlu diperkaya dengan unsur hara terutama NPK berdasarkan kebutuhan kedelai (8: 5,1: 4).

Penelitian ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terdiri dari dua faktor dengan tiga ulangan. Faktor pertama (B): Sumber Biochar yang terdiri dari empat taraf yaitu: 1. Biochar tanpa NPK (B0), 2. Biochar Jerami Padi + NPK (8: 5,1: 4) (B1), 3. Biochar Limbah Kedelai + NPK (8: 5,1: 4) (B2), 4. Biochar Kayu + NPK (8: 5,1: 4) (B3) dan faktor kedua (D): Dosis Biochar yang Diperkaya yang terdiri dari empat taraf yaitu: 1. 0,5 ton/ha (D1), 2. 2,5 ton/ha (D2), 3. 5 ton/ha (D3), 4. 10 ton/ha (D4). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui (1) pengaruh pengkayaan biochar terhadap perbaikan sifat kimia tanah Ultisol, (2) pengaruh perbaikan sifat kimia tanah Ultisol terhadap pertumbuhan tanaman kedelai, (3) kombinasi biochar dan NPK paling baik dalam perbaikan sifat kimia tanah Ultisol dan pertumbuhan tanaman kedelai.



Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengkayaan biochar mampu lebih tinggi meningkatkan sifat kimia tanah Ultisol pada variabel N-total, P-tersedia dan K-dd tetapi tidak lebih tinggi pada variabel pH H<sub>2</sub>O, pH KCl, KTK dan C-organik dibandingkan biochar tanpa pengkayaan. Pada indikator tanaman, pengkayaan biochar lebih tinggi pengaruhnya dalam meningkatkan seluruh variabel, sebaliknya menurunkan variabel bintil akar dibandingkan biochar tanpa pengkayaan. Kombinasi terbaik ditemukan pada biochar jerami padi dan kayu dosis 5 dan 10 ton/ha terhadap perbaikan sifat kimia tanah Ultisol, sedangkan pada biochar yang sama dengan dosis 2,5 dan 5 ton/ha merupakan dosis optimum bagi pertumbuhan tanaman kedelai.

## SUMMARY

**The Effects of Applying Biochar Derived from Rice Straw, Soybean Waste, and Wood Enriched With NPK on Chemical Characteristic Improvement in Ultisols.** Najmi Muhammad Ilmiawan; 131510501145; 2017; 81 pages; Study Program of Agrotechnology; Faculty of Agriculture; University of Jember.

Most of soil including Ultisol has a low organic material content that affects other soil properties, especially chemical properties. The effects of poor chemical properties will result in low soil productivity. One effort to solving the problem of soil organic matter content and increase crop productivity is to increase the carbon content in the soil. The use of organic matter in increasing carbon content in the soil improves soil productivity, supplies nutrients to plants, supports rapid nutrient cycles, and retains the mineral fertilizer provided. However, this success only lasted for a short time, especially in the tropical regions. This is due to the high decomposition rate. The decomposition rate of organic matter in the tropics is so high that the reduction of organic matter is higher than the addition. Biochar is a highly resistant source of carbon to the decomposition process so it can store carbon in the long time and improve soil characteristics. However, its relationship with the availability of nutrients in biochar was very low, especially its macro nutrients so that in its application in the soil it will not increase the productivity of the soil. Therefore, biochar needs to be enriched with nutrients especially NPK based on soybean requirement (8: 5,1: 4).

This research was performed using Factorial Randomized Block Complete Design (RBCD) consisted of two factors with three replicates. The first factor (B): Biochar Source consisted of four levels: 1. Biochar without NPK (B0), 2. Rice Straw Biochar + NPK (8: 5,1: 4) (B1), 3. Soybean Waste Biochar + NPK (8: 5,1: 4) (B2), 4. Wood Biochar + NPK (8: 5,1: 4) (B3), and second factor (D): Enriched Biochar Dose consisted of four levels: 1. 0,5 t/ha (D1), 2. 2,5 t/ha (D2), 3. 5 t/ha (D3), 4. 10 t/ha (D4). The objectives of this study were to determine (1) enriched biochar effect on soil chemical properties of Ultisol, (2) influence of soil

chemical properties of Ultisol on soybean plant growth, (3) combination of biochar and NPK in improving soil chemical properties Ultisol and soybean plant growth.

The results showed that enriched biochar was able to increase the soil chemical properties of Ultisol in total N, available P and exchangeable K higher but not higher in pH H<sub>2</sub>O, pH KCl, CEC and organic C than biochar without enrichment. In plant indicators, enriched biochar was superior to improving all variables, otherwise reducing the variables of root nodule compared to unriched biochar. The best combination was found in 5 and 10 ton/ha of rice straw biochar and wood biochar on improving soil chemical properties of Ultisol, while in same of biochar with dose 2,5 and 5 ton/ha was the optimum dose for soybean plant growth.

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Pemberian Biochar dari Jerami Padi, Limbah Kedelai, dan Kayu yang Diperkaya NPK Terhadap Perbaikan Sifat Kimia Tanah Ultisol”** dengan baik.

Penyelesaian Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih atas semua dukungan dan bantuan kepada :

1. Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
2. Ir. Hari Purnomo, M.Si., Ph.D, DIC., selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.
3. Ir. Joko Sudibya, M.Si selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.
4. Dr. Ir. Sugeng Winarso, M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama; Ir. Martinus H. Pandutama, MSc, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Anggota; Ir. Marga Mandala, MP., Ph.D. selaku Dosen Penguji Utama dan Dr. Arthur Frans Cesar Regar, M.Sc., Ag. selaku Dosen Penguji Anggota yang telah membimbing, meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.
5. Ir. Herru Djatmiko, MS selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Orang tua ku Ayahanda Moh. Ghofur dan Ibunda In Zubaidah serta Adikku Binaetika Maulidiyati dan Arif Nailal Widadi yang selalu memberikan doa, kasih sayang, semangat, motivasi dan dukungan hingga terselesaikannya skripsi ini.
7. Azizah, terima kasih atas segalanya.
8. Sahabat ku yaitu Widya, Ardi, Arga, Irvan, Dana, Isna, Ales, Retno, Fingki, Mbak Amel, dan Khoirunnisa yang telah banyak membantu setiap permasalahan-permasalahan dengan sabar serta tanpa adanya pamrih.

9. Rekan penelitian ku Farkhan Ramadlani dan Fitria Retnosari atas suka, duka, kerja keras, bantuan, motivasi dan masukan ide-ide penulisan, serta kerjasamanya dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Keluarga Agrosera, rekan-rekan di HIMAHITA serta SOILER 2013 yang telah menemani, memberikan semangat, dan dukungan, serta begitu banyaknya pengalaman.
11. Keluarga CEMARA yaitu Mas Avief, Mbak Pricil, Dek Dian yang mengajarkan arti kekeluargaan, kebersamaan, kesederhanaan dan cara berfikir yang lebih baik dan bijak dalam menghadapi keadaan.
12. Kawan KKN 131 yaitu Sarah, Wildan, Istiq, Yanti, Yani, Wildan, Gusti, Umami, dan Mbak Iren yang telah mengajarkan arti sebuah keluarga dan kebersamaan selama di Bercak.
13. Tim Asisten Dasar Ilmu Tanah periode 15/16, Kesuburan Tanah dan Pemupukan periode 15/16 dan 16/17, Kimia Tanah periode 16/17, Analisis Tanah Air dan Jaringan periode 16/17, dan Perancangan Percobaan periode 16/17 yang mengajarkan bagaimana menjadi Tim dan memecahkan masalah.
14. Teknisi laboratorium yaitu Mas Jimmy yang banyak membantu, memberi masukan serta mengajarkan bagaimana menutupi kekurangan-kekurangan selama penelitian.
15. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu namun telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga karya ilmiah tertulis ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca sekalian.

Jember, 11 Juli 2017

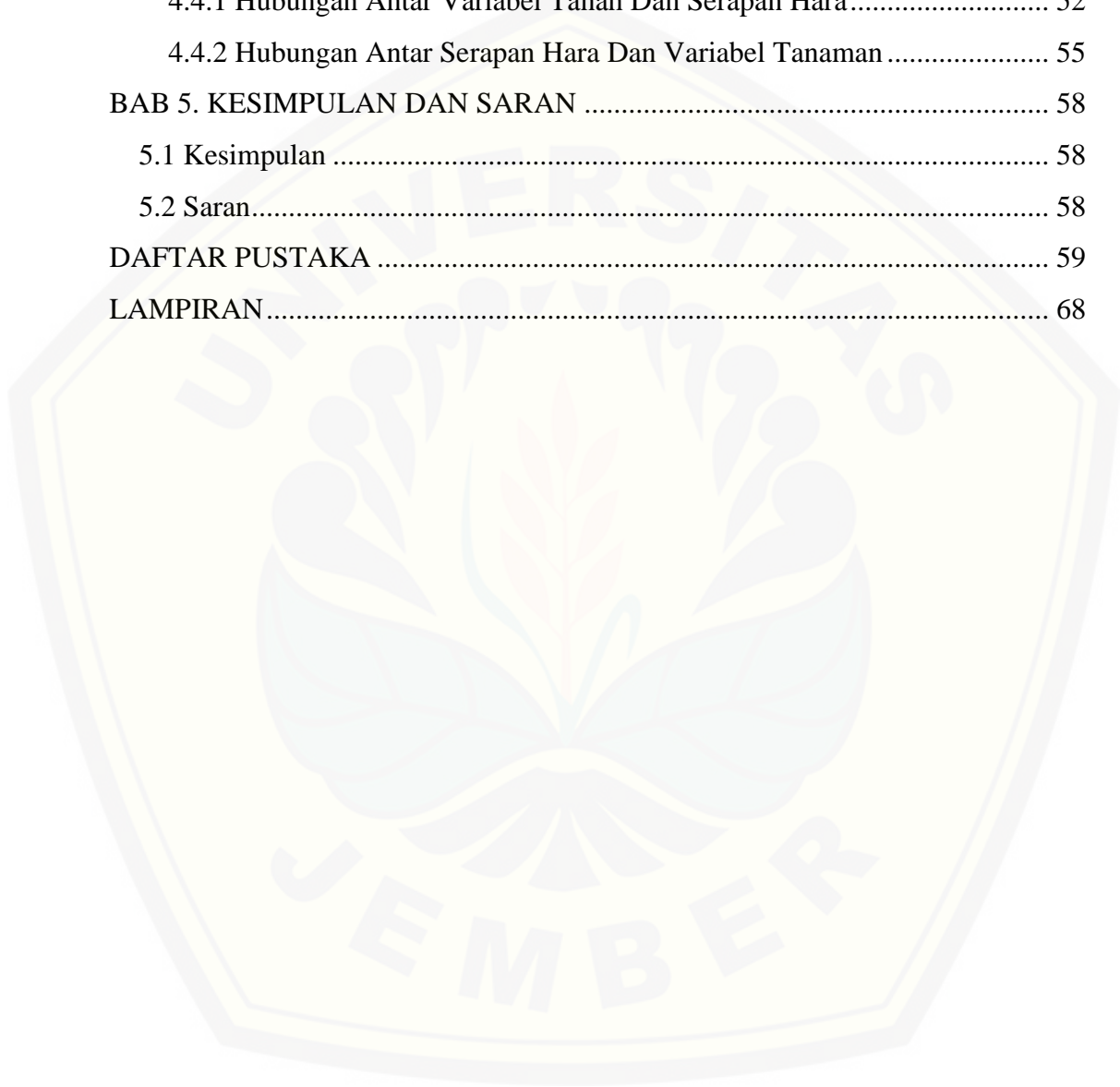
Penulis

**DAFTAR ISI**

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PEMBIMBING.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN .....	vii
SUMMARY .....	ix
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Manfaat .....	3
1.5 Hipotesis.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Tanah Ultisol.....	4
2.2 Biochar .....	4
2.3 Sifat Kimia Tanah .....	7
2.3.1 Kemasaman Tanah (pH) .....	7
2.3.2 C-Organik.....	8
2.3.3 Kapasitas Tukar Kation.....	8
2.3.4 Nitrogen, Fosfor, dan Kalium .....	9
2.4 Kedelai ( <i>Glycine max</i> L. Merril).....	11
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	13

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	13
3.2 Persiapan Penelitian .....	13
3.2.1 Pembuatan Biochar .....	13
3.2.2 Tahap Analisis Pendahuluan .....	14
3.2.3 Pengkayaan Biochar .....	14
3.3 Pelaksanaan Riset .....	15
3.3.1 Rancangan Percobaan, Perlakuan dan Ulangan .....	15
3.3.2 Prosedur Penelitian .....	15
3.4 Variabel Pengamatan .....	16
3.5 Analisis Data .....	16
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>18</b>
4.1 Analisis Pendahuluan .....	18
4.1.1 Sifat Tanah Awal .....	18
4.1.2 Sifat Biochar .....	19
4.2 Pengaruh Pengkayaan Biochar dengan NPK Terhadap Sifat Kimia Tanah	22
4.2.1 Kemasaman Tanah (pH H <sub>2</sub> O dan pH KCl) .....	22
4.2.2 N-Total Tanah .....	25
4.2.3 P-Tersedia Tanah .....	26
4.2.4 K-dd Tanah .....	28
4.2.5 Kapasitas Tukar Kation .....	29
4.2.6 C-Organik Tanah .....	30
4.3 Pengaruh Pengkayaan Sumber Biochar dengan Berbagai Dosis Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai .....	31
4.3.1 Serapan N .....	32
4.3.2 Serapan P .....	34
4.3.3 Serapan K .....	35
4.3.4 Tinggi Tanaman .....	37
4.3.5 Jumlah Daun Trifoliat .....	38
4.3.6 Waktu Pembungaan .....	40
4.3.7 Panjang Akar .....	41
4.3.8 Berat Basah dan Berat Kering Tanaman Bagian Atas .....	43

4.3.9 Berat Basah dan Berat Kering Akar.....	45
4.3.10 Jumlah Bintil Akar dan Jumlah Bintil Akar Efektif.....	48
4.3.11 Berat Basah Bintil Akar .....	51
4.4 Hubungan Antar Variabel Tanah dan Tanaman.....	52
4.4.1 Hubungan Antar Variabel Tanah Dan Serapan Hara.....	52
4.4.2 Hubungan Antar Serapan Hara Dan Variabel Tanaman.....	55
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....	58
5.1 Kesimpulan .....	58
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA .....	59
LAMPIRAN.....	68





**DAFTAR TABEL**

2.1	Kandungan kimia beberapa sumber biochar.....	6
2.2	Kisaran nilai kecukupan hara tanaman kedelai .....	12
3.1	Metode analisis awal tanah dan biochar yang digunakan.....	14
3.2	Perbandingan biochar dan NPK yang dicampurkan.....	14
3.3	Variabel yang diamati.....	16
4.1	Sifat tanah awal yang digunakan .....	18
4.2	Sifat beberapa sumber biochar yang digunakan .....	19
4.3	Rangkuman F-hitung pengaruh perlakuan terhadap sifat kimia tanah .....	22
4.4	Interaksi berbagai sumber dan dosis biochar yang diperkaya terhadap pH H <sub>2</sub> O .....	23
4.5	Interaksi berbagai sumber dan dosis biochar yang diperkaya terhadap pH KCl.....	24
4.6	Interaksi berbagai sumber dan dosis biochar yang diperkaya terhadap N-total .....	25
4.7	Interaksi berbagai sumber dan dosis biochar yang diperkaya terhadap C-Organik .....	31
4.8	Rangkuman F-hitung pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan tanaman	32
4.9	Interaksi berbagai sumber dan dosis biochar yang diperkaya terhadap tinggi tanaman.....	37
4.10	Interaksi berbagai sumber dan dosis biochar yang diperkaya terhadap jumlah daun trifoliat .....	39
4.11	Interaksi berbagai sumber dan dosis biochar yang diperkaya terhadap berat basah tanaman bagian atas.....	44
4.12	Interaksi berbagai sumber dan dosis biochar yang diperkaya terhadap berat kering tanaman bagian atas.....	45
4.13	Interaksi berbagai sumber dan dosis biochar yang diperkaya terhadap berat basah akar .....	46
4.14	Interaksi berbagai sumber dan dosis biochar yang diperkaya terhadap berat kering akar .....	47

**DAFTAR GAMBAR**

2.1	Perubahan biomassa saat proses pirolisis .....	6
4.1	Hasil pembuatan biochar dari tiga sumber bahan.....	22
4.2	Pengaruh kombinasi berbagai sumber biochar dan dosis yang diperkaya terhadap P-tersedia.....	27
4.3	Pengaruh kombinasi berbagai sumber biochar dan dosis yang diperkaya terhadap K-dd .....	28
4.4	Pengaruh kombinasi berbagai sumber biochar dan dosis yang diperkaya terhadap KTK .....	30
4.5	Pengaruh kombinasi berbagai sumber biochar dan dosis yang diperkaya terhadap serapan N .....	33
4.6	Pengaruh kombinasi berbagai sumber biochar dan dosis yang diperkaya terhadap serapan P .....	34
4.7	Pengaruh kombinasi berbagai sumber biochar dan dosis yang diperkaya terhadap serapan K .....	36
4.8	Tinggi tanaman kedelai akhir vegetatif .....	38
4.9	Pengaruh kombinasi berbagai sumber biochar dan dosis yang diperkaya terhadap waktu pembungaan .....	41
4.10	Pengaruh kombinasi berbagai sumber biochar dan dosis yang diperkaya terhadap panjang akar .....	42
4.11	Panjang akar akhir vegetatif .....	43
4.12	Rata-rata rasio berat tajuk dan berat akar .....	48
4.13	Pengaruh kombinasi berbagai sumber biochar dan dosis yang diperkaya terhadap jumlah bintil akar .....	49
4.14	Pengaruh kombinasi berbagai sumber biochar dan dosis yang diperkaya terhadap jumlah bintil akar efektif.....	50
4.15	Pengaruh kombinasi berbagai sumber biochar dan dosis yang diperkaya terhadap berat basah bintil akar .....	51

**DAFTAR LAMPIRAN**

1.	Kriteria Penilaian Hasil Analisis Tanah .....	68
2.	Tabel Matriks Korelasi Variabel Pengamatan.....	69
3.	Dokumentasi Pembuatan Biochar .....	70
4.	Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian .....	71
5.	Denah Percobaan .....	72
6.	Kriteria Standar Biochar .....	73
7.	Hasil Analisis C-Organik.....	74
8.	Hasil Analisis N-total .....	75
9.	Hasil Analisis P-tersedia.....	76
10.	Hasil Analisis K-dd.....	77
11.	Hasil Analisis Serapan N.....	78
12.	Hasil Analisis Serapan P.....	79
13.	Hasil Analisis Serapan K.....	80
14.	Hasil Analisis Jumlah Bintil Akar Efektif .....	81

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kandungan bahan organik tanah pada sebagian besar lahan pertanian di Indonesia termasuk Ultisol saat ini telah mencapai tingkatan rendah bahkan sangat rendah. Subowo (2010) melaporkan bahwa sekitar 73% lahan pertanian di Indonesia memiliki kandungan C-organik tanah kurang dari 2%. Akibatnya, status kesuburan tanah akan menjadi buruk. Sebaran Ultisol yang mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia menurut Paiman dan Armando (2010) akan menjadi kendala utama dalam kegiatan budidaya pertanian terutama komoditas tanaman pangan pada tanah Ultisol. Upaya memperbesar kandungan karbon dalam tanah merupakan langkah yang tepat dalam mengatasi permasalahan kandungan bahan organik tanah dan peningkatan produktivitas tanah.

Umumnya penggunaan tanaman penutup tanah, penambahan mulsa, kompos ataupun pupuk kandang dalam peningkatan kandungan karbon dalam tanah berhasil memperbaiki produktivitas tanah. Namun, keberhasilan ini hanya bertahan dalam jangka waktu yang pendek terutama di daerah tropis. Hal ini disebabkan karena proses dekomposisi berlangsung cepat akibatnya bahan organik mengalami pembusukan dan termineralisasi menjadi CO<sub>2</sub> hanya dalam beberapa musim tanam (Sukartono dan Utomo, 2012). Maka dari itu, perlu adanya alternatif pembenah tanah lain yang mampu bertahan dalam jangka waktu yang lama dalam tanah guna memperbaiki status kesuburan tanah yaitu Biochar.

Biochar merupakan arang yang dihasilkan dalam kondisi suhu yang tinggi dan keberadaan oksigen terbatas yang dapat dimanfaatkan sebagai pembenah tanah dengan potensi memperbaiki karakteristik tanah dan pertumbuhan tanaman (Brantley *et al.*, 2015a). Pembuatannya ini disebut juga dengan teknik pirolisis (Destyorini *et al.*, 2010). Bahan yang digunakan sebagai biochar dalam penelitian ini yaitu limbah jerami padi dan kayu yang memiliki kandungan C/N rasio tinggi yaitu secara berturut 42,3: 1 (Man dan Ha, 2006) , 60-400: 1 (Hardiwinoto *et al.*, 2005). Sedangkan limbah kedelai yang memiliki kandungan C/N rasio rendah

yaitu 3,4:1 (Wang *et al.*, 2015). Biochar memiliki berbagai kelebihan daripada bahan organik lainnya, namun juga memiliki kekurangan dalam ketersediaan hara yang dikandung. Bhattarai *et al.* (2015) melaporkan, nitrogen dan fosfor dalam biochar sangat rendah kadarnya. Mengacu pada persoalan tersebut, maka biochar perlu diperkaya unsur hara melalui penambahan pupuk anorganik yaitu unsur N dari Urea, unsur P dari SP-36, dan unsur K dari KCl berdasarkan kebutuhan tanaman kedelai dengan perbandingan (8: 5,1: 4) atau (8% N: 5,1% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 4% K<sub>2</sub>O). Dari hal tersebut, perlu diteliti bagaimana pengaruh pengkayaan berbagai sumber biochar dengan NPK terhadap sifat kimia tanah Ultisol, bagaimana pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman kedelai dan manakah kombinasi sumber biochar dan dosis yang terbaik.

### 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh pengkayaan biochar terhadap perbaikan sifat kimia tanah Ultisol?
2. Bagaimana pengaruh perbaikan sifat kimia tanah Ultisol terhadap pertumbuhan tanaman kedelai?
3. Manakah kombinasi biochar dan NPK paling baik dalam perbaikan sifat kimia tanah Ultisol dan pertumbuhan tanaman kedelai?

### 1.3 Tujuan

Adapun penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui pengaruh pengkayaan biochar terhadap perbaikan sifat kimia tanah Ultisol.
2. Mengetahui pengaruh perbaikan sifat kimia tanah Ultisol terhadap pertumbuhan tanaman kedelai.
3. Mendapatkan kombinasi biochar dan NPK paling baik dalam perbaikan sifat kimia tanah Ultisol dan pertumbuhan tanaman kedelai.

#### **1.4 Manfaat**

1. Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai dasar atau acuan dalam pengkayaan biochar dan pemberian dosis biochar yang diperkaya terbaik pada tanah Ultisol dan budidaya tanaman kedelai untuk penelitian selanjutnya.
2. Menghimbau petani untuk mengurangi kebutuhan akan pupuk anorganik.
3. Mengurangi volume limbah pertanian dengan memanfaatkan limbah tersebut menjadi bahan pembenah tanah.

#### **1.5 Hipotesis**

1. Terdapat pengaruh pengkayaan biochar dengan NPK terhadap perbaikan sifat kimia di tanah Ultisol.
2. Terdapat pengaruh perbaikan sifat kimia tanah terhadap pertumbuhan tanaman kedelai.
3. Kombinasi biochar dan NPK dengan dosis yang berbeda akan menunjukkan hasil yang berbeda terhadap perbaikan sifat kimia tanah Ultisol dan pertumbuhan tanaman kedelai.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanah Ultisol

Ultisol tersebar mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia (Paiman dan Armando, 2010). Segala permasalahan yang muncul pada tanah Ultisol bersumber pada sejarah pembentukannya. Tanah ini dibentuk akibat proses pelapukan dan pembentukan tanah yang sangat intensif karena berlangsung dalam lingkungan iklim tropika dan sub tropika yang suhunya panas dan curah hujannya tinggi (Sudaryono, 2009).

Pemanfaatan tanah Ultisol untuk pengembangan di bidang pertanian akan dihadapkan pada berbagai kendala terutama pada sifat kimianya. Kendala pada sifat kimia tanah Ultisol adalah pH nya masam, KTK rendah, kekahatan unsur hara makro N, P, K, S, Ca dan Mg, kekahatan unsur hara mikro Zn, Cu, B dan Mo, dan kejenuhan basa rendah (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Kandungan bahan organik, DHL dan muatan variabelnya pula rendah. Hal tersebut mengakibatkan pH menjadi sangat masam yang mengikat kadar Al bebas, akibatnya meningkatkan bahaya keracunan dan fiksasi unsur P (Pasaribu, 2008) dan (Tambunan *et al.*, 2014).

Studi yang dilakukan Sudaryono (2011) tentang budidaya kedelai di lahan kering Ultisol Lampung Tengah dan Tulang Bawang mengalami persoalan pada pH rendah (<5), kejenuhan Al tinggi (12,0- 40,1% di Lampung Tengah dan 18,4-47,6% di Tulang Bawang), Fe tersedia tinggi (41,30-73,43 ppm), serta P dan K tersedia rendah. Harsono *et al.* (2011) juga melaporkan, Ultisol di Lampung dengan pH 3,9-4,9; kejenuhan Al 38,7-65,5%; C-organik rendah-sedang; P-tersedia (Bray-1) 2,1-11,8 ppm; K-dd 0,01-0,05 me; Ca-dd 0,37-1,86 me; dan Mg-dd 0,35-0,66 me/100 g tanah, menyebabkan pertumbuhan kedelai varietas Wilis sangat kurus.

### 2.2 Biochar

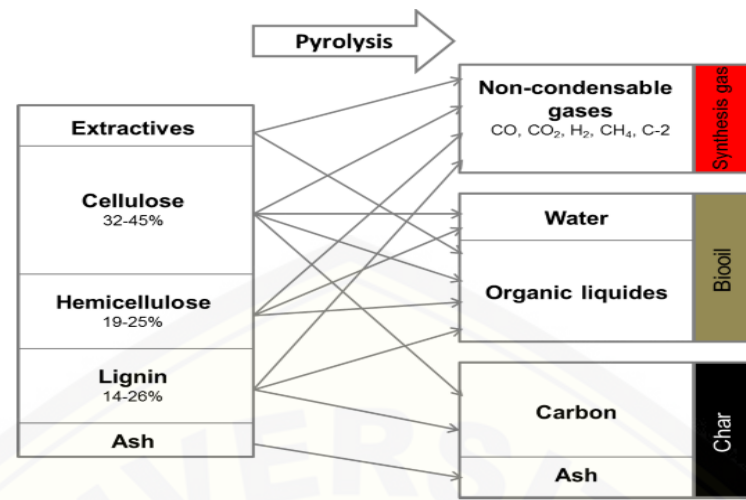
Biochar merupakan arang hayati berpori yang dihasilkan dari proses penguraian senyawa organik atau pembakaran tidak sempurna yang disebut

dengan proses karbonisasi (teknik pirolisis) yang dapat meningkatkan kualitas tanah dan dapat digunakan sebagai salah satu alternatif untuk pengelolaan tanah (Destyorini *et al.*, 2010). Kandungan utama dalam biochar yaitu 85-95% karbon. Beberapa bahan baku yang dapat digunakan antara lain : kayu, tempurung kelapa, limbah batu bara, limbah pengolahan kayu dan limbah pertanian seperti kulit buah kopi, kulit buah coklat, sekam padi, jerami, tongkol dan pelepah jagung (Alfiany *et al.*, 2013). Menurut Latuponu *et al.* (2011), istilah biochar untuk menghindari pemahaman arang yang berasal dari batubara, fungsi arang sebagai bahan bakar, penggunaan arang sebagai adsorben pada industri makanan dan farmasi, penggunaan arang untuk mengatasi limbah pada larutan atau air yang tercemar.

Pembakaran biomassa dilakukan dengan tanpa oksigen atau dengan oksigen yang rendah yang dikenal sebagai proses pirolisis (Sandra *et al.*, 2014). Syarat kadar oksigen saat proses berlangsung yaitu <2% (Gustafsson, 2013). Pembuatan biochar secara tradisional yaitu menggunakan drum. Teknik tradisional untuk memproduksi biochar ini terdiri dari tiga tahap yang dapat diidentifikasi dengan melihat warna asap. Asap putih menunjukkan pengeringan biomassa, asap kuning menunjukkan proses pirolisis dan asap biru menunjukkan proses telah selesai (Gustafsson, 2013).

Pirolisis merupakan proses termokimia dimana selulosa dan lignin dirombak dari struktur rantai karbon yang panjang menjadi pendek. Gas pirolis mengandung bio-oil dan gas sintetis yang mengandung struktur karbon yang panjang, metan, hidrogen, karbon monoksida dan karbon dioksida. Zat padat yang dihasilkan disebut sebagai biochar yang ditujukan untuk kegiatan pertanian. Suhu pada proses pirolisis merupakan parameter penting dalam proses pembentukan biochar. Saat pirolisis berlangsung, hemiselulosa akan terurai pertama kali, dimana pada suhu 220 dan 315 °C. Selulosa mulai terurai pada suhu 315 - 400 °C. Lignin penguraiannya lambat tapi stabil mulai suhu 160 hingga 900 °C. Mineral tersebut tetap dalam biochar namun disebut sebagai abu (Gustafsson, 2013). Perubahan biomassa saat proses pirolisis berlangsung dapat dilihat pada Gambar 2.1.





Gambar 2.1 Perubahan biomassa saat proses pirolisis (Sumber: Gustafsson, 2013)

Biochar memiliki pH, KTK, C-Organik dan luas permukaan tinggi. Biochar dapat memiliki luas permukaan ( $200 - 500 \text{ m}^2/\text{g}$ ) dan sangat berporus pada pembakaran suhu  $450$  hingga  $750 \text{ }^\circ\text{C}$  (Brantley *et al.*, 2015b). Semakin tinggi luas permukaan pada biochar maka KTK pada biochar akan semakin meningkat dan juga sebaliknya. Hal ini disebabkan karena semakin besar luas permukaan pada biochar maka semakin banyak tempat yang untuk melakukan pertukaran kation pada biochar sehingga akan semakin tinggi nilai KTK pada biochar (Sandra *et al.*, 2014). Menurut Maryani *et al.* (2012), Biochar lebih efektif digunakan, karena aplikasi biochar mampu meningkatkan kandungan c-organik tanah khususnya pada lapisan  $0-10 \text{ cm}$ . Didalam tanah biochar menyediakan habitat yang baik bagi mikroba tanah yang tidak dikonsumsi seperti bahan organik lainnya.

Kandungan sifat kimia pada beberapa biochar limbah pertanian dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kandungan kimia beberapa sumber biochar

Variabel	Tempurung kelapa	Kulit kakao	Tempurung kelapa sawit	Sekam padi
C-total (%)	33,0	69,0	57,0	39,0
C-organik total (%)	1,37	4,21	18,78	3,72
pH	7,7	10,8	8,2	7,7
Kadar N (%)	0,15	0,83	1,61	0,50
Kadar P (%)	0,02	0,33	0,25	0,23
Kadar K (%)	0,04	1,25	0,04	0,06

Sumber : Dariah *et al.*, 2015

Biochar memang berjangka panjang namun memiliki pengaruh pemupukan yang rendah. Terdapat percobaan yang pernah dilakukan yaitu penambahan Nitrogen, Fosfor dan Kalium pada biochar sebelum diberikan kedalam tanah. Hasil studi menunjukkan dengan aplikasi 10 ton/ha memberikan kenaikan hasil 16% pada tahun pertama dan 14% pada tahun kedua (Gustafsson, 2013). Rendahnya kandungan  $P_2O_5$  dan  $K_2O$  dalam pembenah tanah biochar yaitu hanya 0,90-1,14% menyebabkan pemberian dengan dosis rendah tidak mampu meningkatkan kandungan P dan K dalam tanah. Penting untuk mencampur atau memperkaya biochar dengan hara. Pemberian formula pembenah tanah biochar dengan dosis 5 dan 10 ton/ha mampu meningkatkan kandungan P tersedia dan K total tanah. Pemberian dengan dosis 2,5 ton/ha belum mampu meningkatkan kandungan P tersedia dan K total (Muharam dan Saefudin, 2016).

## 2.3 Sifat Kimia Tanah

### 2.3.1 Kemasaman Tanah (pH)

pH didefinisikan sebagai kemasaman atau kebasahan relatif suatu bahan, skala pH mencakup dari nilai 0 (nol) hingga 14. Nilai pH 7 dikatakan netral. Di bawah nilai pH 7 dikatakan asam, sedangkan di atas pH 7 dikatakan basa. Kemasaman tanah atau pH akan berpengaruh terhadap sifat tanah lain. Sifat tanah yang dapat dipengaruhi pH tanah antara lain ketersediaan unsur hara dan KTK. Selain itu pH tanah juga berpengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme di dalam tanah. Pada pH dibawah 5,0 beberapa unsur hara makro dan mikro seperti P, Fe, Cu, Zn ketersediaannya menurun karena membentuk senyawa kompleks tidak larut air, sehingga tidak bisa diambil oleh tanaman. Keadaan tanah dengan nilai pH masam juga akan meningkatkan kelarutan Al, Fe dan Mn yang tinggi dan berakibat menjadikan unsur hara mikro tersebut racun bagi tanaman. Demikian juga pada pH diatas 8,0 ketersediaan unsur hara Ca dan P menurun karena adanya absorpsi membentuk senyawa tidak larut bagi tanaman (Kusumandaru *et al.*, 2015). Pupuk yang mengandung nitrogen dalam bentuk amonia atau dalam bentuk lainnya dapat berubah menjadi nitrat yang berakibat pada penurunan pH

tanah. Nitrifikasi berakibat dalam produksi ion-ion hidrogen dan berpotensi meningkatkan kemasaman tanah (Firmansyah dan Sumarni, 2013).

### 2.3.2 C-Organik

Pengaruh bahan organik terhadap sifat kimia tanah yaitu dapat meningkatkan kapasitas pertukaran kation atau *Cation Exchange Capacity* (CEC) dan dalam proses dekomposisi dan mineralisasi bahan organik yang dilakukan mikroorganisme tanah akan melepaskan unsur-unsur nitrogen, fosfor, belerang dan beberapa unsur mikro yang sangat diperlukan tanaman dan organisme lainnya (Arifin, 2011). Kenaikkan pH tanah juga disebabkan adanya mineralisasi bahan organik dan pelepasan kation-kation basa ke dalam larutan tanah. Selain itu, hasil dekomposisi bahan organik akan dihasilkan asam-asam organik, melalui gugus-gugus fungsional asam organik yang dapat bereaksi dengan Al dalam mineral tanah membentuk Al-organo kompleks yang bersifat tidak larut. Selanjutnya, akan terbentuk Al-organo chelate atau organo kompleks melalui interaksi antara gugus fungsi asam-asam organik terjadi dalam bentuk antara lain reaksi kompleks, kelasi dan lain-lain sehingga menurunkan konsentrasi Al dalam larutan tanah (Kusumastuti, 2014).

Tinggi rendahnya kandungan karbon dalam tanah dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme dalam merombak bahan organik tanah, evapotranspirasi atau terikut ketika panen. Karbon dalam tanah dapat hilang melalui evapotranspirasi, terangkut panen, dimanfaatkan biota tanah dan erosi (Nariratih *et al.*, 2013). Rendahnya bahan organik tanah menyebabkan berkurangnya senyawa-senyawa organik yang berfungsi mengkhelasi ion-ion logam khususnya Al (Bertham, 2002).

### 2.3.3 Kapasitas Tukar Kation

Kapasitas tukar kation mewujudkan muatan negatif per unit massa tanah. Kapasitas tukar kation dapat ditentukan melalui jumlah kation yang dapat dipertukarkan atau kation yang dapat menggantikan per unit massa tanah (Hartati, 2010). Tanah ber-KTK tinggi menandakan bahwa tanah memiliki kemampuan

menyediakan kation unsur hara ( $H^+$ , K,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Mo^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ) yang tinggi untuk dipertukarkan (Kusumandaru *et al.*, 2015).

Kapasitas tukar kation dipengaruhi oleh jenis koloid dan jumlah koloid, jenis mineral liat, tekstur dan kadar bahan organik sangat menentukan nilai kapasitas tukar kation (Jamilah, 2014). Kapasitas tukar kation pada tanah-tanah tropika juga sering tergantung pada pH tanah, karena pada tanah-tanah ini mereka dapat terdiri dari muatan permanen (*permanent charge*) dan muatan tergantung pH (*pH dependent charge*) (Hartati, 2010).

#### 2.3.4 Nitrogen, Fosfor, dan Kalium

Nitrogen secara umum dapat dibagi menjadi dua yaitu nitrogen organik dan anorganik. Bentuk N anorganik adalah amonium ( $NH_4^+$ ) dan nitrat ( $NO_3^-$ ), bentuk  $N_2$  dan NO merupakan bentuk yang hilang sebagai gas akibat proses denitrifikasi. Tanaman menyerap nitrogen dalam bentuk amonium dan nitrat, ion-ion ini berasal dari pemupukan dan dekomposisi bahan organik (Wijanarko *et al.*, 2012). Peranan utama N adalah untuk pertumbuhan bagian vegetatif tanaman seperti daun, batang, dan akar. Selain itu, N juga berperan dalam pembentukan klorofil yang berperan dalam proses fotosintesis. Kekurangan unsur N dapat menghambat pertumbuhan tanaman (Duaja *et al.*, 2012). Gejala kahat N yang paling mudah diamati adalah daun berwarna hijau pucat, ukuran daun lebih kecil, pada kondisi kekahatan yang sangat parah seluruh daun berwarna kuning pucat dan akhirnya gugur, serta pertumbuhan tanaman kerdil (Taufiq, 2014).

Salah satu sumber nitrogen adalah pupuk Urea yang mengandung N (45-46 %) dengan rumus kimia  $NH_2CONH_2$ . Bersifat mudah larut dalam air, mudah tercuci, mudah menarik air dari dalam udara, dan mempunyai pengaruh cepat terhadap pertumbuhan tanaman (Prastowo *et al.*, 2013). Dalam aplikasinya dilapangan efisiensi pupuk N hanya sekitar 30-40 % dari jumlah pupuk yang diberikan (Jamilah dan Safridar, 2012). Pemberian N dalam jumlah sedikit pada awal pertumbuhan tanaman dapat merangsang pertumbuhan bintil akar dan pemberian N yang terlalu banyak dapat menekan aktivitas rhizobium (Suryati *et al.*, 2009).

Kedelai sebagai tanaman yang relatif banyak membutuhkan hara N, pada lingkungan yang optimal, sekitar 60 % dari kebutuhan hara N kedelai dapat dipenuhi dari simbiosis antara kedelai dengan rhizobium (Hanum, 2010). Pada kondisi lingkungan yang ideal dengan bintil akar yang baik tanaman kedelai dapat memperoleh sumbangan N hasil penambatan N oleh bakteri Rhizobium setara dengan 65 – 115 kg N<sub>2</sub>/ha per tahun (Armiadi, 2009).

Didalam tanah terdapat dua jenis fosfor yaitu fosfor organik dan anorganik, yang digunakan sebagai sumber unsur hara penting bagi tanaman. Fosfor dalam tanah diambil dalam bentuk H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>. Komponen senyawa ATP (adenosin trifosfat) yang berfungsi sebagai sumber energi untuk pertumbuhan tanaman. Penyusun DNA (asam deosiribonukleat), RNA (asam ribonukleat) yang penting dalam pembelahan sel dan reproduksi (Taufiq, 2014). Ketersediaan P di dalam tanah biasanya terikat sehingga menjadi Fe-fosfat dan Al-fosfat yang biasanya banyak ditemukan di tanah-tanah masam, sedangkan Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> banyak ditemukan pada tanah-tanah basa. Hal ini menyebabkan tanah memiliki kandungan P yang cukup rendah. (Suliasih dan Rahmat, 2007). Tanaman yang kekurangan unsur fosfor (P) biasanya akan mengakibatkan hambatan pada pertumbuhannya yang kerdil, ukuran daun kecil, daun berwarna kuning keunguan (Taufiq, 2014).

Pupuk SP-36 merupakan jenis pupuk yang larut di dalam air dan reaksinya di dalam tanah adalah netral (Tambunan *et al.*, 2014). Pemupukan fosfor hanya 15-20 % pupuk P yang diberikan pada tanah yang bisa diserap tanaman. Hal tersebut disebabkan karena sebagian besar P terfiksasi dalam tanah. Kedelai respon terhadap pemupukan P dosis 22,5-36 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha pada tanah yang mengandung P tersedia rendah. Fosfor memiliki fungsi spesifik dalam proses simbiosis bakteri rhizobium dengan tanaman sehingga dapat menambah hasil fiksasi nitrogen (N) oleh bakteri rhizobium. Pemupukan P dapat menambah jumlah, ukuran dan berat kering bintil akar kedelai demikian pula pertumbuhan dan hasil tanaman. Sehingga kecukupan P dalam tanaman sangat berpengaruh terhadap penampilan tanaman (Zuchri, 2009).

Kalium dalam tanah diambil dalam bentuk  $K^+$ , ketersediaan kalium dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu  $H^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ . Tingkat ketersediaan K sangat dipengaruhi oleh pH dan kejenuhan basa. Pada pH dan kejenuhan basa rendah kalium mudah hilang tercuci, pada pH netral dan kejenuhan basa tinggi kalium diikat oleh Ca (Widowati *et al.*, 2012). Peran kalium sendiri yaitu menjaga tekanan turgor dalam sel sehingga membantu tanaman melindungi diri dari serangan penyakit. Mengatur menutup dan membukanya stomata, sehingga mampu mengendalikan/mengatur penguapan air dari tanaman. Berperan dalam perkembangan akar dan mempengaruhi penyerapan unsur lain (Rachaman *et al.*, 2008). Gejala kahat unsur K mulai nampak pada daun tua, yaitu timbulnya klorosis (warna kuning) di antara tulang daun (Taufiq, 2014).

Pupuk K yang banyak digunakan di Indonesia yaitu kalium klorida (KCL) (Syakir dan Gusmani, 2012). Pupuk KCl sebagai sumber K mempunyai harga yang cukup mahal sehingga sebagian petani tidak lagi menggunakan pupuk KCL. Jumlah kalium yang dapat diadsorpsi oleh tanah tergantung pada tingkat kejenuhannya. Kalium yang diadsorpsi sebagian besar terdapat dalam keadaan setimpang dengan kalium yang berada dalam larutan tanah yang merupakan sumber utama bagi tanaman (Salbiah *et al.*, 2013). Efisiensi pemupukan kalium berada kisaran 20-40 % (Baligar dan Bennett, 1985). Kedelai respon terhadap pemupukan K dosis 22,5-45 kg  $K_2O$ /ha pada tanah yang mengandung K dapat ditukar (K-dd) 0,2-0,3 me/100 g (Taufiq, 2014).

#### **2.4 Kedelai (*Glycine max* L. Merrill)**

Kedelai sebagai tanaman yang relatif banyak membutuhkan hara N, pada lingkungan yang optimal, sekitar 60 % dari kebutuhan hara N kedelai dapat dipenuhi dari simbiosis antara kedelai dengan rhizobium (Kumalasari *et al.*, 2013). Simbiosis kedelai dengan rhizobium ini akan membantu mencukupi kebutuhan N, sehingga dapat menurunkan penggunaan pupuk N kimia. Penambatan  $N_2$  dari atmosfer secara biologis oleh bermacam-macam jenis tanaman kacang-kacangan berkisar antara 200-300 kg N/ha per tahun.

Pertumbuhan bintil akar sangat tergantung pada faktor lingkungan seperti jumlah nutrisi, suhu, kadar air tanah, dan faktor genetik (Bertham, 2002).

Fase pertumbuhan tanaman kedelai dibagi menjadi fase vegetatif (V) dan Generatif (R). Kecuali pada fase awal, fase V disebutkan secara bilangan seperti V1, V2, V3 dan seterusnya dengan notasi V(n) dimana (n) menunjukkan jumlah nodul batang terakhir. Begitupun dengan fase R. Fase vegetatif ditentukan dengan menghitung jumlah nodul batang utama, dimulai dengan unifoliat daun yang terbuka. V1 ditunjukkan adanya daun trifolat yang terbuka dan seterusnya hingga berakhir saat fase R1 yaitu munculnya bunga pertama (Wright dan Lenssen, 2013).

Kedelai varietas gepak kuning merupakan varietas yang dilepas tahun 2008 termasuk berumur genjah (73 hari saat panen). Dengan tinggi dapat mencapai 55 cm, berpotensi hasil 2,86 ton/ha. Umur berbunga varietas ini hanya butuh 28 hari dengan warna bunga ungu dengan tipe pertumbuhannya yaitu determinate. Kelebihan lainnya yaitu beradaptasi baik di lahan sawah dan tegal, baik pada musim hujan maupun kemarau (Balitkabi, 2016).

Pemberian input berupa pupuk ataupun bahan organik dengan tujuan pertumbuhan tanaman dapat dievaluasi dari kandungan hara dalam tanaman. Berikut kisaran nilai kecukupan hara dalam tanaman kedelai dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Kisaran nilai kecukupan hara tanaman kedelai

Kisaran nilai kecukupan			
Unsur	%	Unsur	ppm
N	3,5–4,5	Mn	100–350
P	0,20–0,35	Fe	100–250
K	1,70–3,00	B	20–50
Ca	1,25–1,75	Cu	10–50
Mg	0,30–0,80	Zn	20–50
S	0,20–0,30	Mo	1,0–5,0

Sumber : Taufiq (2014)

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian mengenai Pengaruh Pemberian Biochar dari Jerami Padi, Limbah Kedelai, dan Kayu yang Diperkaya NPK Terhadap Perbaikan Sifat Kimia Tanah Ultisol dilaksanakan pada bulan Februari 2017 sampai dengan Mei 2017. Penelitian dilaksanakan di halaman luar depan *green house* Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember. Pelaksanaan analisa untuk mengetahui sifat kimia tanah dilakukan di Laboratorium Kesuburan Tanah, Gedung Jurusan Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

### 3.2 Persiapan Penelitian

#### 3.2.1 Pembuatan Biochar

Pembuatan biochar dilakukan dengan menyiapkan alat pirolisis yaitu dari tong yang sudah terbuka bagian atasnya. Bahan biochar berupa jerami padi, limbah kedelai dan kayu disiapkan dalam keadaan kering untuk mempermudah pembakaran. Jerami padi yang telah kering dimasukkan kedalam tong sebanyak  $\frac{3}{4}$  volume tong kemudian dipadatkan hingga tidak terdapat rongga yang menyebabkan udara masuk. Kemudian menyulutkan api didalam jerami hingga api sudah benar-benar menyala. Apabila api sudah menyala dan diperkirakan tidak akan padam, tong segera ditutup rapat dengan penutup. Pembakaran umumnya selama 3 sampai 4 jam (Iskandar dan Santosa, 2005). Pengarangan dianggap selesai apabila asap yang keluar dari celah penutup menipis. Selanjutnya penutup dilepas dan segera dikeluarkan dan disiram dengan air agar tidak berlanjut menjadi abu kemudian diayak dengan menggunakan ayakan ukuran 2 mm. Terdapat resiko beberapa arang masih membara yang dapat mengubah arang menjadi abu, maka perlu disiram dengan air saat proses pirolisis selesai (Gustafsson, 2013). Selanjutnya, bahan limbah kedelai dan kayu dilakukan dengan prosedur yang sama. Untuk membuat biochar dari bahan baku kayu, bahan tersebut harus dipotong menjadi ukuran kecil dengan diameter  $\approx 8$  cm dan panjang  $\approx 20$  cm (Lempang, 2014).



### 3.2.2 Tahap Analisis Pendahuluan

Tanah yang digunakan sebagai media penelitian dan biochar terlebih dahulu dianalisis kandungan pH, N total, P tersedia, K-dd, KTK, serta melakukan analisis C-Organik. Dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Metode analisis awal tanah dan biochar yang digunakan

Variabel	Metode
Analisis pH H <sub>2</sub> O dan pH KCl	Metode pH meter
Analisis Kadar Air tanah	Metode Gravimetri
Analisis N total	Metode Kedjahl
Analisis P tersedia tanah	Bray I
Analisis P tersedia biochar	Olsen
Analisis K-dd	Pereaksi Ammonium Asetat 1M
Analisis KTK	Pereaksi Ammonium Asetat 1M
Analisis C-Organik tanah	Kurmis
Analisis C-Organik biochar	Pengabuan

### 3.2.3 Pengkayaan Biochar

Biochar yang telah jadi diberi unsur hara N, P, dan K dari pupuk Urea, SP-36, dan KCl sesuai kebutuhan tanaman kedelai (8% N: 5,1% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 4% K<sub>2</sub>O). Biochar, Urea, SP-36 dan KCl tersebut dicampur disimpan dalam satu wadah plastik untuk diaplikasikan ke media tanam. Untuk perlakuan Biochar tanpa NPK ditimbang sesuai dosis perlakuan tanpa dicampur dengan NPK dari pupuk anorganik. Jumlah pupuk NPK dan biochar yang dibutuhkan dalam memperkaya biochar ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Perbandingan biochar dan NPK yang dicampurkan

Dosis	Biochar		Urea		SP36		KCl	
0,5 ton/ha	308,88	kg/ha	86,96	kg/ha	70,83	kg/ha	33,33	kg/ha
	0,46	g/3 kg	0,13	g/3 kg	0,11	g/3 kg	0,05	g/3 kg
2,5 ton/ha	1544,38	kg/ha	434,78	kg/ha	354,17	kg/ha	166,67	kg/ha
	2,32	g/3 kg	0,65	g/3 kg	0,53	g/3 kg	0,25	g/3 kg
5 ton/ha	3088,77	kg/ha	869,57	kg/ha	708,33	kg/ha	333,33	kg/ha
	4,63	g/3 kg	1,30	g/3 kg	1,06	g/3 kg	0,50	g/3 kg
10 ton/ha	6177,54	kg/ha	1739,13	kg/ha	1416,67	kg/ha	666,67	kg/ha
	9,27	g/3 kg	2,61	g/3 kg	2,13	g/3 kg	1,00	g/3 kg

### 3.3 Pelaksanaan Riset

#### 3.3.1 Rancangan Percobaan, Perlakuan dan Ulangan

Penelitian ini menggunakan RAK (Rancangan Acak Kelompok) faktorial yang terdiri dari dua faktor dengan tiga ulangan. Faktor pertama (B): Sumber Biochar yang terdiri dari empat taraf yaitu: 1. Biochar tanpa NPK (B0), 2. Biochar Jerami Padi + NPK (8: 5,1: 4) (B1), 3. Biochar Limbah Kedelai + NPK (8: 5,1: 4) (B2), 4. Biochar Kayu + NPK (8: 5,1: 4) (B3) dan faktor kedua (D): Dosis Biochar yang Diperkaya yang terdiri dari empat taraf yaitu: 1. 0,5 ton/ha (D1), 2. 2,5 ton/ha (D2), 3. 5 ton/ha (D3), 4. 10 ton/ha (D4).

#### 3.3.2 Prosedur Penelitian

##### a. Persiapan Media Tanam

Contoh tanah dikeringanginkan, dihaluskan dan diayak dengan ukuran 2 mm. Sebanyak 3 kg tanah setara dengan berat kering angin dicampur dengan biochar yang telah diperkaya NPK sesuai dengan takaran masing-masing perlakuan dengan cara diaduk secara merata di luar polybag. Aplikasi biochar hanya dilakukan satu kali pada saat awal tanam. Setelah dimasukkan ke dalam polybag, air ditambahkan hingga kapasitas lapang. Kemudian dilakukan inkubasi selama 2 minggu.

##### b. Penanaman

Masing-masing polybag ditanami benih kedelai sebanyak tiga butir, dengan kedalaman lubang tanam 3 cm. Satu minggu setelah penanaman, pada masing-masing polybag dipilih dua tanaman yang paling baik pertumbuhannya.

##### c. Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan melakukan penyiraman. Pengendalian gulma dilakukan secara manual, yaitu dengan cara menyangi gulma-gulma yang tumbuh di polybag. Sedangkan untuk mengatasi hama dan penyakit diaplikasikan pestisida, fungisida serta bakterisida.

##### d. Pemanenan

Pemanenan dilakukan pada saat tanaman memasuki fase vegetatif maksimum (R1) yaitu munculnya bunga pertama sebanyak 90 % dari populasi.

Pemanenan dilakukan dengan mencabut tanaman beserta akarnya dari polybag, kemudian bobot basah dan bobot kering tanaman atas dan akarnya ditimbang dan menghitung jumlah bintil akar serta menimbang berat basah bintil akar.

### 3.4 Variabel Pengamatan

Dapat dilihat pada Tabel 3.3, variabel yang diamati meliputi:

Tabel 3.3 Variabel yang diamati

Variabel	Metode	Waktu Pengamatan
pH H <sub>2</sub> O dan pH KCl	Metode pH meter	Akhir
N total	Metode Kedjahl	Akhir
P tersedia tanah	Olsen	Akhir
K-dd	Pereaksi Ammonium Asetat 1M	Akhir
KTK	Pereaksi Ammonium Asetat 1M	Akhir
C-Organik tanah	Kurmis	Akhir
Serapan N	Pengabuan Basah H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dan H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Akhir
Serapan P	Pengabuan Basah H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dan H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Akhir
Serapan K	Pengabuan Basah H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dan H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Akhir
Tinggi tanaman	Pengukuran (LDDK)	Setiap 1 minggu
Jumlah daun trifoliat	Pengukuran (LDDK)	Setiap 1 minggu
Waktu pembungaan	Pengamatan	Sebelum panen
Panjang akar	Pengukuran	Setelah panen
Berat basah tanaman atas	Penimbangan	Setelah panen
Berat kering tanaman atas	Penimbangan	Setelah panen
Berat basah akar	Penimbangan	Setelah panen
Berat kering akar	Penimbangan	Setelah panen
Jumlah bintil akar	Perhitungan	Setelah panen
Jumlah bintil akar efektif	Perhitungan	Setelah panen
Berat basah bintil akar	Penimbangan	Setelah panen

### 3.5 Analisis Data

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial, model linier Aditif RAK Faktorial yaitu :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \rho_k + \varepsilon_{ijk}$$

$$i = 1, 2, 3, 4 \quad j = 1, 2, 3, 4 \quad k = 1, 2, 3$$

Keterangan:

$Y_{ij}$  = pengamatan pada satuan percobaan pada blok ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan taraf ke-i dari faktor B dan taraf ke-j dari faktor D

$\mu$  = rata-rata umum (rata-rata populasi)

$\alpha_i$  = pengaruh taraf ke-i dari faktor B

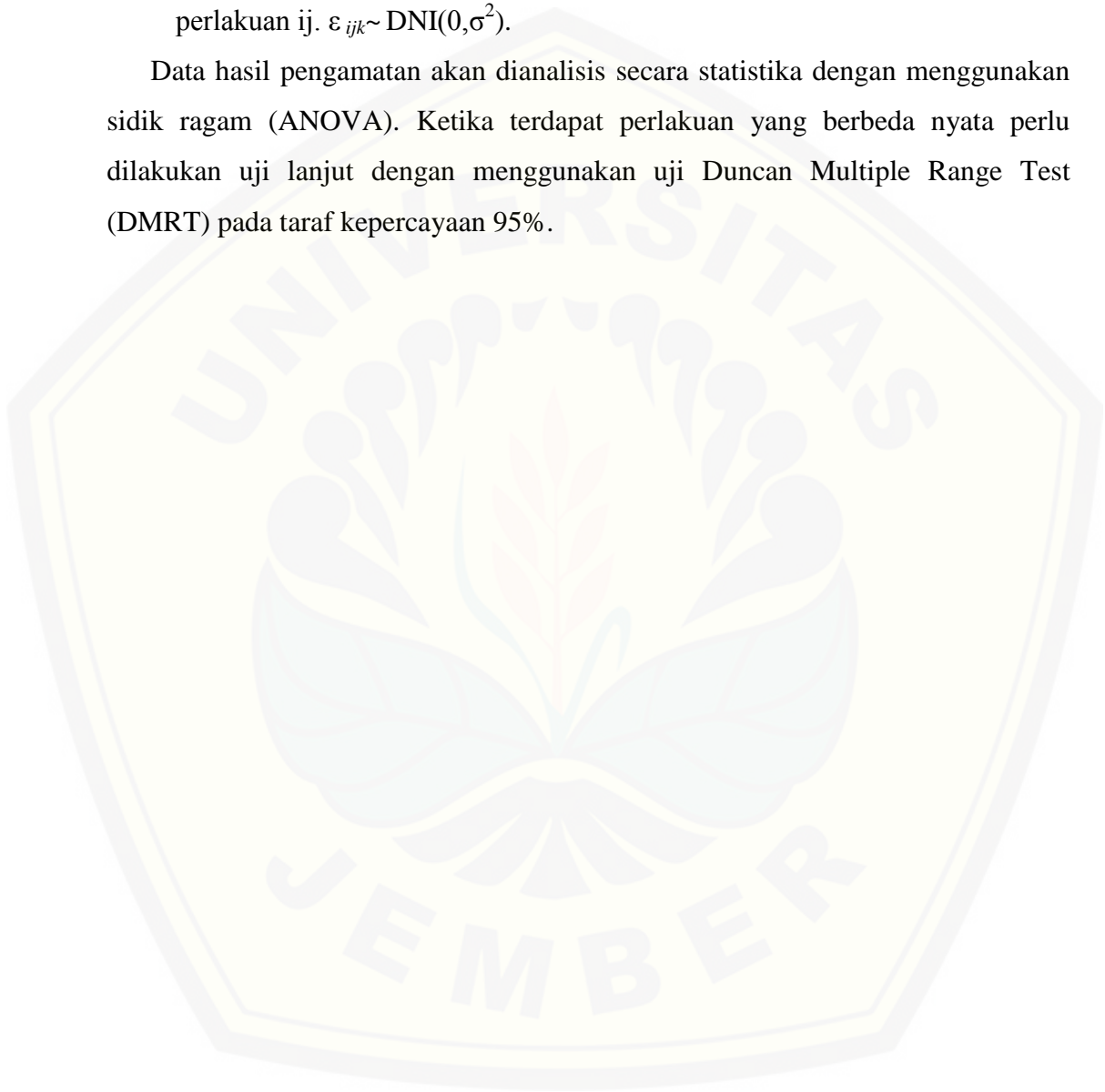
$\beta_j$  = pengaruh taraf ke-j dari faktor D

$(\alpha\beta)_{ij}$  = pengaruh taraf ke-i dari faktor B dengan taraf ke-j dari faktor D

$\rho_k$  = pengaruh taraf ke-k dari faktor kelompok

$\varepsilon_{ijk}$  = pengaruh acak dari satuan percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij.  $\varepsilon_{ijk} \sim \text{DNI}(0, \sigma^2)$ .

Data hasil pengamatan akan dianalisis secara statistika dengan menggunakan sidik ragam (ANOVA). Ketika terdapat perlakuan yang berbeda nyata perlu dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf kepercayaan 95%.



## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengkayaan biochar dengan unsur NPK mampu meningkatkan N-total, P-tersedia, dan K-dd tanah Ultisol secara nyata lebih tinggi dibandingkan biochar tanpa pengkayaan.
2. Pengkayaan biochar dengan unsur NPK secara tidak nyata lebih rendah dalam meningkatkan sifat pH H<sub>2</sub>O, pH KCl, KTK dan C-organik dibandingkan biochar tanpa pengkayaan.
3. Penambahan unsur hara dalam biochar secara nyata mampu meningkatkan seluruh variabel serapan hara dan tanaman kedelai dibandingkan biochar tanpa pengkayaan, namun akan menurunkan variabel bintil akar.
4. Biochar jerami padi dan biochar kayu yang diperkaya memiliki pengaruh yang tidak nyata dan secara nyata lebih tinggi dibandingkan biochar limbah kedelai.
5. Dosis perlakuan terhadap variabel pada tanah dan tanaman kedelai menunjukkan bentuk hubungan yang kuadratik, namun pada serapan K memiliki bentuk hubungan yang kubik.
6. Kombinasi sumber dan dosis terbaik dalam perbaikan sifat kimia tanah Ultisol adalah biochar jerami padi dan biochar kayu pada dosis 5 dan 10 ton/ha. Sedangkan untuk tanaman kedelai, biochar jerami padi dan biochar kayu pada dosis 2,5 dan 5 ton/ha merupakan yang paling optimum.

### 5.2 Saran

Dalam pembuatan biochar, teknik pembuatannya perlu lebih dikembangkan lagi sehingga tidak menghasilkan residu yang berbahaya. Selain itu, perlu juga dilakukan penelitian lebih lanjut hingga tanaman berproduksi dan pengaruhnya apabila dilahan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ahmed, F.E. 2013. Interactive Effect Of Nitrogen Fertilization And Rhizobium Inoculation On Nodulation And Yield Of Soybean (*Glycine Max L. Merrill*). *G.J.B.A.H.S.*, 2(4):169-173.
- Alfiany, H., S. Bahri, dan Nurakhirawati. 2013. Kajian Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Pb Dengan Beberapa Aktivator Asam. *Natural Science*, 2(3) : 75-86
- Amir, B., D. Indradewa, dan E.T.S. Putra. 2015. Hubungan Bintil Akar Dan Aktivitas Nitrat Reduktase Dengan Serapan N Pada Beberapa Kultivar Kedelai (*Glycine Max*). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 1(5) : 1132-1135.
- Arifin, Z. 2011. Analisis Nilai Indeks Kualitas Tanah Entisol Pada Penggunaan Lahan yang Berbeda. *Agroteksos*, 21 (1) : 47-56.
- Armiadi. 2009. Penambatan Nitrogen Secara Biologis Pada Tanaman Leguminosa. *Wartazoa*, 19(1) : 23-31.
- Bak, K., R. Gaj, dan A. Budka. 2016. Accumulation Of Nitrogen, Phosphorus And Potassium In Mature Maize Under Variable Rates Of Mineral Fertilization. *Fragm. Agron*, 33(1) : 7-19.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Bogor : Balai Penelitian Tanah.
- Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. 2016. *Deskripsi Varietas Unggul Kedelai 1918-2012*. Malang : Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Baligar, VC. dan O.L. Bennett. 1985. Outlook on Fertilizer Use Efficiency in The Tropics. *Fertilizer Research*, 10 (1986) : 83-96.
- Bertham, R. Y. H. 2002. Respon Tanaman Kedelai (*Glycine max (L.) Merrill*) Terhadap Pemupukan Fosfor dan Kompos Jerami pada Tanah Ultisol. *Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia*, 4(2) :78-83.
- Bhattarai, B., J. Neupane, S. P. Dhakal, J. Nepal, B. Gnyawali, R. Timalisina, dan A. Poudel. 2015. Effect of Biochar from Different Origin on Physio-Chemical Properties of Soil and Yield of Garden Pea (*Pisum sativum L.*) at Paklihawa, Rupandehi, Nepal. *Agricultural Research*, 3(4) : 129-138.
- Bhattarai, B., J. Neupane, S. P. Dhakal, J. Nepal, B. Gnyawali, R. Timalisina, dan A. Poudel. 2015. Effect of Biochar from Different Origin on Physio-Chemical Properties of Soil and Yield of Garden Pea (*Pisum sativum L.*) at Paklihawa, Rupandehi, Nepal. *Agricultural Research*, 3(4) : 129-138.

- Birnadi, S. 2014. Pengaruh Pengolahan Tanah Dan Pupuk Organik Bokashi Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine Max L.*) Kultivar Wilis. *Edisi*, 8(1) : 29-46.
- Brantley, K.E., K. R. Brye, M. C. Savin, dan D. E. Longer. 2015a. Biochar Source and Application Rate Effects on Soil Water Retention Determined Using Wetting Curves. *Soil Science*, 2015 (5) : 1-10.
- Brantley, K. E., M. C. Savin, K. R. Byre, dan D. E. Longer. 2015b. Pine Woodchip Biochar Impact on Soil Nutrient Concentrations and Corn Yield in a Silt Loam in the Mid-Southern U.S. *Agriculture*, 2015(5) : 30-47.
- Brewer, C., R. Unger, K. S. Rohr, J.A. Satrio, dan R.C. Brown. 2011. Criteria to Select Biochar for Field Study Based on Biochar Chemical Properties. *Bioenergy Res.*, 4 (4) : 312-323.
- Chaudry, U.K., S. Shahzad, M.N. Naqqash, A. Saboor, S. Yaqoob, M. Salim dan M. Khalid. 2016. Integration Of Biochar And Chemical Fertilizer To Enhance Quality Of Soil And Wheat Crop (*Triticum Aestivum L.*). *PeerJ Preprints*. Institute of Soil and Environmental Sciences.
- Dainy, M.S.M., P. B. Usha, S.S. Varghese dan K. C. M. Thampatt. 2016. Impact of Biochar Application on Soil Fertility Status and Yield of Yard Long Bean in Ferralitic Soils. *IJTA*, 34(1): 249-251.
- Dariah, A., S. Sutono, N. L. Nurida, W. Hartatik, dan E. Pratiwi. 2015. Pembenh Tanah untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Pertanian. *Sumberdaya Lahan* 9 (2) : 67-84.
- Destyorini, F., A. Suhandi, A. Subhan, dan N. Indayaningsih. 2010. Pengaruh Suhu Karbonisasi Terhadap Struktur Dan Konduktivitas Listrik Arang Serabut Kelapa. *Fisika*, 10(2) : 122- 133.
- Duaja, M. D., Gusniwati, Z. F. Gani, dan H. Salim. 2012. Pengaruh Jenis Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Dua Varitas Selada (*Lactuca Sativa L.*). *Agroteknologi*, 1(3) : 154-161.
- Firmansyah, I. dan N. Sumarni. 2013. Pengaruh Dosis Pupuk N dan Varietas Terhadap pH Tanah, N-Total Tanah, Serapan N, dan Hasil Umbi Bawang Merah (*Allium ascalonicum L.*) pada Tanah Entisols-Brebes Jawa Tengah. *Hortikultura*, 23(4) : 358-364.
- Gandahi, A.W., S.F. Baloch, M.S. Sarki, R.Gandahi, dan M.S. Lashari. 2015. Impact Of Rice Husk Biochar And Macronutrient Fertilizer Of Fodder Maize And Soil Properties. *International Journal of Biosciences*, 7(4) : 12-21.

- Ghoneim, A.M., dan A. I. Ebid. 2013. Impact Of Rice-Straw Biochar On Some Selected Soil Properties and Rice (*Oryza Sativa* L.) Grain Yield. *IJAAR*, 3(4) : 14-22.
- Gustafsson, M. 2013. Pyrolysis for Heat Production. *Tesis*. University of Gävle.
- Hamdani, S.A.F., M. Aon, L. Ali, Z. Aslam, M. Khalid dan M. Naveed. 2017. Application Of *Dalbergia Sissoo* Biochar Enhanced Wheat Growth, Yield And Nutrient Recovery Under Reduced Fertilizer Doses In Calcareous Soil. *Pak. J. Agri. Sci.*, 54(1) : 107-115.
- Hamida, R., dan K. Dewi. 2015. Efektivitas Mikoriza Vesikular Arbuskular dan *5-aminolevulinic Acid* terhadap Pertumbuhan Jagung Varietas Lokal Madura pada Cekaman Kekeringan. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 34(1) : 61-68.
- Hanum, C. 2010. Pertumbuhan dan Hasil Kedelai Yang Diasosiasikan dengan Rhizobium pada Zona Iklim Kering E (Klasifikasi Oldeman). *Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik*, 12 (3) : 176-183.
- Hardiwinoto, S., N. Rahayu, C. Agus, H. H. Nurjanto, Widiyattro, dan H. Supriyo. 2005. Peranan Bahan Organik Ber.Nisbah C/N Rendah Dan Cactng Tanah Untuk Mendekomposisi Limbah Kulit Kayu Gmelina Arborea. *Manusia dan Lingkungan*, 12(1) : 159-171.
- Harsono, A., Prihastuti, dan Subandi. 2011. Efektivitas Multi-isolat Rhizobium dalam Pengembangan Kedelai di Lahan Kering Masam. *Iptek Tanaman Pangan*, 6 (1) : 57-75.
- Hartati, S., S. Minardi dan D. P. Ariyanto. 2010. Muatan Titik Nol Berbagai Bahan Organik, Pengaruhnya Terhadap Kapasitas Tukar Kation Di Lahan Terdegradasi. *Jurnal*. -(-) : 1-14.
- Hermawan, A., Sabaruddin, Marsi, R. Hayati, dan Warsito. 2013. Modifikasi Titik Muatan Nol Tanah Bermuatan Terubahkan Melalui Pemberian Campuran Abu Terbang Batubara-Kotoran Ayam. *Agrista*, 17(3) : 93-103.
- Hikmawati, M. 2015. Pengaruh Dosis Pupuk Dan Penyiangan Terhadap Produksi Kedelai (*Glycine Max* L. Merrill). *Media Soerjo*, 16(1) : 176-198.
- Iskandar, H., dan K. D. Santosa. 2005. *Cara Pembuatan Arang Kayu Alternatif Pemanfaatan Limbah Kayu oleh Masyarakat*. Jakarta: Center for International Forestry Research.
- Jamilah, dan N. Safridar. 2012. Pengaruh Dosis Urea, Arang Aktif Dan Zeolit Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *Agrista*, 16(3) : 153-163.



- Jamilah. 2014. Pengaruh Dosis Urea Dan Arang Aktif Terhadap Sifat Kimia Tanah Dan Pertumbuhan Serta Hasil Padi Sawah (*Oryza Sativa L.*). *Sains Riset*, 4 (1) : 1-10.
- Kamara, A., A. Kamara, M.M. Mansaray, dan P.A. Sawyerr. 2014. Effects Of Biochar Derived From Maize Stover And Rice Straw On The Germination Of Their Seeds. *IJAF*, 2(6) : 246-249.
- Kamara, A., H.S. Kamara, dan M.S. Kamara. 2015. Effect of Rice Straw Biochar on Soil Quality and the Early Growth and Biomass Yield of Two Rice Varieties. *Agricultural Sciences*, 2015(6) : 798-806.
- Kusumastuti, A. 2014. Dinamika P Tersedia, pH, C-Organik dan Serapan P Nilam (*Pogostemon cablin Benth.*) pada Berbagai Aras Bahan Organik dan Fosfat di Ultisols. *Pertanian Terapan*, 14 (3): 145-151.
- Kumalasari, I.D., E. D. Astuti dan E. Prihastanti. 2013. Pembentukan Bintil Akar Tanaman Kedelai (*Glycine max L*) dengan Perlakuan Jerami pada Masa Inkubasi yang Berbeda. *Sains dan Matematika*, 21 (4) : 103-107.
- Kuntyastuti, A. Wijanarko, R. D. Purwaningrahayu dan A. Taufiq. 2012. Pengaruh Pemupukan P dan K Terhadap Hasil Kedelai Di Lahan Sawah Vertisol Ngawi. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi 2012*.
- Kusumandaru, W., B. Hermiyanto, dan S. Winarso. Analisis Indeks Kualitas Tanah Di Lahan Pertanian Tembakau Kasturi Berdasarkan Sifat Kimianya Dan Hubungannya Dengan Produktivitas Tembakau Kasturi Di Kabupaten Jember. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 1(1) : 1-6.
- Latuponu, H., D. Shiddieq, A. Syukur, dan E. Hanudin. 2011. Pengaruh Biochar dari Limbah Sagu Terhadap Pelindian Nitrogen di Lahan Kering Masam. *Agronomika*, 11(2) : 144-155.
- Lempang, M. 2014. Pembuatan dan Kegunaan Arang Aktif. *Teknis Eboni*, 11(2) : 65-80.
- Lestari, Y.A., N. Soverda dan E.F.N. Mirna. 2012. Pengaruh Kompos Kotoran Sapi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (*Glycine Max (L.) Meril*) Pada Kondisi Cekaman Air. *Agroteknologi*, 1 (3) : 179-187.
- Liu, X.H. dan X.C. Zhang. 2012. Effect of biochar on pH Alkaline Soils in the Loess Plateau: Results from Incubation Experiments. *IJAB*, 4(2012) : 745-750.
- Maftu'ah, E., Dedi Nursyamsi. 2015. Potensi Berbagai Bahan Organik Rawa Sebagai Sumber Biochar. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 1(4) : 776-781.

- Man, L. H. dan N. N. Ha. 2006. Effect Of Decomposed Rice Straw At Different Times On Rice Yield. *Omonrice*, 14 (1) : 58-63.
- Manshuri, A.G. 2012. Optimasi Pemupukan NPK pada Kedelai untuk Mempertahankan Kesuburan Tanah dan Hasil Tinggi di Lahan Sawah. *Iptek Tanaman Pangan*, 7(1) : 38-46.
- Maryani, A. T., Akmal, E. H. Tarigan. 2012. Respon Pertumbuhan Bibit Karet (*Hevea Brasilliensis Muell. Arg.*) Terhadap Campuran Pupuk NPK Dan Arang Hayati (Bibit Karet Asal Biji Dan Approach Grafting Dengan Jelutung (*Dyera Lowii*)). *Agroekoteknologi*, 1(3) : 171-179.
- Mason, P.E., J. M. Jones, L. I. Darvell, dan A. Williams. 2015. Gas Phase Potassium Release From A Single Particle Of Biomass During High Temperature Combustion. *Proceedings of the Combustion Institute*, 36 (2017) : 2207–2215.
- Mayang, H., Nurdin, dan F. S. Jamin. 2012. Serapan Hara N, P dan K Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) di Dutohe Kabupaten Bone Bolango. *JATT*, 1(2): 101-108.
- Meyer, S., L. Genesio, I. Vogel, H.P. Schmidt, G. Soja, E. Someus, S. Shackley, F.G.A. Verheijen, dan B. Glaser. 2017. Biochar Standardization And Legislation Harmonization. *Environmental Engineering and Landscape Management*, DOI: 10.3846/16486897.2016.1254640.
- Muharam, dan A. Saefudin. 2016. Pengaruh Berbagai Pembenh Tanah Terhadap Pertumbuhan Dan Populasi Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa, L*) Varietas Dendang Di Tanah Salin Sawah Bukaan Baru. *Agrotek Indonesia*, 1 (2) : 141 – 150
- Mulyadi, A., 2012. Pengaruh Pemberian Legin, Pupuk NPK (15:15:15) dan Urea pada Tanah Gambut Terhadap Kandungan N, P Total Pucuk dan Bintil Akar Kedelai. *Kaunia*, 8(1) : 21-29.
- Muzaiyanah, S. dan Subandi. 2016. Peranan Bahan Organik dalam Peningkatan Produksi Kedelai dan Ubi Kayu pada Lahan Kering Masam. *Iptek Tanaman Pangan*, 11(2) : 149-159.
- Nariratih, I., MMB. Damanik, dan G. Sitanggang. 2013. Ketersediaan Nitrogen Pada Tiga Jenis Tanah Akibat Pemberian Tiga Bahan Organik Dan Serapannya Pada Tanaman Jagung. *Agroekoteknologi*, 1(3) : 479-489.
- Nguyen, T.T.N., C.Y. Xu, I. Tahmasbian, R. Che, X. Zhou, H. M. Wallace, S. H. Bai, dan Z. Xu. 2017. Effects of biochar on soil available inorganic nitrogen: A review and meta-analysis. *Geoderma*, 288(2017) : 79-96.
- Novriani. 2011. Peranan Rhizobium dalam Meningkatkan Ketersediaan Nitrogen bagi Tanaman Kedelai. *AgronomiS*, 3(5) : 35-42.

- Paiman, A., dan Y. G. Armando. 2010. Potensi Fisik dan Kimia Lahan Marjinal untuk Pengembangan Pengusahaan Tanaman Melinjo dan Karet di Provinsi Jambi. *Akta Agrosia*, 13 (1) : 89 – 97.
- Parvage, M. M., B. Ulén, J. Eriksson, J. Strock, dan H. Kirchmann. 2013. Phosphorus Availability in Soils Amended with Wheat Residue Char. *Biology and Fertility of Soils*, 49(2) : 245-250.
- Pasaribu, Y. 2008. *Transformasi Unsur Pdari SP-36 dan Fosfat Alam pada Tanah Ultisol, Andisol dan Entisol*. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Pertamawati. 2010. Pengaruh Fotosintesis Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kentang (*Solanum Tuberosum* L.) dalam Lingkungan Fotoautotrof Secara Invitro. *JSTI*, 12(1) : 31-37.
- Prasetya, M.E. 2014. Pengaruh Pupuk NPK Mutiara Dan Pupuk Kandang Sapi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai Merah Keriting Varietas Arimbi (*Capsicum Annuum* L.). *Agrifor*, 13(2) : 191-199.
- Prasetyo, Yusup. 2014. Pengaruh Kombinasi Bahan Baku Dan Dosis Biochar Terhadap Perubahan Sifat Fisika Tanah Pasiran Pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Skripsi*. Universitas Jember
- Prasetyo, B.H. dan D.A. Suriadikarta. 2006. Karakteristik, Potensi, Dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol Untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering Di Indonesia. *Litbang Pertanian*, 25(2): 39-48.
- Prastowo, B., E. Patola dan Sarwono. 2013. Pengaruh Cara Penanaman dan Dosis Pupuk Urea terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada Daun (*Lactuca sativa* L.). *INNOFARM*, 12 (2) : 41-56.
- Puhringer, H. 2016. Effects Of Different Biochar Application Rates On Soil Fertility And Soil Water Retention In On-Farm Experiments On Smallholder Farms In Kenya. *Tesis*. Uppsala : European Master in Environmental Science. Swedish University.
- Safuan, L.O dan A. Bahruin. 2012. Pengaruh Bahan Organik dan Pupuk Kalium Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Melon (*Cucumis melo* L.). *Agroteknos*, 2(2) : 69-76.
- Sagala, D., M. Ghulamahdi, dan M. Melati. 2011. Pola Serapan Hara Dan Pertumbuhan Beberapa Varietas Kedelai Dengan Budidaya Jenuh Air Di Lahan Rawa Pasang Surut. *Agroqua*, 9(1) : 1-10.
- Saijo. 2013. Pengaruh Aplikasi Bokhasi Ampas Tahu Dan Arang Sekam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Lombok (*Capsicum Anum* L.). *Agritech*, 17(2) : 60-68.

- Salbiah, C., Muyassir, dan Sufardi. 2013. Pemupukan Kcl, Kompos Jerami Dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Kimia Tanah, Pertumbuhan Dan Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *Manajemen Sumberdaya Lahan*, 2(3) : 213-222
- Sandra, J.A., M. Lutfi, W. A. Nugroho. 2014. Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Biochar dari Sludge Biogas pada Proses Aktivasi. *Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 2(3) : 205-210.
- Saragih, S.D., Y. Hasanah, dan E. S. Bayu. 2016. Respons Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill.) Terhadap Aplikasi Pupuk Hayati dan Tepung Cangkang Telur. *Agroekoteknologi*, 4(3) : 2167 - 2172.
- Satriawan, B.D., dan E. Handayanto. 2015. Effects Of Biochar And Crop Residues Application On Chemical Properties Of A Degraded Soil Of South Malang, And P Uptake By Maize. *Journal Of Degraded And Mining Lands Management*, 2(2) : 271-280.
- Sitorus, U.K.P., B. Siagian, dan N. Rahmawati. 2014. Respons Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma Cacao* L.) Terhadap Pemberian Abu Boiler Dan Pupuk Urea Pada Media Pembibitan. *Agroekoteknologi*, 2(3) : 1021 – 1029.
- Subowo, G. 2010. Strategi Efisiensi Penggunaan Bahan Organik Untuk Kesuburan dan Produktivitas Tanah Melalui Pemberdayaan Sumberdaya Hayati Tanah. *Sumberdaya Lahan*, 4 (1) : 13-25.
- Sudaryono, A. Wijanarko, dan Suyamto. 2011. Efektivitas Kombinasi Amelioran dan Pupuk Kandang dalam Meningkatkan Hasil Kedelai pada Tanah Ultisol. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 30 (1) : 43-52.
- Sudaryono. 2009. Tingkat Kesuburan Tanah Ultisol Pada Lahan Pertambangan Batubara Sangatta, Kalimantan Timur. *Teknik Lingkungan*, 10(3) : 337-346.
- Sukartono dan W.H. Utomo. 2012. Peranan Biochar sebagai Pembenh Tanah pada Pertanaman Jagung di Tanah Lempung Berpasir (*Sandy Loam*) Semiarid Tropis Lombok Utara. *Buana Sains*, 12 (1) : 91-98.
- Suliasih dan Rahmat. 2007. Aktivitas Fosfatase dan Pelarutan Kalsium Fosfat oleh beberapa Bakteri Pelarut Fosfat. *Biodiversitas*, 8(1) : 23-26.
- Supriyadi, S. Hartati, dan A. Aminudin. 2014. Kajian Pemberian Pupuk P, Pupuk Mikro dan Pupuk Organik Terhadap Serapan P dan Hasil Kedelai (*Glycine Max* L.) Varietas Kaba Di Inseptisol Gunung Gajah Klaten. *Ilmu-Ilmu Pertanian*, 29(2) : 81-87.

- Suryati, D., N. Susanti dan Hasanuddin. 2009. Waktu Aplikasi Pupuk Nitrogen Terbaik untuk Pertumbuhan dan Hasil Kedelai Varietas Kipas Putih dan Galur 13 ED. *Akta Agrosia*, 12(2): 204-212.
- Syakir, M. Dan Gusmani. 2012. Pengaruh Penggunaan Sumber Pupuk Kalium Terhadap Produksi dan Mutu Minyak Tanaman Nilam. *Littri*, 18(2) : 60-65.
- Tairo, E.V., dan Patrick A. Ndakidemi. 2014. Macronutrients Uptake in Soybean as Affected by Bradyrhizobium japonicum Inoculation and Phosphorus (P) Supplements. *American Journal of Plant Sciences*, 2014(5) 488-496.
- Tambunan, A.S., Fauzi, dan H. Guchi. 2014. Efisiensi Pemupukan P Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea Mays* L.) Pada Tanah Andisol dan Ultisol. *Agroekoteknologi*, 2(2): 414-426.
- Taufiq, Abdullah. 2014. *Identifikasi Masalah Keharaan Tanaman Kedelai*. Malang : Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi.
- Tesin, A.K. 2016. Biochar in soil: Effect on physical, chemical and hydrological properties in differently textured soils. *Tesis*. Denmark : Agro Environmental Management. Aarhus University.
- Triyono, A., Purwanto, dan Budiyo. 2013. Efisiensi Penggunaan Pupuk –N Untuk Pengurangan Kehilangan Nitrat Pada Lahan Pertanian. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan 2013*.
- Wang, C.T., Y.C. Lee and F. Y. Liao. 2015. Effect of Composting Parameters on the Power Performance of Solid Microbial Fuel Cells. *Sustainability*, 2015(7) : 12634-12643.
- Widowati dan Asnah. 2014. Biochar Can Enhance Potassium Fertilization Efficiency and Economic Feasibility of Maize Cultivation. *Journal of Agricultural Science*, 6(2) : 24-32.
- Widowati, Asnah dan Sutoyo. 2012. Pengaruh Penggunaan Biochar dan Pupuk Kalium Terhadap Pencucian Dan Serapan Kalium Pada Tanaman Jagung. *Buana Sains*, 12(1): 83-90.
- Wijanarko, A., B. H. Purwanto, D. Shiddieq, dan D. Indradewa. 2012. Pengaruh Kualitas Bahan Organik dan Kesuburan Tanah Terhadap Mineralisasi Nitrogen dan Serapan N Oleh Tanaman Ubikayu di Ultisol. *Perkebunan & Lahan Tropika*, 2(2) : 1-14.
- Wright, D. dan A.W. Lenssen. 2013. *Staging Soybean Development* Book 191. Ames : Agriculture and Environment Extension Publications.

- Wu, W., M. Yang, Q. Feng, K. M. Grouther, H. Wang, H. Lu, dan Y. Chen. 2012. Chemical Charaterization of Rice Straw-Derived Biochar for Soil Amandment. *Biomass and Bioenergy*, 47(2014) : 268- 276.
- Yagoub, S.O., W.M.A. Ahmed, dan A.A.Mariod. 2012. Effect of Urea, NPK and Compost on Growth and Yield of Soybean (*Glycine max* L.), in Semi-Arid Region of Sudan. *ISRN Agronomy*, 2012(1): 1-6.
- Yakout, S. M., A. E. H. M. Daifullah, dan Sohair A. El-Reefy. 2015. Pore Structure Characterization of Chemically Modified Biochar Derived From Rice Straw. *Environmental Engineering and Management Journal*, 14(2) : 473-480.
- Yan, X., D. Che, dan T. Xu. 2005. Effect of Rank, Temperatures And Inherent Minerals On Nitrogen Emissions During Coal Pyrolysis In A Fixed Abstract Bed Reactor. *Fuel Processing Technology*, 86 (2005) : 739– 756.
- Yooyen, J., S. Wijitkosum dan T. Sriburi. 2015. Increasing Yield Of Soybean By Adding Biochar. *J. Environ. Res. Develop.*, 9(4) : 1066-1074.
- Zuchri, A. 2009. Pemupukan SP36 pada Lahan Regosol Bereaksi Masam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Dua Varietas Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L.). *Agrovigor*, 2(1) : 31-36.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kriteria Penilaian Hasil Analisis Tanah

Parameter tanah	Nilai				
	Sangat rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi
C (%)	<1	1-2	2-3	3-5	>5
N (%)	<0,1	0,1-0,2	0,21-0,5	0,51-0,75	>0,75
C/N	<5	5-10	11-15	16-25	>25
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> HCl (mg/100g)	<10	10-20	21-40	41-60	>60
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Bray-1 (ppm)	<10	10-15	16-25	26-35	>35
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Olsen (ppm)	<10	10-25	26-45	46-60	>60
K <sub>2</sub> O HCl 25% (mg/100g)	<10	10-20	21-40	41-60	>60
KTK (me/100g)	<5	5-16	17-24	25-40	>40
Susunan Kation :					
K (me/100g)	<0,1	0,1-0,2	0,3-0,5	0,6-10	>10
Na (me/100g)	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,7	0,8-1,0	>1
Mg (me/100g)	<0,4	0,4-1,0	1,1-2,0	2,1-8,0	>8
Ca (me/100g)	<0,2	2-5	6-10	11-20	>20
Kejenuhan Basa (%)	<20	20-35	36-50	51-70	>70
Aluminium (%)	<10	10-20	21-30	31-60	>60

	Sangat masam	Masam	Agak masam	Netral	Agak alkalis	Alkalis
pH H <sub>2</sub> O	<4,5	4,5-5,5	5,6-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	>8,5

Sumber : Balai Penelitian Tanah (2005)

Lampiran 2. Tabel Matriks Korelasi Variabel Pengamatan

	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	C-organik	P tersedia	N total	K dd	KTK	Serapan N	Serapan P	Serapan K	Tinggi Tanaman	Jumlah Daun	BB Atas	BK Atas	BB Akar	BK Akar	Panjang Akar	Jumlah Bintil	Bintil Efektif	BB Bintil	
pH KCl	,724**																				
C-organik	0,174	0,174																			
P tersedia	0,267	0,170	0,103																		
N total	-,389**	-,0215	,287*	-,045																	
K dd	-,100	-,085	,387**	0,200	,414**																
KTK	-,032	-,033	,428**	0,129	,357*	,898**															
Serapan N	-,423**	-,344*	,542**	0,254	,585**	,375**	,297*														
Serapan P	-,251	-,242	,319*	,677**	,316*	,432**	,331*	,739**													
Serapan K	-,322*	-,282	,631**	0,237	,559**	,602**	,542**	,903**	,721**												
Tinggi Tanaman	-,157	-,113	,296*	0,281	0,269	,295*	,316*	,552**	,447**	,551**											
Jumlah Daun	-,347*	-,192	,423**	0,171	,427**	,358*	,366*	,700**	,554**	,704**	,779**										
BB Atas	-,425**	-,323*	,530**	0,202	,535**	,543**	,464**	,927**	,732**	,957**	,553**	,736**									
BK Atas	-,408**	-,320*	,556**	0,207	,532**	,492**	,429**	,941**	,744**	,959**	,558**	,749**	,989**								
BB Akar	-,259	-,183	0,227	,354*	,430**	0,100	0,062	,633**	,693**	,572**	,310*	,403**	,563**	,608**							
BK Akar	-,198	-,152	0,200	,337*	,375**	-,022	-,035	,558**	,617**	,474**	0,252	,339*	,454**	,517**	,977**						
Panjang Akar	-,008	0,051	,286*	,373**	,294*	0,139	0,071	,382**	,470**	,381**	0,163	0,239	,325*	,373**	,636**	,676**					
Jumlah Bintil	,593**	,554**	0,167	-,004	-,0266	-,0227	-,083	-,507**	-,377**	-,447**	-,0172	-,340*	-,532**	-,491**	-,290*	-,0200	0,030				
Bintil Efektif	,590**	,538**	0,193	0,008	-,0211	-,0240	-,102	-,449**	-,350**	-,410**	-,0156	-,320*	-,503**	-,455**	-,0230	-,0138	0,062	,990**			
BB Bintil	,567**	,521**	0,084	0,069	-,301*	-,0222	-,107	-,521**	-,339*	-,470**	-,0178	-,367*	-,541**	-,505**	-,291*	-,0213	-,0007	,979**	,967**		
Waktu Bunga	-,377**	-,295*	-,306*	-,748**	0,023	-,0222	-,185	-,0193	-,555**	-,0214	-,0272	-,0123	-,0118	-,0141	-,362*	-,361*	-,392**	-,0237	-,0264	-,0264	

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).



### Lampiran 3. Dokumentasi Pembuatan Biochar



Gambar 1. Pembuatan biochar dari jerami padi



Gambar 2. Biochar yang diperkaya NPK

Lampiran 4. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian



Gambar 3. Inkubasi selama 2 minggu



Gambar 4. Kondisi tanaman saat vegetatif maksimum



(a) Saat munculnya bunga



(b) Jumlah bintil akar

Gambar 5. Variabel tanaman yang diamati saat vegetatif maksimum

Lampiran 5. Denah Percobaan



Keterangan :

Jarak antar plot : 30 cm

Jarak antar blok : 1,5 m

Lampiran 6. Kriteria Standar Biochar

		Voluntary product standards				National legislation				EC regulation 2003/2003	EC regulation 2003/2003	
		IBI-BS	EBC		BQM		Germany	Austria	Switzerland			Italy
			Basic	Premium	Standard Gr.	High Gr.						
<b>Summary of the standard</b>	Subchapter	1.1	1.2		1.3		2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.3
<b>Quality requirements for biochar</b>	Unit											
Organic Carbon content	(%)	≥10	≥50 for biochars		≥10 <sup>5</sup>		>80	-	≥50	≥20	≥50 for PBC, declaration for ABC	>30
Hydrogen/Organic Carbon - Ratio		≤0.7	<0.7		≤0.7		-	-	<0.7	≤0.7	Optional declaration	<0.7
Oxygen/Organic Carbon - Ratio		-	<0.4		-	-	-	-	-	-	-	-
Total ash content	%	-	-	-	-	-	-	-	-	≤ 60%	Optional declaration	-
pH-Value		-	-	-	-	-	-	-	-	4-12	6-10	-
Salinity (electrical conductivity)	mS/m	-	-	-	-	-	-	-	-	≤1000	Optional declaration	-
Moisture content (of powdery biochar)	%	-	≥30		≥20		-	-	≥30	≥20	≥40% for PBC, ≥20% for ABC	30-40% <sup>6</sup>
Germination Test		Pass	-	-	-	-	-	-	-	Reporting Obligation	Mandatory	-
Worm Avoidance Test		-	-	-	-	-	-	-	-	Reporting Obligation	-	-
<b>Organic Pollutants</b>												
PAH content (US EPA 16)	mg/kg dm	≤300	<12	<4	<20	<20	-	<6	≤4	<6	≤6 <sup>7</sup>	<6
B(a)P toxic equivalency	mg/kg dm	≤3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PCBs	mg/kg dm	≤1 <sup>1</sup>	<0.2		<0.5		-	<0.2	-	<0.5	≤0.2	<0.2
PFTs (PFOA and PFOS)	mg/kg dm	-	-	-	-	-	≤0.1	<0.1	-	-	-	-
PCDDs/Fs toxic equiv. (I-TEQ <sub>28</sub> )	ng/kg dm	≤17	<20		<20		≤30 <sup>3</sup>	≤20	≤20	<9	≤20 <sup>4</sup>	<20
<i>Campylobacter species pluralis</i>		-	-	-	-	-	-	not detectable in 50 g.	-	-	-	-
<i>Escherichia Coli</i>		-	-	-	-	-	-	not detectable in 50 g.	-	-	1000 CFU/g for E. Coli <sup>7</sup>	-
<i>Listeria monocytogenes</i>		-	-	-	-	-	-	not detectable in 50 g.	-	-	-	-
<i>Salmonella species pluralis</i>		-	-	-	-	-	-	not detectable in 50 g.	-	-	No salmonella sp. in 25 g <sup>7</sup>	-

Sumber : Meyer *et al.*, (2017)

**Lampiran 7. Hasil Analisis C-Organik**
**1. Data C-Organik**

Sumber Biochar	Dosis	Ulangan			total	rata-rata
		1	2	3		
Tanpa NPK	D1	12,57	11,59	17,88	42,03	14,01
	D2	17,90	19,10	18,15	55,15	18,38
	D3	23,44	25,61	25,59	74,63	24,88
	D4	26,56	28,63	26,10	81,29	27,10
Biochar Jerami Padi+NPK	D1	10,32	10,96	11,35	32,63	10,88
	D2	18,15	18,74	14,69	51,58	17,19
	D3	18,28	19,05	20,12	57,45	19,15
	D4	23,35	26,74	28,19	78,28	26,09
Biochar Limbah Kedelai+NPK	D1	7,38	8,63	8,35	24,36	8,12
	D2	15,03	16,68	16,31	48,03	16,01
	D3	17,08	16,04	17,48	50,60	16,87
	D4	20,60	22,84	23,08	66,51	22,17
Biochar Kayu+NPK	D1	11,95	13,77	14,21	39,93	13,31
	D2	18,90	16,48	18,64	54,01	18,00
	D3	20,62	24,30	24,91	69,83	23,28
	D4	23,65	25,19	29,45	78,28	26,09
total		285,77	304,35	314,47	904,59	18,85
rata-rata		17,86	19,02	19,65		

**2. Sidik ragam C-Organik**

SK	db	JK	KT	F- Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	26,49	13,24	5,63 **	3,32	5,39
Perlakuan	15	1465,37	97,69	41,52 **	2,01	2,70
Sumber Biochar	3	196,81	65,60	27,88 **	2,92	4,51
Dosis	3	1226,39	408,80	173,72 **	2,92	4,51
Sumber B. X Dosis	9	42,17	4,69	1,99 ns	2,21	3,07
Eror	30	70,59	2,35			
Total	47	1562,45				

CV = 8,14 %

Keterangan :

- CV = Koefisien Keragaman  
 ns = tidak nyata  
 \* = nyata pada taraf uji 5%  
 \*\* = nyata pada taraf uji 1%

**Lampiran 8. Hasil Analisis N-total**

## 1. Data N-total

Sumber Biochar	Dosis	Ulangan			total	rata-rata
		1	2	3		
	D1	2,10	2,28	2,20	6,59	2,20
Biochar	D2	2,42	2,39	2,40	7,21	2,40
Tanpa NPK	D3	2,50	2,50	2,62	7,62	2,54
	D4	2,70	2,61	2,62	7,93	2,64
Biochar	D1	2,98	1,93	2,44	7,35	2,45
Jerami	D2	3,14	3,04	2,23	8,41	2,80
Padi+NPK	D3	2,79	2,71	2,79	8,29	2,76
	D4	2,81	2,86	2,97	8,63	2,88
Biochar	D1	2,41	2,71	3,00	8,13	2,71
Limbah	D2	2,81	2,97	2,81	8,59	2,86
Kedelai+NPK	D3	2,95	3,14	3,01	9,11	3,04
	D4	3,50	3,49	3,20	10,19	3,40
Biochar	D1	2,29	2,75	2,33	7,37	2,46
Kayu+NPK	D2	2,86	2,51	2,69	8,06	2,69
	D3	2,75	2,86	2,75	8,37	2,79
	D4	2,81	2,75	2,75	8,31	2,77
total		43,84	43,50	42,82	130,16	2,71
rata-rata		2,74	2,72	2,68		

## 2. Sidik ragam N-total

SK	db	JK	KT	F- Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	0,03	0,02	0,33 ns	3,32	5,39
Perlakuan	15	3,54	0,24	4,61 **	2,01	2,70
Sumber Biochar	3	1,88	0,63	12,25 **	2,92	4,51
Dosis	3	1,40	0,47	9,14 **	2,92	4,51
Sumber B. X Dosis	9	0,25	0,03	0,55 ns	2,21	3,07
Eror	30	1,54	0,05			
Total	47	5,11				

CV = 8,34 %

Keterangan :

- CV = Koefisien Keragaman  
 ns = tidak nyata  
 \* = nyata pada taraf uji 5%  
 \*\* = nyata pada taraf uji 1%

**Lampiran 9. Hasil Analisis P-tersedia**

## 1. Data P-tersedia

Sumber Biochar	Dosis	Ulangan			total	rata-rata
		1	2	3		
	D1	8,12	7,98	7,61	23,71	7,90
Biochar	D2	8,45	8,90	8,80	26,16	8,72
Tanpa NPK	D3	12,04	8,03	8,32	28,39	9,46
	D4	11,11	11,21	10,78	33,11	11,04
Biochar	D1	12,59	11,34	12,99	36,92	12,31
Jerami	D2	15,31	13,25	13,92	42,48	14,16
Padi+NPK	D3	15,90	13,70	12,94	42,54	14,18
	D4	12,34	12,43	11,23	36,01	12,00
Biochar	D1	10,23	9,43	9,43	29,10	9,70
Limbah	D2	10,34	11,24	9,87	31,45	10,48
Kedelai+NPK	D3	10,43	10,23	11,00	31,67	10,56
	D4	5,22	5,76	6,23	17,21	5,74
Biochar	D1	11,43	10,34	11,06	32,83	10,94
Kayu+NPK	D2	14,00	13,90	13,77	41,66	13,89
	D3	13,90	14,17	14,32	42,39	14,13
	D4	13,43	13,87	12,88	40,18	13,39
total		184,84	175,79	175,17	535,80	11,16
rata-rata		11,55	10,99	10,95		

## 2. Sidik ragam P-tersedia

SK	db	JK	KT	F- Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	3,66	1,83	2,83 ns	3,32	5,39
Perlakuan	15	279,75	18,65	28,84 **	2,01	2,70
Sumber Biochar	3	185,14	61,71	95,44 **	2,92	4,51
Dosis	3	30,63	10,21	15,79 **	2,92	4,51
Sumber B. X Dosis	9	63,98	7,11	10,99 **	2,21	3,07
Error	30	19,40	0,65			
Total	47	302,82				

CV = 7,20 %

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = tidak nyata

\* = nyata pada taraf uji 5%

\*\* = nyata pada taraf uji 1%

**Lampiran 10. Hasil Analisis K-dd**

## 1. Data K-dd

Sumber Biochar	Dosis	Ulangan			total	rata-rata
		1	2	3		
Tanpa NPK	D1	141,57	132,99	117,39	391,95	130,65
	D2	150,93	146,25	151,71	448,89	149,63
	D3	151,71	170,04	151,71	473,46	157,82
	D4	163,80	173,94	173,16	510,90	170,30
Biochar Jerami Padi+NPK	D1	174,72	180,18	180,57	535,47	178,49
	D2	210,60	188,76	192,27	591,63	197,21
	D3	229,91	230,10	228,50	688,51	229,50
	D4	260,52	265,98	267,54	794,04	264,68
Biochar Limbah Kedelai+NPK	D1	141,96	146,25	145,08	433,29	144,43
	D2	157,17	166,53	173,16	496,86	165,62
	D3	171,60	178,62	177,84	528,06	176,02
	D4	185,64	210,99	177,84	574,47	191,49
Biochar Kayu+NPK	D1	97,11	103,35	101,79	302,25	100,75
	D2	135,33	128,31	141,18	404,82	134,94
	D3	141,57	147,81	154,05	443,43	147,81
	D4	156,93	171,99	165,36	494,28	164,76
total		2671,06	2742,09	2699,15	8112,30	169,01
rata-rata		166,94	171,38	168,70		

## 2. Sidik ragam K-dd

SK	db	JK	KT	F- Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	159,95	79,98	1,31 ns	3,32	5,39
Perlakuan	15	69386,87	4625,79	75,58 **	2,01	2,70
Sumber Biochar	3	43860,13	14620,04	238,86 **	2,92	4,51
Dosis	3	22603,03	7534,34	123,10 **	2,92	4,51
Sumber B. X Dosis	9	2923,71	324,86	5,31 **	2,21	3,07
Eror	30	1836,22	61,21			
Total	47	71383,05				

CV = 4,63 %

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = tidak nyata

\* = nyata pada taraf uji 5%

\*\* = nyata pada taraf uji 1%



**Lampiran 11. Hasil Analisis Serapan N****1. Data Serapan N**

Sumber Biochar	Dosis	Ulangan			total	rata-rata
		1	2	3		
Tanpa NPK	D1	128,45	64,71	109,46	302,61	100,87
	D2	130,52	130,35	104,16	365,03	121,68
	D3	125,46	148,42	131,43	405,32	135,11
	D4	126,88	133,67	134,58	395,13	131,71
Biochar Jerami Padi+NPK	D1	158,17	106,24	129,74	394,15	131,38
	D2	121,83	135,92	114,58	372,33	124,11
	D3	187,18	188,60	198,56	574,34	191,45
	D4	190,09	200,78	202,90	593,78	197,93
Biochar Limbah Kedelai+NPK	D1	119,35	149,93	103,55	372,83	124,28
	D2	144,75	168,59	146,40	459,75	153,25
	D3	183,72	185,09	185,43	554,24	184,75
	D4	214,59	202,28	208,25	625,12	208,37
Biochar Kayu+NPK	D1	126,94	164,82	132,68	424,44	141,48
	D2	167,39	145,52	173,90	486,81	162,27
	D3	178,35	213,42	241,28	633,05	211,02
	D4	229,10	248,41	249,50	727,00	242,33
Total		2532,78	2586,74	2566,40	7685,92	160,12
rata-rata		158,30	161,67	160,40		

**2. Sidik ragam Serapan N**

SK	db	JK	KT	F- Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	92,80	46,40	0,14 ns	3,32	5,39
Perlakuan	15	74767,83	4984,52	15,48 **	2,01	2,70
Sumber Biochar	3	28024,36	9341,45	29,01 **	2,92	4,51
Dosis	3	39618,08	13206,03	41,02 **	2,92	4,51
Sumber B. X Dosis	9	7125,39	791,71	2,46 *	2,21	3,07
Eror	30	9658,81	321,96			
Total	47	84519,43				

CV = 11,21 %

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = tidak nyata

\* = nyata pada taraf uji 5%

\*\* = nyata pada taraf uji 1%

**Lampiran 12. Hasil Analisis Serapan P****1. Data Serapan P**

Sumber Biochar	Dosis	Ulangan			total	rata-rata
		1	2	3		
Biochar Tanpa NPK	D1	2,88	2,29	2,22	7,38	2,46
	D2	2,69	3,02	2,18	7,88	2,63
	D3	3,40	3,92	2,91	10,23	3,41
	D4	3,20	3,31	3,30	9,80	3,27
Biochar Jerami Padi+NPK	D1	4,40	4,51	3,76	12,67	4,22
	D2	4,88	5,12	5,48	15,49	5,16
	D3	7,40	5,77	7,34	20,51	6,84
	D4	5,53	5,11	5,08	15,73	5,24
Biochar Limbah Kedelai+NPK	D1	3,25	3,56	2,32	9,13	3,04
	D2	3,94	4,60	4,98	13,52	4,51
	D3	6,16	5,34	4,79	16,29	5,43
	D4	3,39	4,10	4,54	12,03	4,01
Biochar Kayu+NPK	D1	4,02	3,54	3,54	11,11	3,70
	D2	4,30	4,76	5,69	14,75	4,92
	D3	6,49	5,75	7,38	19,61	6,54
	D4	6,39	6,04	7,03	19,47	6,49
total		72,32	70,74	72,54	215,60	4,49
rata-rata		4,52	4,42	4,53		

**2. Sidik ragam Serapan P**

SK	db	JK	KT	F- Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	0,12	0,06	0,19 ns	3,32	5,39
Perlakuan	15	87,13	5,81	18,66 **	2,01	2,70
Sumber Biochar	3	48,89	16,30	52,35 **	2,92	4,51
Dosis	3	30,21	10,07	32,36 **	2,92	4,51
Sumber B. X Dosis	9	8,02	0,89	2,86 *	2,21	3,07
Eror	30	9,34	0,31			
Total	47	96,58				

CV = 12,42 %

Keterangan :

- CV = Koefisien Keragaman  
 ns = tidak nyata  
 \* = nyata pada taraf uji 5%  
 \*\* = nyata pada taraf uji 1%

**Lampiran 13. Hasil Analisis Serapan K****1. Data Serapan K**

Sumber Biochar	Dosis	Ulangan			total	rata-rata
		1	2	3		
Tanpa NPK	D1	54,59	51,92	53,53	160,04	53,35
	D2	63,91	64,63	66,61	195,15	65,05
	D3	86,90	90,00	83,49	260,39	86,80
	D4	78,48	79,15	82,33	239,95	79,98
Biochar Jerami Padi+NPK	D1	72,51	63,89	66,92	203,32	67,77
	D2	73,38	74,18	74,32	221,89	73,96
	D3	130,86	124,53	121,20	376,60	125,53
	D4	140,99	137,32	130,02	408,33	136,11
Biochar Limbah Kedelai+NPK	D1	64,55	71,68	57,77	194,00	64,67
	D2	74,43	82,15	78,47	235,04	78,35
	D3	112,80	111,72	119,66	344,18	114,73
	D4	126,45	123,44	125,62	375,50	125,17
Biochar Kayu+NPK	D1	63,02	69,97	64,69	197,68	65,89
	D2	67,09	68,83	79,69	215,60	71,87
	D3	105,38	133,39	130,28	369,05	123,02
	D4	138,07	147,55	138,19	423,81	141,27
total		1453,40	1494,36	1472,77	4420,52	92,09
rata-rata		90,84	93,40	92,05		

**2. Sidik ragam Serapan K**

SK	db	JK	KT	F- Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	52,48	26,24	0,83 ns	3,32	5,39
Perlakuan	15	40201,98	2680,13	84,39 **	2,01	2,70
Sumber Biochar	3	7118,90	2372,97	74,72 **	2,92	4,51
Dosis	3	29691,69	9897,23	311,65 **	2,92	4,51
Sumber B. X Dosis	9	3391,39	376,82	11,87 **	2,21	3,07
Error	30	952,72	31,76			
Total	47	41207,18				

CV = 6,12 %

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = tidak nyata

\* = nyata pada taraf uji 5%

\*\* = nyata pada taraf uji 1%

**Lampiran 14. Hasil Analisis Jumlah Bintil Akar Efektif**

## 1. Data Jumlah Bintil Akar Efektif

Sumber Biochar	Dosis	Ulangan			total	rata-rata
		1	2	3		
	D1	27	32	29	88,00	29,33
Biochar	D2	39	45	41	125,00	41,67
Tanpa NPK	D3	46	46	48	140,00	46,67
	D4	55	50	46	151,00	50,33
Biochar	D1	30	26	19	75,00	25,00
Jerami	D2	32	40	25	97,00	32,33
Padi+NPK	D3	29	30	27	86,00	28,67
	D4	22	17	25	64,00	21,33
Biochar	D1	20	26	29	75,00	25,00
Limbah	D2	35	37	23	95,00	31,67
Kedelai+NPK	D3	25	37	34	96,00	32,00
	D4	19	17	10	46,00	15,33
Biochar	D1	20	33	29	82,00	27,33
Kayu+NPK	D2	34	37	37	108,00	36,00
	D3	37	30	23	90,00	30,00
	D4	18	18	23	59,00	19,67
total		488,00	521,00	468,00	1477,00	30,77
rata-rata		30,50	32,56	29,25		

## 2. Sidik ragam Jumlah Bintil Akar Efektif

SK	db	JK	KT	F- Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	89,54	44,77	1,96 ns	3,32	5,39
Perlakuan	15	3967,15	264,48	11,57 **	2,01	2,70
Sumber Biochar	3	2048,56	682,85	29,87 **	2,92	4,51
Dosis	3	815,56	271,85	11,89 **	2,92	4,51
Sumber B. X Dosis	9	1103,02	122,56	5,36 **	2,21	3,07
Eror	30	685,79	22,86			
Total	47	4742,48				

CV = 15,54 %

Keterangan :

- CV = Koefisien Keragaman  
 ns = tidak nyata  
 \* = nyata pada taraf uji 5%  
 \*\* = nyata pada taraf uji 1%