

**KOMBINASI BIOCHAR SEKAM PADI DAN PUPUK KOMPOS  
SEBAGAI BAHAN PEMBENAH TANAH PADA BUDIDAYA  
TANAMAN JAGUNG (*Zea mayz* L.) DI JATIKERTO**

Oleh

**GINANJAR IKA SEPTIAWAN  
MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN  
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN TANAH  
MALANG  
2014**

**KOMBINASI BIOCHAR SEKAM PADI DAN PUPUK KOMPOS  
SEBAGAI BAHAN PEMBENAH TANAH PADA BUDIDAYA  
TANAMAN JAGUNG (*Zea mayz* L.) DI JATIKERTO**

Oleh  
**GINANJAR IKA SEPTIAWAN**  
**0810483035**  
**MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN**  
**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana  
Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**FAKULTAS PERTANIAN**  
**MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN**  
**AGROEKOTEKNOLOGI**  
**MALANG**  
**2014**

**LEMBAR PERNYATAAN SKRIPSI**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Juli 2014

GINANJAR IKA SEPTIAWAN



Judul Skripsi : **KOMBINASI BIOCHAR SEKAM PADI DAN PUPUK KOMPOS SEBAGAI BAHAN PEMBENAH TANAH PADA BUDIDAYA TANAMAN JAGUNG (*Zea mayz* L.) DI JATIKERTO**

Nama Mahasiswa : **GINANJAR IKA SEPTIAWAN**  
NIM : 0810483035  
Jurusan : Jurusan Tanah  
Program Studi : Agroekoteknologi  
Minat : Manajemen Sumberdaya Lahan  
Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Prof. Ir. Wani Hadi Utomo, PhD  
NIP. 19491204 197412 1 001

Kurniawan Sigit Wicaksono, SP. M.Sc  
NIP. 19781021 200502 1 010

Ketua Jurusan Tanah  
Fakultas Pertanian,

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU  
19540501 198103 1 006

Tanggal Persetujuan : .....

**LEMBAR PENGESAHAN**

**Mengesahkan**

**MAJELIS PENGUJI**

Penguji I

Penguji II

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU  
NIP. 19540501 198103 1 006

Prof. Ir. Wani Hadi Utomo, PhD  
NIP. 19491204 197412 1 001

Penguji III

Penguji IV

Kurniawan Sigit Wicaksono, SP. M.Sc  
NIP. 19781021 200502 1 010

Dr. Ir. Retno Suntari, MS  
NIP. 19580503 198303 2 002

Tanggal Lulus: .....

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



*Skripsi ini kupersembahkan untuk  
kedua orang tua serta adik-adikku tersayang,  
yang telah memberikan dukungan,  
doa serta semangat.*

## RINGKASAN

**Ginanjar Ika Septiawan. 0810483035. Kombinasi Biochar Sekam Padi dan Pupuk Kompos Sebagai Bahan Pembenh Tanah pada Budidaya Tanaman Jagung (*Zea mayz* L.) di Jatikerto. Di bawah Bimbingan: Wani Hadi Utomo, dan Kurniawan Sigit Wicaksono**

Efek penggunaan bahan kimia membuat tanah menjadi keras, kemantapan agregat tanah rendah, nilai kapasitas tukar kation dalam tanah menurun, sehingga dalam waktu tertentu akan terjadi degradasi lahan. Upaya yang dilakukan adalah meningkatkan kandungan bahan organik tanah sehingga akan meningkatkan produktivitas tanah terdegradasi. Tujuan penelitian ini adalah : (1) Mengetahui peran biochar sekam padi dan kompos dalam memperbaiki sifat fisik (kemantapan agregat) dan kimia (C-organik, pH, dan KTK) pada Alfisol Jatikerto. (2) Mengetahui kombinasi biochar sekam padi dengan kompos UB sebagai bahan pembenh tanah serta penunjang pertumbuhan tanaman jagung pada Alfisol dalam satu kali musim tanam.

Penelitian dilakukan di rumah kaca (*glass house*) kebun percobaan Fakultas Pertanian, Desa Jatikerto, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang, dilaksanakan bulan Februari 2013 hingga Mei 2013. Metode penelitian menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap). Perlakuan dalam penelitian ini yaitu P = Tanah (Kontrol); P0 = Tanah + Biochar 10t/ha; P1 = Tanah + Biochar 15t/ha; P2 = Tanah + Biochar 20t/ha; P3 = Tanah + Kompos 15t/ha; P4 = Tanah + Biochar 10t/ha + Kompos 15t/ha; P5 = Tanah + Biochar 15t/ha + Kompos 15t/ha; P6 = Tanah + Biochar 20t/ha + Kompos 15t/ha. Diulang sebanyak lima kali. Jagung ditanam pada polybag ukuran 20x40cm (25kg). Parameter pengamatan adalah kemantapan agregat tanah, pH, KTK, C-organik, tinggi tanaman, dan jumlah daun. Analisa bahan dilakukan di Laboratorium Fisika dan Kimia Jurusan Tanah Universitas Brawijaya. Data yang diperoleh diuji secara statistik dengan uji BNT pada taraf 5%. Uji korelasi digunakan untuk mengetahui hubungan antara parameter.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian biochar, kompos dan kombinasinya memberikan pengaruh nyata ( $p > 5\%$ ) terhadap peningkatan kemantapan agregat, Kapasitas Tukar Kation, dan C-organik tanah. Namun tidak berpengaruh nyata terhadap pH tanah, tinggi tanaman dan jumlah daun pada 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 HST.

Kata kunci: Biochar, Sekam padi, Kompos, Bahan pembenh tanah, Tanaman jagung

## SUMMARY

**Ginanjar Ika Septiawan. 0810483035. Combination Rice Husk Biochar and Compost For Soil Improvement Material on Crop Corn (*Zea mayz* L.) in Jatikerto. Supervisor: Wani Hadi Utomo and Kurniawan Sigit Wicaksono**

---

The effect of the use of chemical materials make soil compaction, low aggregate of the soil, low CEC in the soil, resulting in land degradation will occur. Efforts are made is to increase the organic matter content of the soil so that it will increase the productivity of degraded lands. The purpose of this study is: (1) Determine the role of rice husk biochar and compost in improving the physical properties (aggregate stability) and chemical (C-organic, pH, and CEC) on Alfisol Jatikerto. (2) Determine the combination of rice husk biochar with compost as a soil improvement material for supporting growth of corn crops on Alfisol in one growing season.

The study was conducted in the glass house experimental field of Faculty of Agriculture, Rural Jatikerto, Kromengan subdistrict, Malang, from February 2013 until May 2013. Methods This study uses CRD (completely randomized design). The treatment in this study P = Soil (Control); P0 = Soil + Biochar 10t/ha; P1 = Soil + Biochar 15t/ha; P2 = Soil + Biochar 20t/ha; P3 = Soil + Compost 15t/ha; P4 = Soil + Biochar 10t/ha + Compost 15t/ha; P5 = Soil + Biochar 15t/ha + Compost 15t/ha; P6 = Soil + Biochar 20t/ha + Compost 15t/ha. And five replications. Corn planted in polybags measuring 20x40cm (25kg). Parameters measured were soil aggregate stability, pH, CEC, C-organic, plant height and number of leaves. Laboratory analysis is carried out in the Department of Soil Physics and Chemistry UB. treatment The data obtained were statistically tested with LSD at the 5% level. Correlation test is used to determine the relationship between parameters.

Results showed that addition of biochar, compost and combinations significant effect ( $p > 5\%$ ) of the increase in aggregate stability, cationic exchange capacity, and C-organic. But no significant effect on soil pH, plant height and number of leaves at 10, 20, 30, 40, 50, and 60 days after planting.

Keyword : Biochar, Rice husk, Compost, Soil Improvement Material, Corn

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan penelitian ini. Skripsi dengan judul “**Kombinasi Biochar Sekam Padi Dan Pupuk Kompos Sebagai Bahan Pembenh Tanah Pada Budidaya Tanaman Jagung (*Zea Mayz L*) di Jatikerto**”, merupakan salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat yang setulus-tulusnya penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan segala kemudahan dan kelancaran dalam menyusun skripsi ini.
2. Prof. Ir. Wani Hadi Utomo, PhD dan Kurniawan Sigit Wicaksono, SP. MSc selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyusun laporan penelitian ini hingga selesai.
3. Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, MS selaku Ketua Jurusan Tanah Universitas Brawijaya Malang.
4. Dosen-dosen di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama kuliah.
5. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, atas bantuan dan informasi yang diberikan.
6. Yang tercinta orang tua dan adik yang telah memberikan dukungan baik materiil maupun moril hingga selesainya penyusunan skripsi ini.
7. Seluruh Soiler 2008, terima kasih atas dukungan, perhatian, bantuannya, serta semua pihak yang tidak mungkin disebutkan satu persatu yang turut berpartisipasi atas terselesaikannya penelitian ini.

Dalam segala kekurangan dan keterbatasan, penulis berharap proposal penelitian ini memberikan manfaat bagi para pembaca dan penelitian ini dapat berjalan lancar.

Malang, Juli 2014

Penulis

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kutai Timur Provinsi Kalimantan Timur, pada tanggal 07 September 1990. Merupakan putra pertama dari 3 bersaudara Bapak Sukendar dan Ibu Sunarti, dengan adik perempuan dan laki-laki bernama Arum Kartika Wijayanti dan Aminudin Wijaya. Penulis memulai pendidikan di Sekolah Dasar 016 Muara Wahau (1997-2002), kemudian melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Kongbeng (2002-2005), melanjutkan pendidikan di SMA Kesatuan 1 Samarinda (2005-2008). Penulis menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Program Studi Agroekoteknologi pada tahun 2008 melalui jalur SPMK.

Selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian, penulis pernah menjadi asisten mata kuliah Teknologi Pupuk dan Pemupukan (2010), Manajemen Kesuburan Tanah (2012), aktif dalam Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah (HMIT) periode (2011-2012), serta pernah mendapatkan beasiswa pendidikan daerah Pemerintah Kabupaten Kutai Timur (2011).



## DAFTAR ISI

Halaman

<b>RINGKASAN</b>	<b>i</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>iii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	<b>xiii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Hipotesis.....	3
1.4 Manfaat.....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Alfisol.....	4
2.2 Degradasi Lahan.....	5
2.3 Bahan Organik.....	6
2.4 Sifat-Sifat Tanah.....	7
2.5 Biochar.....	10
2.6 Pupuk Kompos.....	12
2.7 Jagung.....	13
<b>III. METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat.....	15
3.2 Alat dan Bahan.....	15
3.3 Metode Penelitian.....	15
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	16
3.5 Pengamatan dan Analisis Data.....	18
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil.....	20
4.2 Pembahasan.....	30
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kriteria kandungan bahan organik.....	6
2.	Pengaruh bahan baku terhadap beberapa sifat biochar (Kongres HITI, 2012) .....	11
3.	Pengaruh pemberian biochar terhadap kandungan bahan organik, pH, dan KTK (Kongres HITI, 2012) .....	11
4.	Macam Analisis Dasar Tanah dan Metode yang digunakan.....	16
5.	Macam Analisis Dasar Biochar dan Kompos dan Metode yang digunakan..	16
6.	Parameter Pengamatan dan Metode yang Digunakan serta Waktu Pengamatan .....	18
7.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemantapan Agregat .....	20
8.	Pengaruh Perlakuan Terhadap pH (H <sub>2</sub> O).....	22
9.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Kapasitas Tukar Kation Pada 120 HST .....	23
10.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan C-organik Tanah.....	25
11.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman pada 60 HST.....	27
12.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun pada 60 HST .....	29
13.	Hubungan Kemantapan Agregat dengan Pertumbuhan Tanaman .....	33



## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Pengaruh pemberian biochar sekam padi, kompos dan kombinasinya terhadap kemantapan agregat tanah .....	20
2.	Pengaruh pemberian biochar sekam padi, kompos dan kombinasinya terhadap derajat kemasaman tanah (pH).....	22
3.	Pengaruh pemberian biochar sekam padi, kompos dan kombinasinya terhadap kapasitas tukar kation .....	24
4.	Pengaruh pemberian biochar sekam padi, kompos dan kombinasinya terhadap kandungan C-organik tanah .....	26
5.	Pengaruh Pemberian Biochar, Pupuk Kompos, dan Kombinasinya Terhadap Tinggi Tanaman Jagung Pada 60 HST .....	27
6.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Pada 60 HST .....	29



## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Perhitungan Kebutuhan Pupuk dan Bahan Organik dalam 25 Kg Tanah.....	42
2.	Gambar Denah Percobaan.....	44
3.	Hasil Analisa Dasar Biochar Sekam Padi dan Pupuk Kompos .....	45
4.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemantapan Agregat .....	45
5.	Pengaruh Perlakuan Terhadap pH (H <sub>2</sub> O).....	46
6.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Kapasitas Tukar Kation .....	46
7.	Perubahan Kandungan C-Organik Tanah dari Berbagai Perlakuan.....	46
8.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman .....	47
9.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun .....	47
10.	Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemantapan Agregat pada 120 HST .....	47
11.	Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap pH Tanah pada 120 HST.....	47
12.	Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Kapasitas Tukar Kation pada 120 HST.....	48
13.	Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap C-organik Tanah pada 120 HST .....	48
14.	Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman.....	48
15.	Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun .....	49
16.	Korelasi Antar Parameter.....	51
17.	Dokumentasi Penelitian .....	52



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Alfisol merupakan tanah dimana terdapat penimbunan liat di horison bawah, liat yang tertimbun ini berasal dari horison di atasnya dan tercuci ke bawah bersama gerakan air perkolasi (Hardjowigeno, 1993). Alfisol memiliki ciri penting seperti perpindahan dan akumulasi liat di horizon B membentuk horison argilik pada kedalaman 23-74 cm, Alfisols mempunyai kemampuan memasok kation basa sedang hingga tinggi yang memberikan bukti hanya terjadi pelindian/pencucian sedang, tersedianya air cukup untuk pertumbuhan tanaman selama tiga bulan atau lebih (Soil Survei Staff, 1975). Kendala lain disebutkan adalah adanya pengelolaan yang intensif dapat menimbulkan penurunan bahan organik pada lapisan tanah atas serta kemungkinan terjadinya erosi untuk daerah yang berlereng (Munir, 1996).

Pertanian intensif akan dihadapkan kepada masalah pengelolaan lahan yang tidak sesuai dengan potensi dan kesesuaiannya. Lahan menjadi terforsir untuk menghasilkan produksi tinggi tanpa melihat kondisi lahan tersebut yang mulai mengalami proses penurunan kualitas. Untuk mempercepat pemulihan sifat fisik tanah perlu dilakukan upaya rehabilitasi lahan dengan menggunakan berbagai bahan yang mudah tersedia. Lahan Alfisols di Jatikerto banyak digunakan untuk tegalan dengan komoditas yang paling dominan adalah tebu, jagung, serta ubi kayu.

Salah satu upaya perbaikan kualitas tanah dapat ditempuh dengan penggunaan bahan pembenah yang sulit terdekomposisi sehingga dapat bertahan lama dalam tanah. Bahan yang mudah diperoleh dan relatif murah adalah penggunaan limbah pertanian, seperti tempurung kelapa, sekam padi dan masih banyak lagi limbah pertanian lain yang mampu digunakan sebagai bahan pembenah tanah. Bahan tersebut lama terdekomposisi, dan dalam penerapannya diperlukan suatu proses seperti pengomposan. Selain pengomposan dapat pula melalui proses pembakaran tidak sempurna (*pyrolysis*) sehingga diperoleh arang yang mengandung karbon aktif untuk diaplikasikan ke dalam tanah, arang tersebut sering disebut sebagai Biochar. Biochar adalah istilah baru yang digunakan untuk menggambarkan arang (biasanya arang berserbuk halus) berpori, terbuat dari

sampah organik yang ditambahkan pada tanah. Biochar dihasilkan melalui proses pirolisis biomasa. Pirolisis dilakukan dengan membakar biomasa pada temperatur tinggi 250-300°C tanpa adanya oksigen (Nurida, Dariah, dan Rachman, 2009). Biochar memiliki karakteristik *high surface area*, *high volume*, *micropores*, *density*, *macropores*, serta mengikat air.

Bahan pembenah tanah yang melalui proses dekomposisi seperti kompos dan pupuk kandang telah banyak digunakan dalam meningkatkan kembali kesuburan tanah. Biochar lebih efektif digunakan karena mampu meningkatkan kandungan C-organik tanah, proses dekomposisinya sangat lambat serta bertahan lama dibandingkan dengan kompos atau pupuk kandang.

Penggunaan bahan pembenah tanah berbahan baku limbah pertanian yang berlimpah dan sulit terdekomposisi merupakan salah satu alternatif yang dapat ditempuh untuk membantu meningkatkan kualitas tanah. Contoh limbah pertanian yang banyak tersedia di Indonesia dan dapat digunakan sebagai bahan biochar adalah sekam padi, tempurung kelapa, kulit buah kakao, serta cangkang kelapa sawit.

Di Indonesia penelitian tentang pemanfaatan biochar sebagai bahan pembenah tanah masih tergolong baru, biochar atau lebih dikenal dengan arang banyak dimanfaatkan untuk bahan bakar serta di ekspor keluar negeri. Potensi penggunaan *charcoal* atau *biochar* cukup besar di Indonesia, mengingat bahan baku seperti residu kayu, tempurung kelapa, sekam padi, tanaman bakau dan limbah lainnya cukup tersedia. Pembuatan arang cukup dikenal masyarakat Indonesia, namun belum dimanfaatkan sebagai pembenah tanah. Banyaknya bahan-bahan dari limbah pertanian yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan biochar, semakin memberikan peluang dilakukannya penelitian lebih lanjut mengenai manfaat biochar setelah digunakan sebagai bahan pembenah tanah. Terutama untuk diaplikasikan pada tanah-tanah yang mengalami penurunan kualitas baik fisik, kimia maupun biologinya.

## 1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui peran biochar sekam padi dan kompos dalam memperbaiki sifat fisik (kemantapan agregat) dan kimia (C-organik, pH, dan KTK) pada Alfisols Jatikerto.
2. Mengetahui kombinasi biochar sekam padi dengan kompos sebagai bahan pembenah tanah serta penunjang pertumbuhan tanaman jagung pada Alfisols dalam satu kali musim tanam.

## 1.3 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Biochar sekam padi dan kompos mampu memperbaiki sifat fisik (kemantapan agregat) dan sifat kimia (C-organik, pH, dan KTK) pada Alfisols Jatikerto.
2. Biochar mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung yang ditanam pada Alfisols Jatikerto.
3. Aplikasi kombinasi biochar sekam padi dan kompos pada Alfisols Jatikerto mampu meningkatkan perbaikan kualitas tanah lebih tinggi dibandingkan tanpa perlakuan kombinasi.

## 1.4 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi peranan biochar sekam padi dan kompos sebagai bahan pembenah tanah, yang membantu memperbaiki sifat fisik (kemantapan agregat) dan sifat kimia (C-organik, pH, dan KTK) Alfisols Jatikerto, serta kombinasi kedua bahan pembenah tanah tersebut yang dapat meningkatkan perbaikan beberapa sifat-sifat tanah serta pertumbuhan tanaman jagung yang ditanam pada Alfisols Jatikerto dalam satu kali musim tanam.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Alfisol

Tanah-tanah yang mempunyai kandungan liat tinggi di horison B (horison argilik) dibedakan menjadi Alfisol (pelapukan belum lanjut) dan Ultisol (pelapukan lanjut). Alfisol kebanyakan ditemukan di daerah beriklim sedang, tetapi dapat pula ditemukan di daerah tropika dan subtropika terutama di tempat-tempat dengan tingkat pelapukan sedang (Hardjowigeno, 1993). Penelitian Aulia (2011) menunjukkan bahwa pada Alfisol di daerah Jatikerto memiliki pH ( $H_2O$ ) agak masam (6,4), C-organik sangat rendah (0,65 %), N-total sangat rendah (0,095 %), rasio C/N rendah (6,82), P-total rendah (11,5 %) dan K rendah (0,85 %).

Munir (1996) menyebutkan kendala lain adalah adanya pengelolaan yang intensif dapat menimbulkan penurunan bahan organik pada lapisan tanah atas serta kemungkinan terjadinya erosi untuk daerah yang berlereng. Dibeberapa tempat ditemui Alfisol berada pada daerah yang berlereng. Meskipun tanah ini mempunyai sifat fisik dan kimia yang baik, bahaya erosi perlu mendapat perhatian karena erosi dapat menyebabkan horison argilik muncul dipermukaan dan tanah menjadi kurang baik (liat terlalu tinggi). Kendala penurunan bahan organik pada lapisan atas mungkin terjadi karena adanya pengelolaan lahan yang intensif, untuk itu diperlukan suatu cara pengelolaan yang khusus disertai penambahan bahan organik, sistem budidaya lorong disarankan sebagai alternatif pemecahan masalah ini.

Lahan usahatani yang sudah lama dimanfaatkan tanpa usaha pengawetan, dapat mengalami penurunan kesuburan kimiawi dan fisik tanah, sehingga produktivitasnya rendah. Alfisol memiliki kondisi geografis dan agroklimat yang mendorongnya untuk menjadi tanah marjinal. Tanah marjinal sangat beragam permasalahannya, dari terlalu basa ( $pH > 7$ ) hingga masam ( $pH < 5$ ), solum dangkal, bahan organik rendah, kahat hara makro (N, P, K, Mg, dan S) dan mikro (Fe dan Zn), daya simpan air rendah, dan drainase tanah buruk (Wijanarko, 2007). Oleh karena itu diperlukan penanganan yang tepat sesuai kendala yang terjadi di lapang.

## 2.2 Degradasi Lahan

Kegiatan pembangunan disamping akan menghasilkan manfaat juga akan membawa resiko (dampak negatif). Keduanya harus diperhitungkan secara seimbang. Dampak negatif harus kita hilangkan atau kita tekan menjadi seminim mungkin. Kegiatan pembangunan yang berpotensi menimbulkan dampak terhadap degradasi lahan antara lain kegiatan deforestasi, industri, pertambangan, perumahan, dan kegiatan pertanian. Degradasi lahan adalah proses penurunan produktivitas lahan, baik yang sifatnya sementara maupun tetap. Akibat lanjut dari proses degradasi lahan adalah timbulnya areal-areal yang tidak produktif atau dikenal sebagai lahan kritis (Dariah, Ai. Achmad Rahman, Undang Kurnia, 2008).

Dalam praktek budidaya pertanian sering menimbulkan terjadinya degradasi lahan. Berbagai hasil penelitian mengindikasikan bahwa sebagian besar lahan pertanian intensif menurun produktivitasnya dan telah mengalami degradasi lahan, terutama terkait dengan sangat rendahnya kandungan C-organik dalam tanah, yaitu <2%, bahkan pada banyak lahan sawah intensif di Jawa kandungannya <1% (Suriadikarta, Ardi, Simanungkalit, 2006).

Sutrisno, Setyanto, dan Kurnia (2009) menyatakan dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah disebutkan bahwa meningkatnya pencemaran tanah, air dan udara, serta rendahnya produktivitas lahan dan mutu komoditas pertanian disebabkan oleh adanya kegiatan industri, rumah tangga, pertambangan, dan pertanian.

Tingkat pencemaran dan kerusakan lingkungan di areal pertanian dapat disebabkan karena penggunaan agrokimia (pupuk dan pestisida) yang tidak proporsional (Atmojo, 2006). Penggunaan pestisida yang berlebihan atau penanganan hama dan penyakit yang kurang tepat akan berpotensi mencemari lingkungan, seperti penggunaan pestisida yang residunya dapat menimbulkan *endocrine disrupting activities* (EDs) atau gangguan pada sistem endokrin (hormon reproduksi) pada manusia (Sutrisno *et al.*, 2009). Penggunaan pestisida yang berlebihan dalam kurun waktu yang panjang, akan berdampak pada kehidupan dan keberadaan musuh alami hama dan penyakit, juga berdampak pada kehidupan biota tanah. Hal ini menyebabkan terjadinya ledakan hama penyakit

dan degradasi biota tanah. Penggunaan pupuk kimia yang berkonsentrasi tinggi dan dengan dosis yang tinggi dalam kurun waktu yang panjang juga menyebabkan terjadinya kemerosotan kesuburan tanah karena terjadi ketimpangan hara atau kekurangan hara lain, dan berdampak pada merosotnya kandungan bahan organik tanah.

### 2.3 Bahan Organik

Bahan organik merupakan sisa tumbuhan, hewan, dan manusia. Limbah tumbuhan yang ada di lapangan adalah jerami padi, sisa tanaman jagung, kedelai, kacang tanah, sayuran, gulma, kakao, dan kelapa sawit, tanaman peneduh seperti : gamal, lamtoro, dan kaliandra. Limbah hewan ternak berupa kotoran sapi, ayam, kambing, kerbau, dan kuda (Kasno, 2009). Kandungan bahan organik tanah biasanya diukur berdasarkan kandungan C-organik, konversi nilai dari C-organik menjadi bahan organik = % C-organik x 1,724. Kriteria kandungan bahan organik tanah disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Kandungan Bahan Organik (Anonymous, 2014)

Kandungan Bahan Organik (%)	Kriteria
< 0,5	Sangat Rendah
0,5 – 1	Rendah
1 – 2	Sedang
2 – 4	Tinggi
4 – 8	Berlebihan
8 – 15	Sangat Berlebihan
>15	Gambut

Bahan organik dalam tanah terdiri dari bahan organik kasar dan bahan organik halus atau humus. Humus terdiri dari bahan organik halus berasal dari hancuran bahan organik kasar serta senyawa-senyawa baru yang dibentuk dari hancuran bahan organik tersebut melalui kegiatan mikroorganisme di dalam tanah. Humus merupakan senyawa yang resisten (tidak mudah hancur) berwarna hitam atau coklat dan mempunyai daya menahan air dan unsur hara yang tinggi (Hardjowigeno, 2003).

Hakim, Nyakpa, Lubis, Nugroho, Saul, Diha, Hong, dan Bailey (1986) menyatakan bahwa bahan organik merupakan bahan penting dalam menciptakan kesuburan tanah. Secara garis besar, bahan organik memperbaiki sifat-sifat tanah

meliputi sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Menurut Kasno (2009) bahan organik berperan penting dalam menentukan kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Peran bahan organik adalah meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kemampuan tanah memegang air, meningkatkan pori-pori tanah, dan memperbaiki media perkembangan mikroba tanah. Kasno (2009) menambahkan, tanah berkadar bahan organik rendah berarti kemampuan tanah mendukung produktivitas tanaman rendah. Hasil dekomposisi bahan organik berupa hara makro (N, P, dan K), makro sekunder (Ca, Mg, dan S) serta hara mikro yang dapat meningkatkan kesuburan tanaman. Hasil dekomposisi juga dapat berupa asam organik yang dapat meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman.

## 2.4 Sifat-Sifat Tanah

Fungsi pertama tanah sebagai media tumbuh adalah sebagai tempat akar mencari ruang untuk penetrasi (menelusup), baik secara lateral atau horizontal maupun secara vertikal. Kemudahan tanah untuk dipenetrasi ini tergantung pada ruang pori-pori yang terbentuk diantara partikel-partikel tanah (tekstur dan struktur), sedangkan stabilitas ukuran ruang ini tergantung pada konsistensi tanah terhadap pengaruh tekanan. Kerapatan porositas tersebut menentukan kemudahan air untuk bersirkulasi dengan udara (drainase dan aerasi) (Hanafiah, 2005). Beberapa sifat tanah yang menjadi parameter penelitian ini adalah kemantapan agregat, pH tanah, kapasitas tukar kation, dan C-organik tanah.

### 2.4.1 Kemantapan Agregat

Agregat tanah terbentuk adanya interaksi antara butiran tunggal, liat, oksida besi/oksida alumina, dan bahan organik. Tingkat perkembangan agregat ditentukan atas dasar kemantapan atau ketahanan bentuk struktur tanah tersebut terhadap tekanan. Hal ini sesuai dengan jenis tanah dan tingkat kelembaban tanah. Tanah-tanah permukaan yang banyak mengandung humus biasanya mempunyai tingkat perkembangan yang kuat. Tanah yang kering umumnya mempunyai kemantapan yang lebih tinggi daripada tanah basah (Hardjowigeno, 2003).

Kemantapan agregat tanah didefinisikan oleh sebagai kemampuan agregat untuk tetap utuh ketika suatu subyek memberikan tekanan dan merupakan

suatu sifat tanah yang penting dalam mempengaruhi pergerakan dan penyimpanan air, aerasi, erosi, aktivitas mikroorganisme tanah dan pertumbuhan tanaman (Amezketta, Aragues, Carranza & Urgel, 2003). Tanah yang teragregasi dengan baik dicirikan dengan tingkat infiltrasi, permeabilitas, dan ketersediaan air yang tinggi. Sifat lain adalah tanah tersebut mudah diolah, aerasi baik, menyediakan ruang bagi respirasi akar dan aktivitas mikroba tanah (Cerde, 2000).

#### 2.4.2 pH tanah

Reaksi tanah menunjukkan kemasaman atau alkalinitas tanah yang dinyatakan dengan nilai pH. Nilai pH menunjukkan banyaknya konsentrasi ion unsur ( $H^+$ ) di dalam tanah. Makin tinggi kadar ion  $H^+$  di dalam tanah maka semakin masam tanah tersebut. Pada tanah-tanah yang masam jumlah ion  $H^+$  lebih tinggi daripada  $OH^-$ , sedangkan pada tanah alkalis kandungan  $OH^-$  lebih banyak daripada  $H^+$ . Bila kandungan  $H^+$  sama dengan  $OH^-$  maka tanah beraksi netral yaitu mempunyai pH=7 (Hardjowigeno, 1993).

Selain ion  $H^+$  ditemukan pula ion  $OH^-$ , yang jumlahnya berbanding terbalik dengan banyaknya  $H^+$ .

Pada tanah masam jumlah ion  $H^+ > OH^-$

Pada tanah Alkalis jumlah ion  $OH^- > H^+$

Pada tanah netral jumlah ion  $H^+ = OH^-$ .

Pengukuran pH tanah dapat memberi keterangan, kebutuhan kapur, respon tanah terhadap pemupukan, proses kimia yang mungkin berlangsung dalam proses pembentukan tanah (Hardjowigeno, 1993).

#### 2.4.3 Kapasitas Tukar Kation

Salah satu sifat kimia tanah yang terkait erat dengan ketersediaan hara bagi tanaman dan menjadi indikator kesuburan tanah adalah kapasitas tukar kation (KTK). Menurut Hanafiah (2005) Kapasitas tukar kation (KTK) adalah jumlah total kation yang dapat dipertukarkan pada permukaan koloid bermuatan negatif yang dinyatakan dalam mg (*miligram*) per 100 gram (mg/100g) tanah kering oven.

Kapasitas tukar kation (KTK) suatu tanah dapat didefinisikan sebagai suatu kemampuan koloidal tanah menjerap dan mempertukarkan kation. Kemampuan atau daya jerap unsur hara dari suatu koloid tanah dapat ditentukan

dengan mudah. Jumlah unsur hara yang terjerap dapat ditukar dengan barium ( $Ba^+$ ) atau ammonium ( $NH_4^+$ ), kemudian jumlah Ba dan  $NH_4$  yang terjerap ini ditentukan kembali melalui penyulingan, jumlah Ba dan  $NH_4$  yang disuling akan sama banyak dengan jumlahnya dengan unsur hara yang ditukar oleh koloid tanah tadi (Hakim *et al.*, 1986).

Menurut Hakimet *al.*, (1986) besar KTK tanah dipengaruhi oleh sifat dan ciri tanah yang antara lain: reaksi tanah atau pH; tekstur tanah atau jumlah liat; jenis mineral liat; bahan organik; pengapuran dan pemupukan. Pada pH tanah masam, KTK tanah akan relatif rendah, karena misel liat dan bahan organik banyak menjerap ion-ion  $H^+$  atau  $Al^{3+}$ .

Kapasitas pertukaran kation fraksi pasir dan lumpur halus dihilangkan dalam perhitungan kapasitas pertukaran kation, itu karena angkanya terlalu kecil. Penentuan yang akurat dapat dibuat dengan menjenuhkan semua posisi pertukaran dengan suatu kation, seperti ammonium, lalu menentukan jumlah keseluruhan ammonium yang diserap (Foth, 1997).

Hakim *et al.*, (1986) menyatakan bahwakenyataan KTK dari berbagai tanah sangat beragam bahkan tanah sejenisnya pun berbeda KTKnya.

#### 2.4.4 C-organik

Bahan organik tanah sangat menentukan interaksi antara komponen abiotik dan biotik dalam ekosistem tanah. Kandungan bahan organik dalam bentuk C-organik di tanah harus dipertahankan tidak kurang dari 2%, agar kandungan bahan organik dalam tanah tidak menurun dengan waktu akibat proses dekomposisi mineralisasi (Handayanto *et al.*, 2006).

C-organik adalah kandungan karbon organik yang terdapat pada bahan organik, persentase karbon yang terkandung dalam bahan organik dipengaruhi oleh asal bahan organik itu sendiri. Kadar bahan organik yang tinggi di dalam tanah memberikan warna tanah yang lebih gelap (warna humus coklat kehitaman), sehingga penyerapan energi sinar matahari lebih banyak dan fluktuasi suhu didalam tanah dapat dihindarkan (Setyorini *et al.*, 2008). Dalam jangka panjang pemberian bahan organik dapat meningkatkan pH tanah, hara P, KTK tanah dan hasil tanaman, serta dapat menurunkan kadar Al, Fe, dan Mn (Kasno, 2009).

## 2.5 Biochar

Biochar merupakan bentuk lain dari biomassa yang telah mengalami proses pembakaran secara pirolisis, yaitu pembakaran dengan sistem kedap udara. Biochar sebenarnya merupakan produk samping yang berupa karbon hitam yang diperoleh sebagai produk samping (padatan) dari pirolisis biomassa untuk menghasilkan energi bahan bakar (Utomo, 2012).

Sebagai bahan organik, biochar bersifat agak basa, dan mengandung beberapa unsur hara esensial, terutama K, dan P, sehingga diyakini pemanfaatan biochar untuk pertanian dapat memperbaiki kesuburan dan produktivitas tanah pertanian (Wolf 2008, dalam Utomo, 2012). Berbeda dengan bahan organik konvensional, senyawa karbon organik dalam biochar sebagian besar berbentuk “aromatik” yang resisten terhadap dekomposisi dan demineralisasi (Utomo, 2012). Resistensi biochar tersebut disebabkan terbentuknya senyawa “organo-mineral” di dalam biochar, serta struktur amorf (Lehman *et al.*, 2003). Utomo (2012) menambahkan, para pakar berpendapat bahwa pemberian biochar cukup dilakukan sekali untuk beberapa musim tanam, bahkan untuk selamanya. Jika anggapan ini benar, maka biochar dapat mendorong pembangunan berkelanjutan, karena dengan fakta tersebut maka 3 kunci utama pembangunan berkelanjutan, yaitu; (1) keberlanjutan hasil hasil pembangunan, (2) pemanfaatan sumberdaya terbarukan, dan (3) keuntungan ekonomis dapat diwujudkan (Utomo, 2012). Sifat biochar sangat beragam, terutama dipengaruhi oleh masukan bahan baku dan proses produksinya (Tabel 2).

Utomo (2012) sebagai bahan yang kaya senyawa karbon organik dan bersifat basa, disamping dapat meningkatkan bahan organik, biochar terbukti mampu meningkatkan pH dan Kapasitas Tukar Kation tanah (Tabel 2). Dengan adanya kemampuan untuk meningkatkan pH tanah, maka terbuka kemungkinan pemanfaatan biochar untuk memperbaiki produktivitas tanah masam. Disamping meningkatkan pH tanah, yang sekaligus dapat memperkecil kelarutan Al. Adanya muatan negatif yang tinggi pada biochar diharapkan dapat menjerap Al dalam jumlah yang lebih besar dibandingkan dengan kapur. Jika ide ini dapat menjadi kenyataan, maka biochar dapat mengatasi kendala perbaikan tanah masam dengan pengapuran, yang disebabkan karena keterbatasan ketersediaan bahan kapur dan

pada umumnya lokasi ketersediaan kapur berada jauh dari lokasi tanah masam. Disamping itu biochar juga mempunyai keuntungan lain karena bahan bakunya dapat diperbarui.

Tabel 2. Pengaruh bahan baku terhadap beberapa sifat biochar (Utomo, 2012)

Penelitian	Bahan baku	pH	C(%)	N(%)	P(%)	K(%)	KTK cmol/kg
Chan <i>et al.</i> , (2007b)	Kotoran ayam	9,9	38,0	2,00	2,50	2,20	-
Islami <i>et al.</i> , (2011b)	Pupuk kandang	7,9	25,5	0,78	0,82	0,79	17,7
Masulili <i>et al.</i> , (2010)	Jerami padi	8,7	38,7	0,00	0,12	0,20	17,7
Rondon <i>et al.</i> , (2007)	Eucaliptus	7,0	82,4	0,50	1,40	0,60	46,9
Sukartono <i>et al.</i> , (2011b)	Tempurung kelapa	9,9	80,0	0,34	0,10	0,84	11,7
Tagoe <i>et al.</i> , (2008)	Kotoran ayam	9,3	12,3	0,26	1,80	0,37	-
Widowati <i>et al.</i> , (2011)	Sampah kota	7,9	21,4	1,80	0,35	0,82	23,3

Utomo (2012) karena pembakaran kandungan unsur Nitrogen dalam biochar mengalami penurunan dibandingkan dengan bahan bakunya. Tetapi karena adanya penurunan volume sebagai akibat pembakaran, konsentrasi beberapa unsur hara meningkat. Biochar pada umumnya mengandung P, K dan beberapa unsur logam lainnya cukup tinggi. Dengan demikian maka dapat diharapkan pemberian biochar akan meningkatkan kandungan hara didalam tanah (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh pemberian biochar terhadap kandungan bahan organik, pH, dan KTK (Utomo, 2012).

Peneliti	Dosis ton/ha	C-organik (%)		pH		KTK (cmol/kg)	
		Sebelum	Setelah	Sebelum	Setelah	Sebelum	Setelah
Chan <i>et al.</i> , (2007b)	50,0	2,16	4,34	4,77	5,38	8,40	9,10
Islami <i>et al.</i> , (2011b)	15,0	1,04	2,53	-	-	15,15	18,30
Masulili <i>et al.</i> , (2010)	10,0	0,78	4,09	3,36	4,40	6,64	8,83
Oguntunde <i>et al.</i> , (2004)	-	0,90	1,80	5,80	7,60	4,50	4,80
Yamato <i>et al.</i> , (2006)	-	-	-	3,90	5,10	10,12	12,72

## 2.6 Pupuk Kompos

Kompos merupakan bahan organik, seperti daun-daunan, jerami, alang-alang, rumput-rumputan, dedak padi, batang jagung, sulur, carang-carang serta kotoran hewan yang telah mengalami proses dekomposisi oleh mikroorganisme pengurai, sehingga dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah. Kompos mengandung hara-hara mineral yang esensial bagi tanaman (Setyorini, Saraswati, dan Kosman Anwar, 2008). Secara ilmiah, kompos dapat diartikan sebagai partikel tanah yang bermuatan negatif sehingga dapat dikoagulasikan oleh kation dan partikel tanah untuk membentuk granula tanah. Kompos berperan untuk memperbaiki struktur tanah, memperbaiki tata air dan udara tanah, memperbaiki temperatur tanah, memperbaiki sifat kimiawi tanah serta memperbaiki kehidupan mikroorganisme di dalam tanah (Sutedjo, 2002).

Setyorini *et al.*, (2008) menyatakan kompos dapat menambah kandungan bahan organik di dalam tanah yang dibutuhkan tanaman. Bahan organik adalah bagian dari tanah yang bersumber dari sisa tanaman atau binatang yang terdapat di dalam tanah yang terus menerus mengalami perubahan bentuk. Kompos memperbaiki struktur tanah yang semula padat menjadi gembur sehingga mempermudah pengolahan tanah. Tanah berpasir menjadi lebih kompak dan tanah lempung menjadi lebih gembur. Penyebab kompak dan gemburnya tanah ini adalah senyawa-senyawa polisakarida yang dihasilkan oleh mikroorganisme pengurai serta miselium atau hifa yang berfungsi sebagai perekat partikel tanah.

Penambahan kompos ke dalam tanah dapat memperbaiki keadaan aerasi, draenase, absorpsi panas, kemampuan daya serap tanah terhadap air, serta berguna untuk mengendalikan erosi tanah (Djuarnani, Kristian, dan Setiawan, 2005).

Komponen kompos yang paling berpengaruh terhadap sifat kimiawi tanah adalah kandungan humus. Humus mengandung asam humat dapat melarutkan zat besi (Fe) dan Aluminium (Al) sehingga fosfat yang terikat besi dan aluminium akan lepas dan dapat diserap tanaman (Djuarnani *et al.*, 2005). Kompos banyak mengandung mikroorganisme (fungi, aktinomisetes, bakteri, dan alga). Dengan ditambahkan kompos ke dalam tanah tidak hanya jutaan mikroorganisme yang ditambahkan, akan tetapi mikroorganisme yang ada dalam tanah juga terpacu untuk berkembang (Setyorini *et al.*, 2008).

## 2.7 Jagung

Jagung merupakan tanaman keluarga rumput-rumputan (Gramineae), sub famili Maydeae. Jagung termasuk tanaman yang mampu beradaptasi baik dengan lingkungan serta termasuk tanaman C4 yang sangat efisien. Suhu minimal untuk pertumbuhan adalah 8-10°C, sedangkan suhu maksimal untuk pertumbuhan jagung yang pernah dilaporkan adalah 40°C. Suhu rata-rata 24°C ialah suhu yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman jagung (Muhadjir, 1988; Sudjana, Rifin, dan Sudjadi, 1991).

Jagung dapat tumbuh pada jenis tanah yang beragam. Tanah lempung berdebu, lempung berpasir atau lempung dengan pH 5,5-7,0 ialah tanah yang paling sesuai untuk pertumbuhan jagung. Jagung ditanam di dataran rendah sampai dataran tinggi yang memiliki ketinggian  $\pm$  1000 mdpl atau lebih. Curah hujan yang ideal untuk pertumbuhan tanaman jagung adalah  $\pm$  250 mm/tahun. Kebutuhan air yang cukup diperlukan pada saat pertumbuhan terutama pada saat berbunga dan pengisian biji (Warisno, 1998).

Sudjana *et al.* (1991) menjelaskan bahwa pertumbuhan dan perkembangan tanaman jagung dibagi dalam lima periode pertumbuhan. 1) periode tanam sampai tumbuh, faktor yang sangat penting pada periode ini ialah suhu, air, hara mineral dan keadaan fisik permukaan tanah. 2) periode sesudah tumbuh sampai keluar malai, faktor penting yang perlu diperhatikan ialah olah tanah untuk mengurangi kompetisi dengan rumput dan memelihara kondisi air dan suhu tanah. Keadaan yang tertekan selama periode ini dapat berpengaruh pada potensi pembentukan jumlah biji dalam tongkol. 3) periode keluar malai sampai keluar rambut ialah periode yang paling kritis dalam pertumbuhan tanaman jagung. Keadaan tertekan yang disebabkan oleh kekeringan atau kurang cahaya karena populasi yang terlalu padat, dapat menyebabkan masa pelepasan serbuk sari oleh malai "*pollen shed*" lebih singkat, masa pembungaan lebih pendek dan terlambatnya keluar rambut tongkol. Keadaan tertekan pada periode ini dapat menyebabkan banyak tongkol yang tidak berbiji. 4) Periode keluar rambut sampai masak dan periode ini ialah saat pembentukan biji, tangkai tongkol, jenggel dan kelobot sudah terbentuk lengkap pada sekitar 2 minggu sesudah keluar rambut. Akumulasi bahan terhenti pada 50 hari sesudah keluar rambut tongkol. Besarnya tongkol ditentukan 45-60

hari sesudah tanam dan sangat dipengaruhi oleh populasi tanaman. 5) periode pengeringan, periode ini ditandai oleh terbentuknya lapisan hitam "*black layer*" pada bagian "*placental*" biji yang menutup aliran asimilat ke dalam biji. Pembentukan lapisan hitam tersebut menandai umur masak fisiologis dan tanaman mulai mengering.



### III. BAHAN DAN METODE

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di kebun percobaan Jatikerto Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, berada di Dusun Ngajum, ± 303 mdpl, Desa Jatikerto, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang. Dilaksanakan dalam rumah kaca (*glass house*). Penelitian dimulai bulan Februari 2013 hingga Mei 2013. Analisis bahan, fisika dan kimia tanah dilakukan di Laboratorium Fisika dan Kimia Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.

#### 3.2 Alat dan Bahan

##### 3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, gembor, alat tulis kantor (ATK), kamera digital, ayakan untuk mengayak tanah, dan timbangan analitik (alat-alat laboratorium).

##### 3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Alfisol Jatikerto, biochar sekam padi, kompos, polybag ukuran 20x40 cm (25 kg), benih jagung hibrida varietas Sweet Lady, serta pupuk rekomendasi untuk tanaman jagung (Warisno, 1998).

#### 3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan 7 kombinasi perlakuan dan 1 kontrol dengan 5 kali ulangan sehingga didapatkan 40 pot percobaan. Dosis pemberian biochar (10t/ha, 15t/ha, 20t/ha), kompos (15t/ha). Dosis pupuk kimia yang diperoleh kemudian dikonversikan ke dalam dosis per polybag (Lampiran 1). Perlakuan dalam penelitian ini adalah :

P = Tanah (Kontrol)

P0 = Tanah + Biochar 10t/ha

P1 = Tanah + Biochar 15t/ha

P2 = Tanah + Biochar 20t/ha

P3 = Tanah + Kompos 15t/ha

P4 = Tanah + Biochar 10t/ha + Kompos 15t/ha

P5 = Tanah + Biochar 15t/ha + Kompos 15t/ha

P6 = Tanah + Biochar 20t/ha + Kompos 15t/ha

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1 Pengambilan Contoh Tanah

Pengambilan tanah dilakukan pada tanah lapisan atas hingga kedalaman 20 cm. Tanah dikumpulkan dan diratakan dalam rumah kaca, dibiarkan selama 1 minggu agar kadar airnya berkurang, langkah selanjutnya yaitu pengayakan tanah dengan menggunakan ayakan 1 cm untuk memisahkan tanah dengan bahan lain, seperti kerikil dan sisa seresah tanaman.

Pengambilan contoh tanah untuk analisa dasar dilakukan sebelum masa tanam sedangkan analisa beberapa sifat-sifat tanah dilakukan pada 120 hari setelah tanam.

#### 3.4.2 Analisa Dasar

Analisa dasar dilakukan pada contoh tanah dan biochar. Analisa dasar meliputi : C-organik, pH tanah, KTK, serta kemantapan agregat. Analisis dasar tanah dan metode analisis yang digunakan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Macam Analisis Dasar Tanah dan Metode yang digunakan

No.	Macam Analisis Dasar	Metode
1.	Tekstur	Pipet
2.	Kemantapan Agregat	Ayakan basah
3.	C-organik (%)	Walkey + Black
4.	KTK (cmol/kg)	NH <sub>4</sub> O Ac 1 N pH 7
5.	pH tanah	Glass Electrode

Analisis biochar meliputi : C-organik, pH (H<sub>2</sub>O), KTK dan Asam humat. Analisis dan metode analisis biochar yang digunakan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Macam Analisis Dasar Biochar dan Kompos dan Metode yang digunakan.

No.	Macam Analisis Dasar	Metode
1.	pH	Glass Electrode
2.	C-organik	Walkey+Black
3.	KTK (cmol/kg)	NH <sub>4</sub> O Ac 1 N pH 7
4.	Asam Humat	NaOH 0.1N

### 3.4.3 Pembuatan Biochar

Biomassa utama biochar pada penelitian ini adalah sekam padi. Proses pembuatan biochar menggunakan proses dasar pirolisis. Pembakaran dilakukan selama 3.5 jam untuk menjadi bentuk arang (charcoal) yang sempurna. Setelah melalui proses pembakaran pirolisis, arang sekam padi dihaluskan dengan mesin giling hingga menjadi bentuk serbuk (0,2-0,5 mm) agar saat pengaplikasian biochar lebih mudah dan homogen dengan tanah.

Kompos diperoleh dari kompos berbahan dasar seresah, dan sisa-sisa ranting tanaman. Seresah dan bahan organik tersebut digiling menggunakan mesin agar ukurannya menjadi lebih kecil, hal itu akan mempermudah proses pengomposan. Pengomposan dilakukan pada area yang terlindung dari sinar matahari. Dilakukan pula pembalikan saat proses pengomposan agar proses pengomposan merata. Setelah proses pengomposan selesai, kemudian dilakukan penyaringan agar bahan-bahan yang belum terdekomposisi dengan baik tidak tercampur dengan yang sudah jadi. Kompos tersebut merupakan produk UPT Kompos Universitas Brawijaya, dikenal dengan nama kompos UB.

### 3.4.4 Persiapan Penanaman, Pemupukan dan Pemeliharaan

#### 3.4.4.1 Persiapan Penanaman

Persiapan awal adalah membersihkan rumah kaca yang akan digunakan untuk polybag tanaman. Tahap selanjutnya adalah menimbang tanah seberat 25 kg sebanyak lima kali untuk tiap perlakuan, kemudian tanah dicampur dengan dosis biochar dan kompos untuk 25 kg tanah, dilakukan pengadukan agar tanah, biochar serta kompos dapat tercampur rata. Pengaturan polybag bagi tanaman sesuai dengan yang telah dirancang (Lampiran 2). Tiap polybag terdapat satu tanaman jagung, dengan jarak ideal untuk tanaman jagung adalah 80 cm x 20 cm dan disesuaikan dengan ukuran polybag yang digunakan.

#### 3.4.4.2 Pemupukan

Pemupukan diberikan sesuai dengan anjuran pemupukan tanaman jagung (Warisno, 1998), yaitu ZA, KCl, dan SP-36 masing-masing dengan dosis ZA : 642 kg/ha, dan KCl : 62,5 kg/ha, SP36 : 150 kg/ha, dosis yang ada kemudian dikonversikan ke dalam satuan polybag 25 kg untuk menemukan dosis per polybag, dosis kebutuhan pupuk per polybag 25 kg untuk ZA = 6,74 g; SP36 =

1,57 g; KCl = 0,65 g (Lampiran 1). Pupuk ZA dan KCl diberikan secara bertahap, adalah 1/3 bagian diberikan pada saat tanaman berumur 7 hari setelah tanam, dan sisanya 2/3 bagian diberikan pada saat tanaman berumur 21 hari setelah tanam. Sedangkan untuk pupuk SP36 pada saat tanam. Pupuk diberikan dengan cara ditugal dengan kedalaman 5 cm disamping kiri atau kanan dari tanaman. Pemberian biochar dan kompos satu kali bersamaan pada saat persiapan media tanam. Dosis biochar dikonversi ke dalam polybag 25 kg, hasil konversi dosis 10 ton/ha = 105 g; 15 ton/ha = 157 g; 20 ton/ha = 210 g (Lampiran 1).

#### 3.4.4.3 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan membersihkan gulma. Penyiraman dilakukan dua hari sekali pada awal tanam hingga usia 20 HST sebanyak 1 liter air tiap polybag. Penyiraman tanaman saat usia 20 HST hingga 80 HST dilakukan 2 kali sehari, pagi hari sebanyak 1 liter dan sore hari sebanyak 1 liter tiap polybag. Pemberantasan hama dan penyakit cukup dengan cara mekanik, karena selain jumlahnya sedikit juga untuk menjaga kevalidan data.

### 3.5 Pengamatan dan Analisis Data

#### 3.5.1 Metode Pengamatan

Pengamatan tanah dilakukan pada sebelum tanam dan pada 120 HST. Pengamatan tanaman dilakukan secara non destruktif, dilakukan tiap 10 hari sekali hingga 60 HST, berupa tinggi tanaman (tinggi diukur dari permukaan tanah sampai bagian tanaman yang paling tinggi) dan jumlah daun (dihitung dari seluruh daun yang membuka sempurna dan tidak keriting). Parameter pengamatan, metode yang digunakan serta waktu pengamatan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Parameter Pengamatan dan Metode yang Digunakan serta Waktu Pengamatan

Pengamatan	Parameter	Metode	Waktu Pengamatan (HST)
Tanah	- Kemantapan Agregat	- Ayakan basah	- 120
	- C-organik (%)	- Walkey and Black	- 120
	- KTK (cmol/kg)	- NH <sub>4</sub> O Ac pH 7	- 120
	- pH	- Glass Electrode	- 120
Tanaman	- Tinggi Tanaman	- Non destruktif	- 10, 20, 30, 40, 50, 60
	- Jumlah Daun	- Non destruktif	- 10, 20, 30, 40, 50, 60

### 3.5.2 Analisis Data

Data yang diperoleh diuji secara statistik menggunakan analisis ragam atau uji F dengan taraf 5 % untuk melihat perbedaan pengaruh antar perlakuan. Uji korelasi digunakan untuk mengetahui hubungan antar parameter. Analisa data dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab dan Excel 2007.



## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

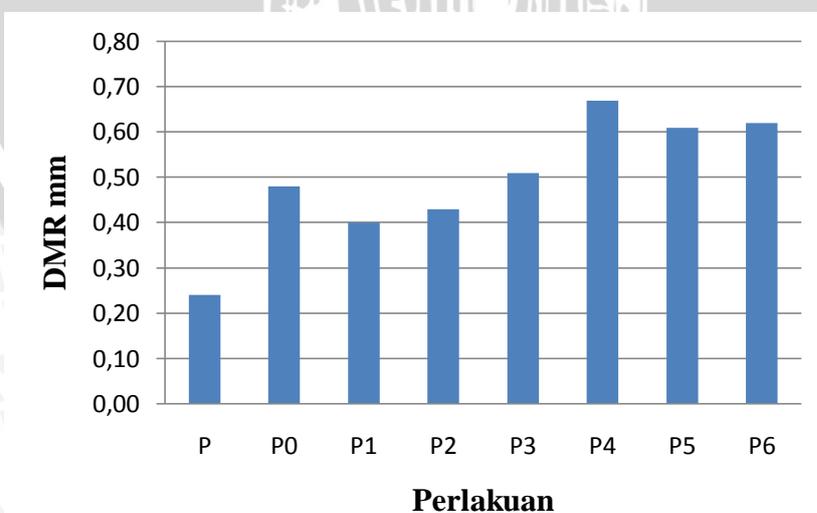
#### 4.1.1 Kemantapan Agregat

Kemantapan agregat pada perlakuan P (kontrol) adalah 0.24 mm (tidak stabil). Pemberian biochar sekam padi dan kombinasi dengan pupuk kompos berpengaruh nyata terhadap kemantapan agregat tanah pada 120 HST (Lampiran 10). Pemberian biochar sekam padi meningkatkan kemantapan agregat tertinggi 0.48 mm (kurang stabil) pada perlakuan P0 = biochar 10 t/ha, sedangkan kombinasi biochar sekam padi dengan pupuk kompos menghasilkan nilai indeks DMR tertinggi pada perlakuan P4 = biochar 10 t/ha + kompos 15 t/ha sebesar 0.67 mm (stabil).

Tabel 7. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemantapan Agregat

Perlakuan	Kemantapan agregat (DMR mm) 120 HST
P	0.24 a
P0	0.48 cd
P1	0.40 bc
P2	0.43 bc
P3	0.51 cd
P4	0.67 e
P5	0.61 d
P6	0.62 de

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak menunjukkan beda nyata berdasarkan uji BNT 5 %



Gambar 1. Pengaruh pemberian biochar sekam padi, kompos dan kombinasinya terhadap kemantapan agregat tanah.

Gambar 1 menunjukkan bahwa pada semua perlakuan dapat meningkatkan kemantapan agregat tanah pada 120 HST. Nilai indeks kemantapan agregat setelah aplikasi biochar sekam padi meningkat menjadi (0,48; 0,40; 0,43 mm) dibanding kontrol. Nilai indeks kemantapan agregat setelah aplikasi pupuk kompos meningkat menjadi 0.51 mm, sedangkan nilai indeks kemantapan agregat setelah kombinasi biochar sekam padi dengan pupuk kompos meningkat menjadi (0,67; 0,61; 0,62 mm) dibanding kontrol (Gambar 1).

Keberadaan bahan organik tanah turut mempengaruhi kemantapan agregat tanah, karena bahan organik tanah berpengaruh pada aktivitas tanah. Perubahan bahan organik berpengaruh terhadap sifat fisik tanah karena merangsang granulasi dalam tanah dan juga membantu membentuk agregat tanah yang stabil (Aulia, 2011). Penggunaan pupuk kompos sebagai sumber bahan organik mampu memperbaiki struktur tanah yang semula padat menjadi gembur sehingga mempermudah pengolahan tanah. Tanah berpasir menjadi lebih kompak dan tanah lempung menjadi lebih gembur (Setyorini *et al.*, 2008).

Agregat tanah yang mantap akan mempertahankan sifat-sifat tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman, seperti porositas dan ketersediaan air lebih lama dibandingkan dengan agregat tanah yang tidak mantap. Sunggowo (2010) menyatakan tingginya kandungan bahan organik tanah dapat mempertahankan kualitas sifat fisik tanah sehingga membantu perkembangan akar tanaman dan kelancaran siklus air tanah antara lain melalui pembentukan pori tanah dan kemantapan agregat tanah.

#### **4.1.2 Derajat Kemasaman Tanah (pH)**

Pemberian bahan pembenah tanah dalam bentuk biochar sekam padi, pupuk kompos dan kombinasinya tidak berpengaruh nyata terhadap pH tanah pada 120 HST (Lampiran 11). Berdasarkan analisa yang dilakukan, pH tanah kontrol tergolong masam (4,82), biochar sekam padi memiliki nilai pH agak masam (6,20), sedangkan pada pupuk kompos memiliki nilai pH netral (6,80). pH tanah setelah aplikasi biochar sekam padi meningkat menjadi (5,138; 5,494; 5,276) dibanding kontrol, sedangkan nilai pH tanah setelah aplikasi pupuk kompos P3 meningkat menjadi 5,313 dibanding kontrol. Nilai pH tanah setelah

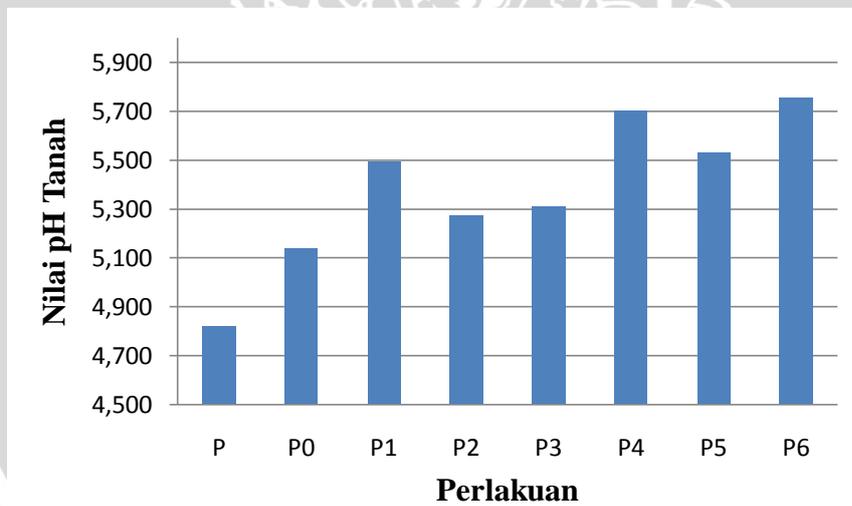
aplikasi kombinasi biochar sekam padi dengan pupuk kompos meningkat menjadi (5,705; 5,530; 5,758) dibanding kontrol (Tabel 8).

Tabel 8. Pengaruh Perlakuan Terhadap pH Tanah (H<sub>2</sub>O)

Perlakuan	Nilai pH pada 120 HST
P	4.820
P0	5.138
P1	5.494
P2	5.276
P3	5.313
P4	5.705
P5	5.530
P6	5.758

Keterangan : Tidak menunjukkan beda nyata berdasarkan uji BNT 5 %

Semua perlakuan mampu meningkatkan nilai pH tanah pada 120 HST, hasil terbaik terdapat pada perlakuan biochar sekam padi yang dikombinasikan dengan pupuk kompos pada perlakuan P4 dan perlakuan P6. Sedangkan pada perlakuan yang lain cenderung lebih rendah (Gambar 2).



Gambar 2. Pengaruh pemberian biochar sekam padi, kompos dan kombinasinya terhadap derajat kemasaman tanah (pH)

Bahan organik yang diberikan ke dalam tanah akan mengalami proses dekomposisi lebih lanjut dan akan dihasilkan asam-asam organik, seperti asam humat dan asam fulvat. Asam organik ini bereaksi dengan logam aluminium membentuk khelat. Pemberian bahan organik dapat meningkatnya pH tanah dikarenakan terbentuknya senyawa khelat (Rohim, 2012). Setyorini *et al.*, (2008) menambahkan bahan organik memiliki kemampuan bereaksi dengan ion logam

untuk membentuk senyawa kompleks. Dengan demikian ion logam yang bersifat meracuni tanaman serta merugikan penyediaan hara pada tanah seperti Al, Fe, dan Mn dapat diperkecil dengan adanya khelat. Cyio (2008) menyatakan bahwa peningkatan nilai pH disebabkan adanya kontribusi bahan organik yang melepaskan ion OH karena terjadi proses reduksi.

#### 4.1.3 Kapasitas Tukar Kation

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan, kapasitas tukar kation pada tanah percobaan yaitu 17,09 cmol/kg (sedang), kapasitas tukar kation pada biochar sekam padi yaitu 26,25 cmol/kg (sedang), sedangkan nilai kapasitas tukar kation pada pupuk kompos yaitu 45,92 cmol/kg (sangat tinggi). Aplikasi bahan pembenah tanah biochar sekam padi, pupuk kompos dan kombinasinya berpengaruh nyata terhadap kapasitas tukar kation pada 120 HST (Lampiran 12). Nilai kapasitas tukar kation tertinggi terdapat pada perlakuan P6 yaitu 19.674 cmol/kg. Aplikasi biochar sekam padi tanpa dikombinasikan dengan pupuk kompos memberikan hasil tertinggi pada perlakuan P2 = 17.716 cmol/kg. Nilai KTK setelah aplikasi pupuk kompos pada perlakuan P3 meningkat menjadi 18.366 cmol/kg dari kontrol (Tabel 9).

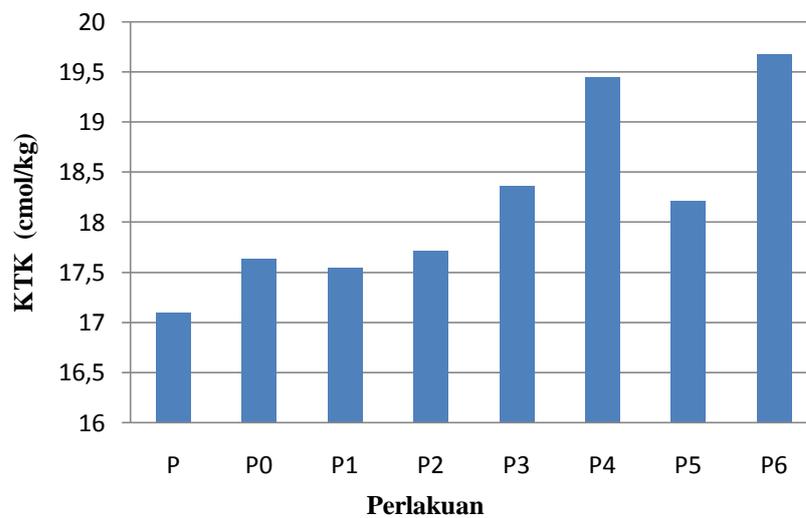
Tabel 9. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kapasitas Tukar Kation Pada 120 HST

Perlakuan	KTK 120 HST (cmol/kg)
P	17.098a
P0	17.638bc
P1	17.548bc
P2	17.716bc
P3	18.366de
P4	19.446ef
P5	18.214cd
P6	19.674f

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak menunjukkan beda nyata berdasarkan uji BNT 5 %

Semua perlakuan mampu meningkatkan kapasitas tukar kation pada 120 HST. Nilai kapasitas tukar kation akan berbeda apabila masih terdapat tanaman yang tumbuh pada tanah, karena pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman terjadi penyerapan unsur hara sehingga ada interaksi antara kation-kation yang ditukar dalam tanah. Aulia (2011) menyatakan penurunan kapasitas tukar kation

tanah setelah masa panen karena menyesuaikan pertumbuhan tanaman yang mengalami penurunan termasuk penyerapan unsur hara.



Gambar 3. Pengaruh pemberian biochar sekam padi, kompos dan kombinasinya terhadap kapasitas tukar kation

Setyorini *et al.*, (2008) menyatakan kompos mengandung humus (bunga tanah) yang dibutuhkan untuk peningkatan hara makro dan mikro dan sangat dibutuhkan tanaman. Misel humus mempunyai kapasitas tukar kation (KTK) yang lebih besar daripada misel lempung (3 – 10 kali) sehingga penyediaan hara makro dan mikromineral lebih lama. Setyorini *et al.*, (2008) menambahkan kapasitas tukar kation (KTK) asam-asam organik dari kompos lebih tinggi dari liat, namun lebih peka terhadap perubahan pH karena mempunyai sumber muatan tergantung pH (*pH dependent charge*).

#### 4.1.4 C-organik Tanah

Hasil analisa tanah menunjukkan bahwa kandungan C-organik tanah sangat rendah yaitu 0,97 %. Kandungan C-organik pada biochar sekam padi yaitu 5,10 %, sedangkan pada pupuk kompos kandungan C-organiknya adalah 8,71 %. Pemberian bahan pembenah tanah berpengaruh nyata terhadap peningkatan kandungan C-organik tanah (Lampiran 13). Pemberian biochar sekam padi mampu meningkatkan C-organik tanah dengan nilai antara 1,3 – 1,4 % pada 120 HST. Pupuk kompos meningkatkan kandungan C-organik tanah dengan nilai 1.36%. Sedangkan kombinasi biochar sekam padi dengan pupuk kompos mampu

meningkatkan C-organik tanah dengan nilai 1,42 – 1,5%, lebih tinggi dibanding dengan perlakuan lainnya (Tabel 10).

Tabel 10. Pengaruh Perlakuan Terhadap Peningkatan Kandungan C-organik Tanah

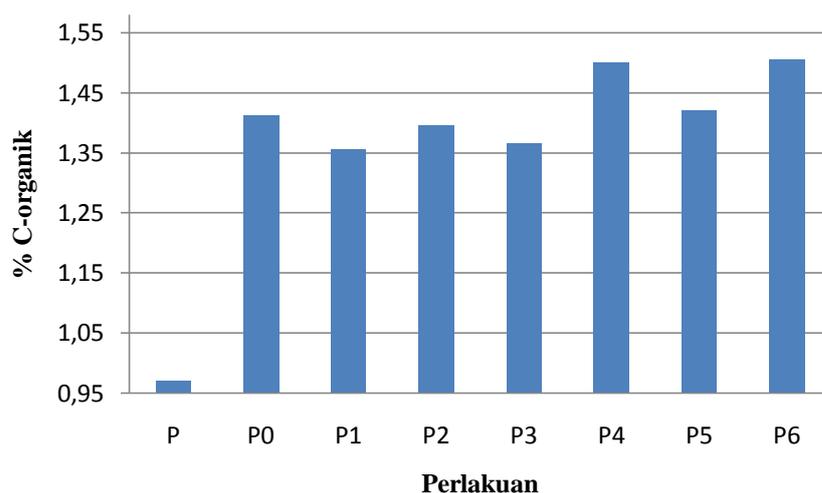
Perlakuan	C-organik 120 HST (%)
P	0.970a
P0	1.412bc
P1	1.356b
P2	1.396b
P3	1.366b
P4	1.5de
P5	1.42cd
P6	1.506e

Keterangan : Angka yang didampangi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak menunjukkan beda nyata berdasarkan uji BNT 5 %

Semua perlakuan yang ada mampu meningkatkan kandungan C-organik tanah setelah 120 HST. Pemberian biochar sekam padi yang dikombinasikan dengan pupuk kompos mampu meningkatkan kandungan C-organik lebih tinggi daripada perlakuan lainnya (Gambar 4).

Hasil tertinggi pada perlakuan kombinasi biochar sekam padi dengan pupuk kompos ada pada perlakuan P6 dengan nilai 1.506%. Untuk perlakuan biochar sekam padi saja hasil tertinggi terdapat pada perlakuan P0 dengan nilai 1,412%. Hasil terendah ditunjukkan pada perlakuan kontrol (0.97 %; Gambar 4).

Sumber karbon pada penelitian adalah dari biochar sekam padi dan pupuk kompos. Bahan yang digunakan dalam pembuatan biochar serta pupuk kompos dapat mempengaruhi persentase karbon yang terkandung. Pada pupuk kompos nilai C-organik lebih tinggi daripada nilai C-organik biochar cukup menentukan kandungan karbon yang ada dalam tanah saat 120 HST (Lampiran 3).



Gambar 4. Pengaruh pemberian biochar sekam padi, kompos dan kombinasinya terhadap kandungan C-organik tanah

Menurut Lestari (2009), jenis tanaman yang berbeda juga mempunyai kemampuan menyimpan karbon yang berbeda. Sedangkan pada biochar kandungan karbon dapat dipengaruhi oleh bahan, metode pembakaran serta lama pembakaran dari biochar itu sendiri. Ogawa (2006) mengemukakan bahwa kualitas *charcoal* atau *biochar* sangat tergantung pada sifat kimia dan fisik *biochar* yang ditentukan oleh jenis bahan baku (kayu lunak, kayu keras, sekam padi dll.) dan metode karbonisasi (tipe alat pembakaran, temperatur), dan bentuk *biochar* (padat, serbuk, karbon aktif).

Menurut Lehmann *et al.*, (2006) pemberian biochar (sekam padi) mampu meningkatkan kandungan BOT dalam jangka waktu yang lebih panjang dibandingkan dengan pemberian bahan yang sama namun tidak diproses menjadi biochar (pupuk kompos). Biochar merupakan materi yang kaya karbon hasil produksi dari proses pirolisis lambat dari sebuah biomassa dan memiliki sifat lama terdekomposisi.

#### 4.1.5 Pertumbuhan Tanaman Jagung

##### 4.1.5.1 Tinggi tanaman

Pertumbuhan tanaman dapat dilihat dengan mengukur tinggi tanaman, karena tinggi tanaman merupakan parameter yang dapat diamati secara langsung dengan tujuan mengetahui gambaran adanya pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Perlakuan pemberian bahan pembenah tanah tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 HST (Lampiran 15).

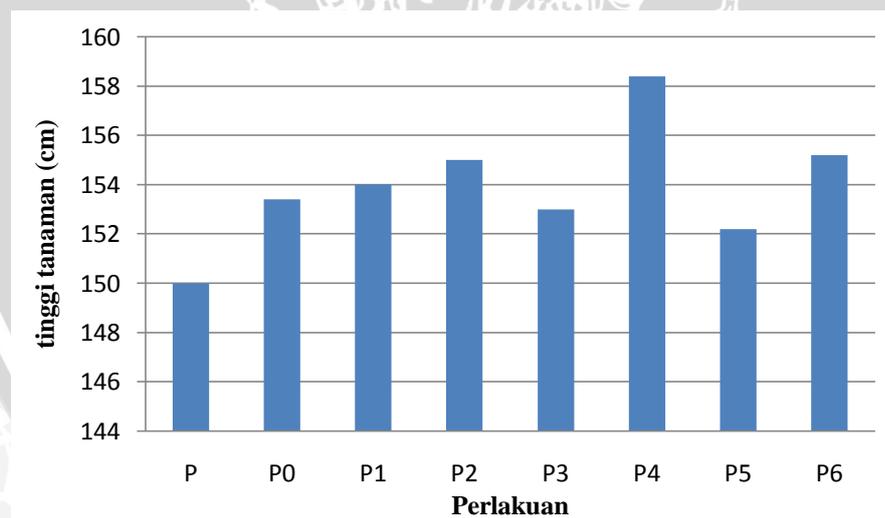
Pada pengamatan tinggi tanaman jagung, nilai tertinggi terdapat pada perlakuan P4 dengan nilai 158,4 cm. Sedangkan hasil terendah terdapat pada perlakuan kontrol dengan nilai 150 cm (Tabel 11).

Tabel 11. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman pada 60 HST

Perlakuan	Tinggi Tanaman 60 HST (cm)
P	150
P0	153.4
P1	154
P2	155
P3	153
P4	158.4
P5	152.2
P6	155.2

Keterangan : Tidak menunjukkan beda nyata berdasarkan uji BNT 5 %

Semua perlakuan dapat meningkatkan tinggi tanaman jagung pada 60 HST. Penggunaan bahan pembenah tanah berupa biochar sekam padi, pupuk kompos dan kombinasinya mampu meningkatkan tinggi tanaman dibandingkan tanpa penggunaan bahan pembenah tersebut (Gambar 5).



Gambar 5. Pengaruh Pemberian Biochar, Pupuk Kompos, dan Kombinasinya Terhadap Tinggi Tanaman Jagung Pada 60 HST

Tinggi tanaman dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain adalah pemberian bahan organik dan ketersediaan unsur hara nitrogen. Tinggi tanaman dapat dipengaruhi oleh penambahan bahan organik berupa pupuk kompos, bahan organik selain dapat memperbaiki sifat fisik tanah juga akan menambah

ketersediaan unsur hara makro maupun mikro. Besarnya penambahan unsur hara sangat bergantung pada jenis dan atau takaran bahan organik yang diberikan. Semakin tinggi takaran bahan organik yang diberikan ketanaman, penambahan unsur hara kedalam tanah juga akan semakin tinggi.

Winarso (2005) menyatakan nitrogen (N) merupakan unsur hara esensial (keberadaannya mutlak ada untuk kelangsungan pertumbuhan dan perkembangan tanaman), dan dibutuhkan dalam jumlah banyak sehingga disebut unsur hara makro. Selain ketersediaan hara dalam tanah, pemberian biochar sekam padi, pupuk kompos dan kombinasinya membantu dalam memperbaiki agregat tanah. Susunan agregat tanah atau fragmen tanah memiliki pengaruh utama terhadap aerasi, ketersediaan air dan kekuatan tanah, sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan akar dan tajuk, dan mungkin pada akhirnya terhadap produksi tanaman (Di'az-Zorita, Grove, and Perfect, 2005).

Perbedaan ukuran agregat akan menyebabkan jumlah air yang mengalami evaporasi bervariasi. Hasil penelitian Walczak (2000) menunjukkan bahwa ukuran agregat tanah sangat menentukan jumlah air yang mengalami evaporasi dari permukaan tanah. Pada penelitian tersebut evaporasi sangat menurun dengan semakin meningkatnya ukuran agregat tanah sebagai akibat menurunnya laju difusi air dan kapilaritas.

Bahan organik menyumbang muatan negatif tanah sangat besar melalui luas permukaan jenisnya yang sangat tinggi sehingga pemberian bahan organik diharapkan dapat meningkatkan kapasitas pertukaran kation (Utami, Sri Nuryani, Suci Handayani, 2003). Kapasitas tukar kation berpengaruh pada pertumbuhan tanaman karena ada hubungannya dengan penyediaan unsur hara tanaman. KTK merupakan sifat kimia yang sangat erat hubungannya dengan kesuburan tanah. Tanah dengan KTK tinggi mampu menjerap dan menyediakan unsur hara lebih baik daripada tanah dengan KTK rendah (Hardjowigeno, 2007).

#### 4.1.5.2 Jumlah Daun

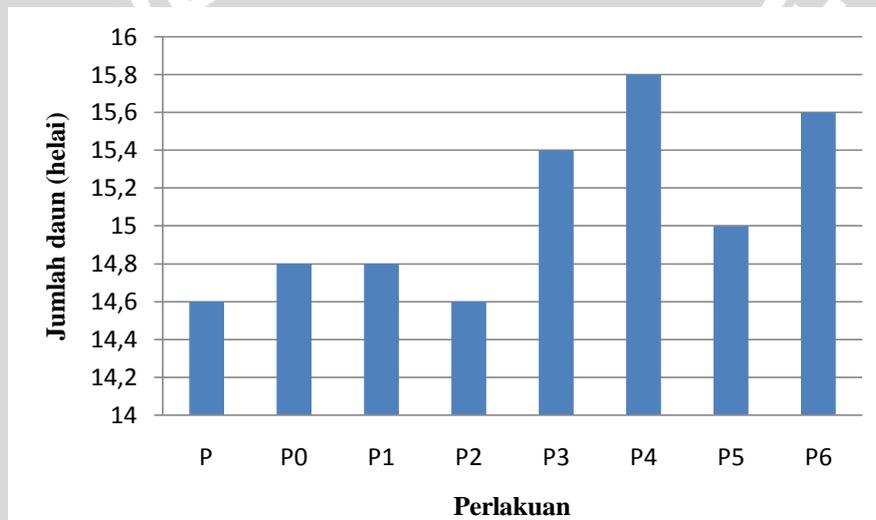
Selain tinggi tanaman, jumlah daun merupakan parameter pertumbuhan tanaman yang mudah diamati secara visual. Pemberian bahan pembenah tanah berupa biochar sekam padi, pupuk kompos dan kombinasinya tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun pada 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 HST (Lampiran 15).

Jumlah daun tertinggi terdapat pada perlakuan P4 yaitu sebesar 15,8 helai. Hasil terendah terdapat pada perlakuan kontrol sebesar 14,6 helai (Tabel 12).

Tabel 12. Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun pada 60 HST

Perlakuan	Jumlah daun 60 HST (helai)
P	14.6
P0	14.8
P1	14.8
P2	14.6
P3	15.4
P4	15.8
P5	15
P6	15.6

Keterangan : Tidak menunjukkan beda nyata berdasarkan uji BNT 5 %



Gambar 6. Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Pada 60 HST

Gambar 6 menunjukkan perlakuan mampu menambah jumlah helai daun tanaman jagung pada 60 HST. Pembentukan bagian-bagian tanaman seperti daun dipengaruhi oleh faktor fisika dan kimia tanah, dari segi kimia tanah, tanaman membutuhkan unsur hara sebagai energi yang digunakan untuk pembentuk bagian tanaman. Adanya penambahan bahan organik dapat membantu pula dalam penyediaan unsur hara bagi tanaman. Penetapan kandungan bahan organik dilakukan berdasarkan jumlah C-organik. Bahan organik secara langsung merupakan sumber hara N, P, S, unsur mikro maupun unsur hara esensial lainnya (Hardjowigeno, 2003). pH tanah juga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Mas'ud (1992) menyatakan pengaruh keasaman tanah pada pertumbuhan tanaman adalah melalui pengaruhnya pada ketersediaan anasir hara

yang diperlukan tanaman. Pada tanah pH rendah mengandung kation-kation besi dan aluminium bebas dalam takaran banyak yang mampu menyerap ion fosfat sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Pada pH tinggi, kation mangan juga akan menyerap anion fosfat sehingga tidak tersedia bagi tanaman.

Dari segi fisika tanah, beberapa sifat fisik seperti ketersediaan air serta kemantapan agregat tanah merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan daun pada tanaman. Ketersediaan air erat kaitannya dengan sifat fisik tanah lainnya, agregat tanah yang baik akan memberikan ruang bagi air dan udara dalam tanah yang diperlukan tanaman. Susunan agregat tanah atau fragmen tanah memiliki pengaruh utama terhadap aerasi, ketersediaan air dan kekuatan tanah, sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan akar dan tajuk, dan mungkin pada akhirnya terhadap produksi tanaman (Di'az-Zorita *et al.*, 2005). Agregat yang stabil akan menciptakan kondisi yang baik bagi pertumbuhan akar tanaman. Pertumbuhan akar dalam tanah dilakukan dengan cara masuk kedalam pori makro tanah yang sama atau lebih besar dari pada diameter akar atau dengan cara merubah lingkungan sekitarnya. Tahanan mekanik tanah secara langsung berpengaruh terhadap pertumbuhan akar (Hasanah, 2009).

Adanya perbedaan ukuran agregat tanah yang secara tidak langsung berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman karena pengaruhnya terhadap porositas, ketersediaan air tanah dan tahanan tanah terhadap pergerakan akar dalam tanah (Alexander dan Miller, 1991).

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Pengaruh Bahan Organik Terhadap Kemantapan Agregat Tanah

Bahan organik yang digunakan dalam penelitian ini adalah biochar sekam padi dan pupuk kompos, kedua bahan tersebut dipilih karena memiliki keunggulan dalam membantu memperbaiki tanah terutama pada tanah-tanah yang mengalami degradasi lahan. Penambahan bahan organik berpengaruh terhadap sifat fisik tanah yaitu membentuk agregat tanah yang lebih baik dan memantapkan agregat yang telah terbentuk sehingga aerasi, permeabilitas dan infiltrasi menjadi lebih baik, akibatnya adalah daya tahan tanah terhadap erosi akan meningkat.

Setyorini *et al.*, (2008) menyatakan penyebab kompak dan gemburnya tanah ini adalah senyawa-senyawa polisakarida yang dihasilkan oleh mikroorganisme pengurai serta miselium atau hifa yang berfungsi sebagai perekat partikel tanah. Berdasarkan hasil uji analisis korelasi antar variabel bahan organik terhadap kemantapan agregat pada lampiran 16, menunjukkan bahwa bahan organik memberikan hubungan yang positif sangat erat dengan kemantapan agregat ( $r = 0,887^{**}$ ). Hubungan korelasi ini berarti bahwa semakin tinggi C-organik dalam tanah akan diikuti dengan peningkatan kemantapan agregat tanah. Selain itu keberadaan bahan organik dapat meningkatkan kemampuan menahan air. Pergerakan air secara vertikal atau infiltrasi dapat diperbaiki dan tanah dapat menyerap air lebih cepat sehingga aliran permukaan dan erosi diperkecil. Demikian pula dengan aerasi tanah yang menjadi lebih baik karena ruang pori tanah bertambah akibat terbentuknya agregat. Bahan organik juga berpengaruh menurunkan plastisitas, kohesi dan sifat buruk lainnya dari liat (Hakim, *et al.*, 1986).

#### 4.2.2 Pengaruh Bahan Organik Terhadap pH Tanah

Penambahan bahan organik dapat meningkatkan atau malah menurunkan pH tanah, hal ini bergantung pada jenis tanah dan bahan organik yang ditambahkan. Cyio (2008) menyatakan peningkatan nilai pH disebabkan adanya kontribusi bahan organik yang melepaskan ion OH karena terjadi proses reduksi. Bahan organik mempunyai daya sangga (*buffer capacity*) yang besar sehingga apabila tanah cukup mengandung komponen ini, maka pH tanah relatif stabil (Utami *et al.*, 2003). Biochar sekam padi dipilih karena bahan utamanya banyak tersedia, terutama di daerah persawahan. Penambahan biochar ke tanah meningkatkan ketersediaan kation utama dan posfor, total N dan kapasitas tukar kation tanah (KTK) yang pada akhirnya meningkatkan hasil (Gani, 2010).

Hasil analisis uji korelasi antara variabel C-organik dengan pH tanah menunjukkan bahwa C-organik memberikan hubungan yang positif sangat erat dengan pH tanah ( $r = 0,856^{**}$ ). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan C-organik dalam tanah akan diikuti dengan peningkatan pH tanah. Pemberian kompos dapat memperbaiki pH dan meningkatkan hasil tanaman pertanian pada tanah-tanah masam (Setyorini *et al.*, 2008).

#### 4.2.3 Pengaruh Bahan Organik Terhadap Kapasitas Tukar Kation Tanah

Pengaruh bahan organik terhadap sifat kimia tanah adalah dapat meningkatkan daya jerap dan kapasitas tukar kation (KTK). Bahan organik menyumbang muatan negatif tanah sangat besar melalui luas permukaan jenisnya yang sangat tinggi sehingga pemberian bahan organik diharapkan dapat meningkatkan kapasitas pertukaran kation (Utami *et al.*, 2003). Penambahan biochar ke tanah meningkatkan ketersediaan kation utama dan fosfor, total N dan kapasitas tukar kation tanah (KTK) yang pada akhirnya meningkatkan hasil. Peran biochar terhadap peningkatan produktivitas tanaman dipengaruhi oleh jumlah yang ditambahkan (Gani, 2010).

Mawardiana (2013) pengkayaan tanah akan karbon melalui penambahan biochar berpengaruh positif terhadap sifat tanah antara lain stabilitas agregat tanah, KTK tanah, kandungan C-organik tanah, retensi air dan hara.

#### 4.2.4 Pengaruh Sifat Fisik dan Kimia Tanah Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Jagung dapat tumbuh pada berbagai macam jenis tanah. Tanah lempung berdebu adalah jenis tanah yang paling baik bagi pertumbuhannya, sedangkan untuk tanah liat juga dapat dilakukan penanaman tetapi dengan pengerjaan tanah lebih sering selama pertumbuhannya, sehingga aerasi dalam tanah berlangsung dengan baik. Penambahan bahan organik dapat memperbaiki kemantapan agregat dan ketersediaan air yang nantinya akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman jagung. Pemberian bahan organik sebagai pembenah tanah dapat meningkatkan kapasitas tanah memegang air, mengurangi evaporasi, dan menambah bahan organik tanah. Kapasitas memegang air yang lebih besar menyebabkan tanah lebih banyak menyediakan air bagi tanaman jagung, sehingga kekurangan air dapat dihindari. Tanah berkadar bahan organik rendah berarti kemampuan tanah mendukung produktivitas tanaman rendah.

Pemberian biochar sekam padi dengan pupuk kompos maupun kombinasinya membantu dalam memperbaiki agregat tanah. Susunan agregat tanah atau fragmen tanah memiliki pengaruh utama terhadap aerasi, ketersediaan air dan kekuatan tanah, sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan akar dan

tajuk, dan mungkin pada akhirnya terhadap produksi tanaman (Di'az-Zorita *et al.*, 2005).

Hasil analisis regresi terhadap bentuk hubungan kemantapan agregat dengan tinggi tanaman dan jumlah daun disajikan dalam Tabel 13. Bentuk hubungan tersebut diperoleh berupa persamaan regresi linear sederhana sebagai berikut:  $y = 12.02x + 147.9$  dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2=0,472$ ). Model persamaan regresi linear sederhana ini cukup kuat untuk diterima karena mencakup 47,2% pengaruh dari kemantapan agregat terhadap perubahan tinggi tanaman jagung, sedangkan pengaruh eksternal lainnya sebesar 52,8%. Bentuk hubungan kemantapan agregat dengan jumlah daun sebagai berikut:  $y = 2.684x + 13.74$  dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2=0,657$ ), hal ini menunjukkan jumlah daun dipengaruhi oleh kemantapan agregat tanah sebesar 65,7% sedangkan pengaruh eksternal lainnya sebesar 34,3%.

Tabel 13. Hubungan Kemantapan Agregat dengan Pertumbuhan Tanaman

Hubungan	Nilai $R^2$	Rumus Regresi
Kemantapan Agregat dan Tinggi tanaman	0,472	$y = 12.02x + 147.9$
Kemantapan Agregat dan Jumlah daun	0,657	$y = 2.684x + 13.74$

Agregat dapat menciptakan lingkungan fisik yang baik untuk perkembangan akar tanaman melalui pengaruhnya terhadap porositas, aerasi dan daya menahan air. Hasil penelitian Walczak (2000) ukuran agregat tanah sangat menentukan jumlah air yang mengalami evaporasi dari permukaan tanah. Penelitian tersebut menyatakan bahwa evaporasi sangat menurun dengan semakin meningkatnya ukuran agregat tanah sebagai akibat menurunnya laju difusi air dan kapilaritas.

Tanah lempung berdebu, lempung berpasir atau lempung dengan pH 5,5-7,0 ialah tanah yang paling sesuai untuk pertumbuhan jagung. Ketersediaan unsur hara sangat mempengaruhi pertumbuhan dan produktifitas tanaman jagung. Kekurangan unsur hara dapat diberikan melalui pemupukan. Pada pH netral, unsur-unsur hara yang dibutuhkan tanaman jagung banyak tersedia di dalamnya. Hanafiah (2005) menambahkan pH optimum untuk ketersediaan unsur hara tanah adalah sekitar 6 – 7, karena pada pH tersebut semua unsur hara makro tersedia secara maksimum. Hardjowigeno (2007) juga menyatakan, pada umumnya unsur

hara mudah diserap akar tanaman pada pH tanah sekitar netral, karena pada pH tersebut kebanyakan unsur hara mudah larut dalam air. Pada tanah masam unsur P tidak dapat diserap tanaman karena diikat oleh Al, sedang pada tanah alkalis unsur P juga tidak dapat diserap tanaman karena difiksasi oleh Ca. Menurut Aulia (2011) peningkatan nilai pH tanah akan diikuti dengan peningkatan ketersediaan unsur hara tanah karena semakin tinggi pH tanah, maka proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme semakin cepat sehingga ketersediaan unsur hara tanah meningkat.

Tanah masam, khususnya di daerah tropika, mempengaruhi pertumbuhan tanaman melalui beberapa cara. Apabila tanah masam, maka satu atau lebih faktor tanah yang tidak menguntungkan muncul dan dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat (Winarso, 2005). Salah satunya adalah unsur Aluminium (Al) menjadi lebih mudah larut dan beracun bagi tanaman. Hasil analisis uji korelasi (Lampiran 16) menunjukkan bahwa pH tanah memberikan hubungan yang positif erat dengan tinggi tanaman ( $r = 0,818^*$ ) dan jumlah daun ( $r = 0,781^*$ ). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi pH tanah akan meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun.

Nilai pH tanah dipengaruhi kejenuhan basa, sifat koloid dan macam kation yang terjerap. Tanah yang memiliki KTK yang tinggi akan menyebabkan lambatnya perubahan pH tanah. Pada pH tanah yang rendah, KTK tanah akan relatif rendah. Hasil analisis uji korelasi (Lampiran 16) antara variabel pH tanah dengan kapasitas tukar kation menunjukkan bahwa pH tanah memberikan hubungan yang positif sangat erat dengan kapasitas tukar kation ( $r = 0,841^{**}$ ). Hal ini menunjukkan bahwa semakin meningkatnya pH tanah akan berpengaruh terhadap peningkatan kapasitas tukar kation tanah. Kapasitas tukar kation berpengaruh pada pertumbuhan tanaman karena ada hubungannya dengan penyediaan unsur hara tanaman. Winarso (2005) menyatakan proses pertukaran kation sangat penting difahami karena terkait dengan pengelolaan tanah dalam hubungannya dengan pemupukan dan pengapuran serta proses serapan unsur hara oleh akar. Winarso (2005) menambahkan tanah-tanah yang mempunyai pH rendah biasanya didominasi kation asam sehingga nilai KB rendah. Nilai KB ini

sangat penting dalam penggunaannya untuk pertimbangan pemupukan dan prediksi kemudahan unsur hara tersedia bagi tanaman.

Hasil analisis uji korelasi (Lampiran 16) antara variabel kapasitas tukar kation dengan jumlah daun menunjukkan bahwa kapasitas tukar kation memberikan hubungan positif sangat erat dengan jumlah daun ( $r = 0,940^{**}$ ). Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas tukar kation tanah yang meningkat akan mempengaruhi pertukaran kation yang terjadi, sehingga meningkatkan ketersediaan beberapa unsur hara makro seperti N, P, K dan S yang dibutuhkan oleh tanaman sehingga pertumbuhan tanaman dapat meningkat.

Nilai KTK tanah mempunyai arti sangat penting dalam hubungannya dengan suplai unsur hara (gudang unsur hara) dan juga mempunyai pengaruh terhadap daya sangga (*buffer*) tanah. Makin tinggi KTK (demikian juga KB) makin tinggi kemampuan tanah dalam menyimpan dan melepaskan kation serta makin kuat daya sangganya (Winarso, 2005).

#### **4.3 Pembahasan Umum**

Penambahan bahan pembenah tanah berupa biochar sekam padi dengan pupuk kompos serta kombinasi dari kedua bahan tersebut berpengaruh nyata pada perbaikan sifat fisik tanah yaitu kemantapan agregat tanah dan sifat kimia tanah KTK dan C-organik tanah setelah 120 HST. Kedua bahan pembenah tanah tersebut tidak berpengaruh nyata terhadap pH tanah, namun masih mampu meningkatkan nilai pH tanah pada 120 HST.

Bahan organik secara tidak langsung mampu memperbaiki agregat tanah dengan adanya interaksi dari mikroorganisme tanah, Setyorini *et al.*, (2008) menyatakan penyebab kompak dan gemburnya tanah ini adalah senyawa-senyawa polisakarida yang dihasilkan oleh mikroorganisme pengurai serta miselium atau hifa yang berfungsi sebagai perekat partikel tanah. Bahan organik yang berasal dari proses pengomposan juga mampu memperbaiki agregat tanah dan membentuk granulasi tanah menjadi lebih baik. Suryani (2007) menyatakan bahwa hasil pengomposan berupa kompos memiliki muatan negatif, dapat dikoagulasikan oleh kation-kation dan partikel tanah untuk membentuk agregat tanah. Pengaruh bahan organik terhadap sifat kimia tanah adalah dapat meningkatkan daya jerap dan kapasitas tukar kation (KTK).

Menurut Utami *et al.*, (2003) bahan organik menyumbang muatan negatif tanah sangat besar melalui luas permukaan jenisnya yang sangat tinggi sehingga pemberian bahan organik diharapkan dapat meningkatkan kapasitas pertukaran kation. Pemberian bahan pembenah tanah berupa bahan organik belum tentu akan meningkatkan pH tanah, hal ini bergantung pada karakteristik tanah dan karakteristik dari bahan yang dijadikan sebagai bahan pembenah tanah, baik itu berupa pupuk kompos, biochar maupun bentuk lain seperti pupuk organik cair. Cyio (2008) menyatakan peningkatan nilai pH disebabkan adanya kontribusi bahan organik yang melepaskan ion OH<sup>-</sup> karena terjadi proses reduksi. Penurunan pH tanah akibat penambahan bahan organik dapat pula terjadi akibat proses dekomposisi yang menghasilkan asam-asam organik yang terkandung dalam bahan tersebut.

Penggunaan biochar sekam padi dan pupuk kompos serta kombinasi kedua bahan tersebut tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman jagung. Hal ini dapat dipengaruhi oleh ketersediaan hara dalam tanah yang kurang atau belum tersedia bagi tanaman jagung, sehingga hara yang terkandung dalam tanah belum dapat terserap dan dimanfaatkan oleh tanaman. Tingkat kemasaman tanah juga dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman, sebab berpengaruh juga dalam menyediakan hara bagi tanaman. Di dalam tanah pH sangat penting dalam menentukan aktifitas mikroorganisme yang berkaitan dengan siklus hara (nitrifikasi dan denitrifikasi), dekomposisi dan sintesa senyawa kimia organik (Winarso, 2005). Aulia (2011) menambahkan, peningkatan nilai pH tanah akan diikuti dengan peningkatan ketersediaan unsur hara tanah karena semakin tinggi pH tanah, maka proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme semakin cepat sehingga ketersediaan unsur hara tanah meningkat.

Rendahnya pH tanah dapat mengakibatkan terjadinya fluktuasi unsur Aluminium yang dapat mempengaruhi perkembangan akar tanaman sehingga mengganggu pertumbuhan tanaman. Winarso (2005) menyatakan, pengaruh pH dalam tanah adalah berkaitan pada ketersediaan dan sifat meracun unsur seperti Fe, Al, Mn, B, Cu, Cd, terhadap tanaman atau mikroorganisme. Winarso (2005) menambahkan apabila pH masam, maka satu atau lebih faktor tanah yang tidak menguntungkan muncul dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan adalah :

1. Pemberian biochar sekam padi, pupuk kompos dan kombinasinya berpengaruh nyata terhadap kemantapan agregat, KTK, dan C-organik tanah, namun tidak berpengaruh nyata terhadap pH tanah.
2. Pemberian biochar sekam padi, pupuk kompos dan kombinasinya tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman jagung (tinggi tanaman dan jumlah daun) pada 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 HST pada Alfisol.

### 5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian-penelitian lanjutan mengenai biochar sekam padi juga kombinasinya dengan memperhatikan hal-hal berikut :

1. Pemilihan alat pembakaran pyrolisis yang lebih baik, sehingga memberikan hasil lebih baik, efisiensi waktu dan dapat mengetahui keseragaman karakteristik dari biochar sekam padi.
2. Penelitian lanjutan dengan penerapan dalam kondisi lapang, sehingga nantinya hasil penelitian bisa diterapkan oleh petani dilahan.
3. Penelitian dilaksanakan lebih dari satu kali musim tanam jagung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alexander dan Miller, 1991. *The Effect of Soil Aggregate Size on Early Growth And Shoot-Root Ratio Of Maize (Zea mays L.)*. Plant and Soil 138 (189-194)
- Amezketta E, R Aragues, R Carranza & B Urgel. 2003. Macro and Micro Aggregate Stability of Soils Determinate by A Combination of Wet Sieving and Laser-Ray Diffraction. Spanish J Agric Res 1(4), 83-94.
- Anonymous. 2014. Ilmu Tanah. <http://id.scribd.com/doc/65003199/ILMU-TANAH>. Diakses pada tanggal 7 Juli 2014 pukul 15.01 WIB
- Atmojo, S Wongso. 2006. Degradasi Lahan dan Ancaman bagi Pertanian. SOLO POS, 7 November 2006.
- Aulia, R. 2011. Peran Biochar pada Perbaikan Beberapa Sifat-Sifat Alfisol Jatikerto Terdegradasi Serta Pertumbuhan Tanaman Jagung dan Kacang Tanah Dalam Sistem Tumpangsari. Skripsi. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya.
- Cerda, A. 2000. Aggregate Stability Against Water Forces Under Different Climates On Agriculture Land And Scrubland In Southern Bolivia. A. Cerda /Soil&Tillage Research 57 (2000) 159-166
- Cyio, Muhammad Basir. 2008. Efektivitas Bahan Organik dan Tinggi Genangan Terhadap Perubahan Eh, pH, dan Status Fe, P, Al Terlarut pada Tanah Ultisol. J. Agroland 15 (4) : 257 – 263, Desember 2008.
- Dariah, Ai. Achmad Rahman, Undang Kurnia. 2008. Erosi dan Degradasi Lahan Kering di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian.
- Di'az-Zorita, M., J. H. Grove, and E. Perfect. 2005. *Soil Fragment Size Distribution and Compactive Effort Effects on Maize Root Seedling Elongation in Moist Soil*. Crop Sci. 45:1417–1426.
- Djuarnani, Nan., Kristian, dan Budi Susilo Setiawan. 2005. Cara Cepat Membuat Kompos. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Foth, H.D. 1997. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Gajahmada Uni Press. Yogyakarta.
- Gani, Anischan. 2010. Multiguna Arang Hayati Biochar. Sinar Tani Edisi 13 – 19 Oktober 2010.
- Hakim, N., M. Y. Nyakpa, A. M. Lubis, S. G. Nugroho, M. R. Saul, M. A. Diha, G. B. Hong, dan H. H. Bailey. 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Penerbit Universitas Lampung. Lampung.

Hanafiah, K. A. 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.

Handayanto, E., K. Hairiah., Y. Nuraini., B. Prasetyo dan F. K. Aini. 2006. Biologi Tanah. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.

Hardjowigeno, S. 1993. Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Akademika Pressindo. Jakarta.

\_\_\_\_\_. 2003. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta.

\_\_\_\_\_. 2007. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta.

Hasanah, Uswah. 2009. Respon Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) Pada Awal Pertumbuhan Terhadap Keragaman Ukuran Agregat Entisol. Fakultas Pertanian Universitas Tadulako. Palu.

Kasno. A. 2009. Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah. Balai Penelitian Tanah. Bogor.

Lehmann, J., J. P. da Silva Jr., C. Steiner., T. Nehls., W. Zech, & B. Glaser. 2003. Nutrient availability and leaching in an archeological Anthrosol and a Ferrasol of the Central Amazon basin: fertilize, manure and charcoal amendments. *Plant Soil* 294: 343-357

Lehmann, J., and M Rondon . 2006. Biochar Soil Management on Highly Weathered Soils in the Humid Tropics. In: Up off N (Ed) Biological Approaches to Sustainable Soil Systems. Boca Raton, FL: CRC Press.

Lestari, Ardiyaningsih Puji. Elly Indraswari, Yudi Achnova. 2009. Peningkatan Kualitas Kompos Sampah Kota dengan Pengkaya Urea dan Limbah Sisa Panen. *Jurnal Agronomi* Vol. 13 No. 2, Juli - Desember 2009

Mas'ud, Poerwowidodo. 1992. Telaah Kesuburan Tanah. Angkasa. Bandung

Mawardiana., Sufardi., Edi Husen. 2013. Pengaruh Residu Biochar dan Pemupukan NPK Terhadap Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Serta Hasil Tanaman Padi Musim Tanam Ketiga. Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh. ISSN 2303-013X pp. 16 – 23.

Muhadjir, F. 1988. Karakteristik tanaman jagung. BPPP. Bogor. p. 13-29

Munir, M. 1996. Tanah Tanah Utama Indonesia. Pustaka Jaya. Jakarta

Nurida, N. L., A. Dariah, dan A. Rachman. 2009. Kualitas limbah pertanian Sebagai bahan baku pembenah berupa biochar untuk rehabilitasi lahan. Prosiding Seminar Nasional dan dialog Sumberdaya Lahan Pertanian.

Balai Besar penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.

Nurida, N. L., Sutono, A. Dariah, dan A. Rachman. 2012. Efikasi Formula Pembena Tanah Biochar Dalam Berbagai Bentuk (Serbuk, Granul, dan Pelet) Dalam Meningkatkan Kualitas Lahan Kering Masam Terdegradasi. Balai Penelitian Tanah. Bogor.

Nurida, N. L., A. Rachman. 2013. Alternatif Pemulihan Lahan Kering Masam Terdegradasi dengan Formula Pembena Tanah Biochar di Typic Kanhapludults Lampung. Balai Penelitian Tanah. Bogor.

Ogawa, M. 2006. Carbon sequestration by carbonization of biomass and forestation: three case studies. p 133-146.

Rohim, A. Madjid, A. Napoleon, Momon Sodik Imanuddin, dan Silvia Rossa. 2012. Pengaruh Vermikompos terhadap Perubahan Kemasaman (pH) dan P-tersebut Tanah. Universitas Sriwijaya. Sumatera Selatan.

Santi, Laksmi Prima., Didiek Hadjar Goenadi. 2010. Pemanfaatan Bio-char Sebagai Pembawa Mikroba Untuk Pemantap Agregat Tanah Ultisol dari Taman Bogo Lampung. Balai penelitian Bioteknologi Perkebunan. Bogor.

Setyorini, Diah., Rasti Saraswati, dan Ea Kosman Anwar. 2008. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor

Soil Survey Staff. 1998. *Kunci Taksonomi Tanah*. Edisi Kedua Bahasa Indonesia. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Republik Indonesia.

Sutrisno, N., P. Setyanto, dan U. Kurnia. 2009. Perspektif Dan Urgensi Pengelolaan Lingkungan Pertanian Yang Tepat. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Pengembangan Inovasi Pertanian 2(4), 2009: 286-291

Sudjana, A., A. Rifin., dan M. Sudjadi. 1991. Jagung. BPPP. BPTP. Bogor. p. 15-17.

Sunggowo, A.R. Prio. 2010. Mineralisasi Nitrogen Bahan Organik Berupa Pupuk Hijau *Arachis pinto* dan Pupuk Kandang Serta Kombinasinya pada Alfisol Jatikerto. Skripsi. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya.

Suryani, Ani. 2007. Perbaikan Tanah Media Tanaman Jeruk Dengan Berbagai Bahan Organik Dalam Bentuk Kompos. Tesis. Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan. Institut Pertanian Bogor.

Suriadikarta, D. Ardi., R.D.M. Simanungkalit. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor

Sutedjo, M. M. 2002. Pupuk Dan Cara Penggunaan. Rineka Cipta. Jakarta

Utami, Sri., H. Nuryani., Suci Handayani. 2003. Sifat Kimia Entisol Pada Sistem Pertanian Organik. Ilmu Pertanian Vol. 10 No. 2, 2003 : 63 – 69.

Utomo, W. Hadi. 2012. Teknologi Biochar Untuk Mendukung Pembangunan Berwawasan Lingkungan. Seminar Nasional HITI 2012.

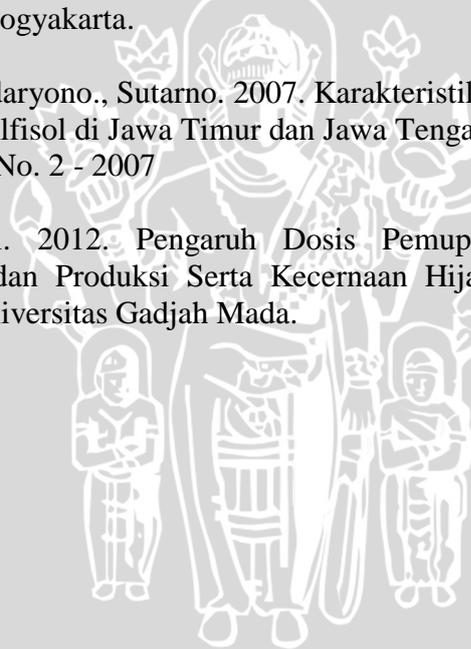
Walczak, B. Witkowska. 2000. Influence Of Aggregate Size Of Eutric Cambisol and Gleyic Phaeozem On Evaporation. Int. Agrophysics, 14, 469-475.

Warisno. 1998. Budidaya jagung hibrida. Kanisius. Yogyakarta. p. 29-33.

Winarso, Sugeng. 2005. Kesuburan Tanah Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah. Gava Media. Yogyakarta.

Wijanarko, Andy., Sudaryono., Sutarno. 2007. Karakteristik Sifat Kimia dan Fisika Tanah Alfisol di Jawa Timur dan Jawa Tengah. Iptek Tanaman Pangan Vol. 2 No. 2 - 2007

Zakariah, M. Askari. 2012. Pengaruh Dosis Pemupukan Urea Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Serta Kecernaan Hijauan Jagung. Fakultas Peternakan. Universitas Gadjah Mada.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Perhitungan Kebutuhan Pupuk dan Bahan Organik dalam 25 kg Tanah

#### 1. Kebutuhan hara dalam 1 ha

$$N : 135 \text{ kg ha} = \frac{100}{21} \times 135 \text{ kg/ha} = \text{ZA } 642 \text{ kg/ha}$$

$$P_{2O_5} : 54 \text{ kg ha} = \frac{100}{36} \times 54 \text{ kg/ha} = \text{SP36 } 150 \text{ kg/ha}$$

$$K_2O : 37,5 \text{ kg ha} = \frac{100}{60} \times 37,5 \text{ kg/ha} = \text{KCl } 62,5 \text{ kg/ha}$$

#### 2. Kebutuhan pupuk tiap polybag 25 kg

25 kg/HLO x Kebutuhan pupuk 1 Ha

$$\begin{aligned} \text{Dosis Pupuk ZA} &= 25 \text{ kg} / 2.380.000 \text{ kg} \times 642 \text{ kg} \\ &= 0,00674 \text{ kg} = \mathbf{6,74 \text{ g ZA/polybag}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dosis Pupuk SP36} &= 25 \text{ kg} / 2.380.000 \text{ kg} \times 150 \text{ kg} \\ &= 0,00157 \text{ kg} = \mathbf{1,57 \text{ g SP36/polybag}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dosis Pupuk KCl} &= 25 \text{ kg} / 2.380.000 \text{ kg} \times 62,5 \text{ kg} \\ &= 0,00065 \text{ kg} = \mathbf{0,65 \text{ g KCl/polybag}} \end{aligned}$$

#### 3. HLO (Hektar Lapisan Olah) = Volume tanah dalam 1 ha

Kedalaman lapisan olah x Berat isi x Luasan lahan

$$= 20 \text{ cm} \times 1,19 \text{ g/cm}^3 \times 10^8 \text{ cm}^2$$

$$= 23,8 \times 10^8 \text{ g}$$

$$= 2,38 \times 10^5 \text{ kg}$$

$$= \mathbf{2380000 \text{ kg}}$$

#### 4. Kebutuhan biochar dan kompos dalam 25 kg tanah

Bahan Organik / 25 kg polybag

10 ton/ha

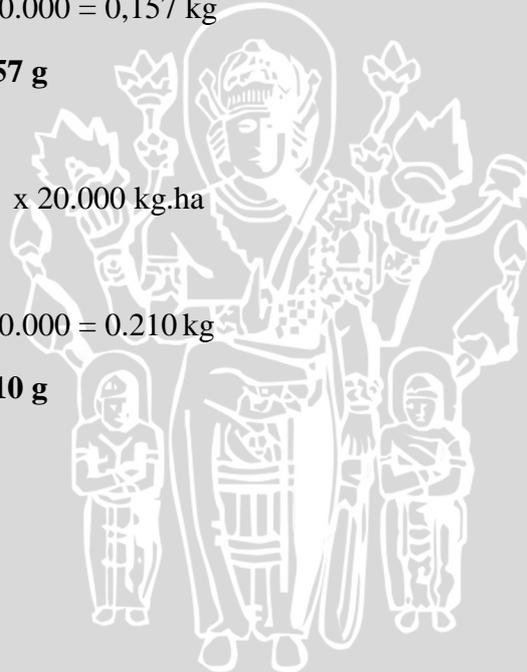
$$\begin{aligned} &= \frac{25 \text{ kg}}{2,38 \cdot 10^6 \text{ kg}} \times 10.000 \text{ kg.ha} \\ &= 250.000/2.380.000 = 0,105 \text{ kg} \\ &= 0,105 \text{ kg} = \mathbf{105 \text{ g}} \end{aligned}$$

15 ton/ha

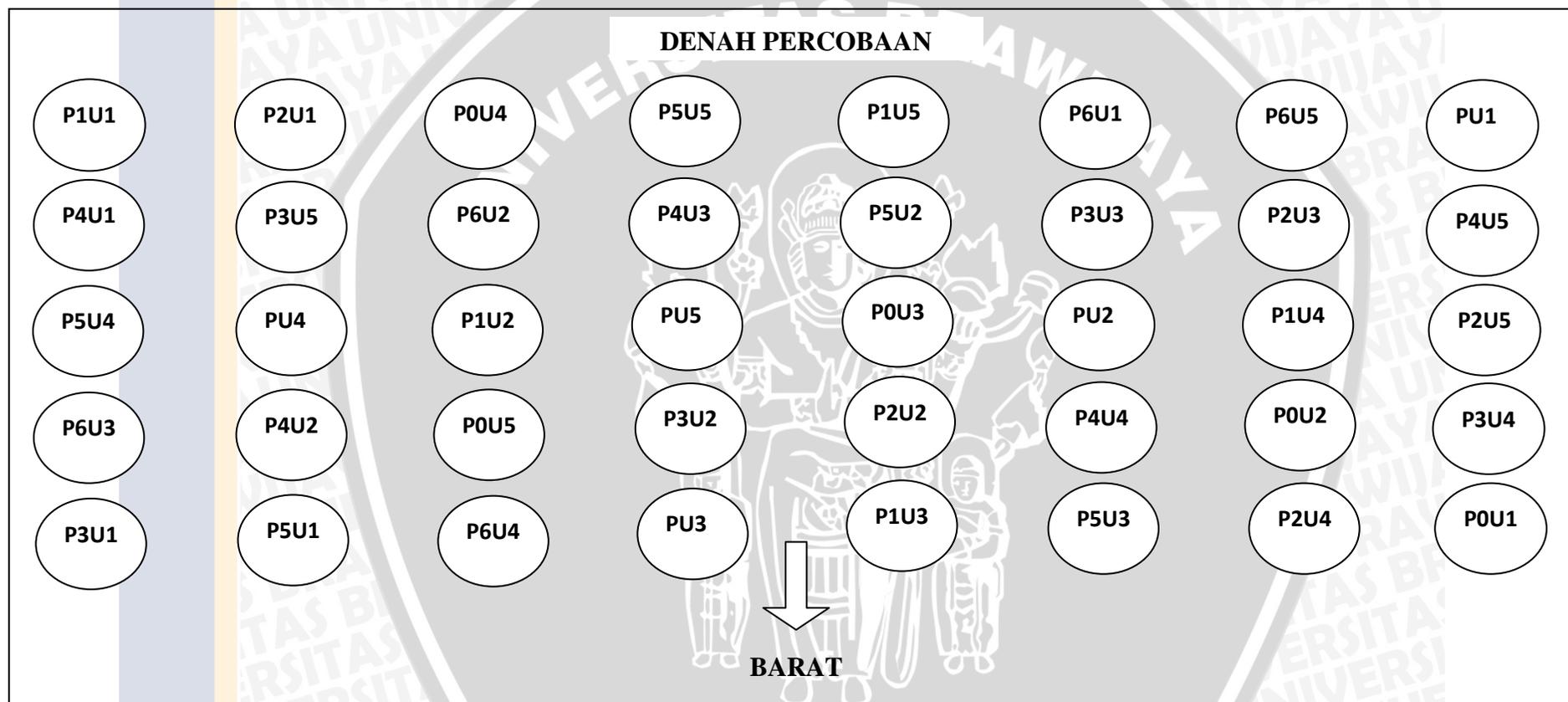
$$\begin{aligned} &= \frac{25 \text{ kg}}{2,38 \cdot 10^6 \text{ kg}} \times 15.000 \text{ kg.ha} \\ &= 375.000/2.380.000 = 0,157 \text{ kg} \\ &= 0,157 \text{ kg} = \mathbf{157 \text{ g}} \end{aligned}$$

20 ton/ha

$$\begin{aligned} &= \frac{25 \text{ kg}}{2,38 \cdot 10^6 \text{ kg}} \times 20.000 \text{ kg.ha} \\ &= 500.000/2.380.000 = 0,210 \text{ kg} \\ &= 0,210 \text{ kg} = \mathbf{210 \text{ g}} \end{aligned}$$



Lampiran 2. Gambar Denah Percobaan



Keterangan : U = Ulangan, P = Kontrol, P0 = Biochar 10 t/ha, P1 = Biochar 15 t/ha, P2 = Biochar 20 t/ha, P3 = Kompos 15 t/ha, P4 = Biochar 10 t/ha + Kompos 15 t/ha, P5 = Biochar 15 t/ha + Kompos 15 t/ha, P6 = Biochar 20 t/ha + kompos 15 t/ha

### Lampiran 3. Hasil Analisa Dasar Biochar Sekam Padi dan Pupuk Kompos

#### Analisa Dasar Tanah dan Bahan Organik

Jenis Analisis	Tanah	Biochar	Kompos
pH	4,82	6,20	6,80
KTK (cmol/kg)	17,09	26,25	45,92
C-organik (%)	0,97	5,10	8,71
N total (%)	0,32		
C/N	3,03		
K (cmol/kg)	0,16	0,48	1,25
Na (cmol/kg)	1,20	0,10	0,26
Ca (cmol/kg)	7,34	0,93	4,64
Mg (cmol/kg)	1,73	0,14	0,14
Asam Humat	0,03	0,01	0,15
Kejenuhan Basa %	58		
Kemantapan Agregat (DMR mm)	0,24	(Tidak stabil)	
Tekstur (%)	Pasir	35,97	
	Debu	38,53	Lempung
	Liat	25,43	

### Lampiran 4. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemantapan Agregat

Perlakuan	Kemantapan agregat (DMR mm)	
	0 HST*	120 HST
P	0.17	0.24 a
P0	0.17	0.48 cd
P1	0.17	0.4 bc
P2	0.17	0.43 bc
P3	0.17	0.51 cd
P4	0.17	0.67 e
P5	0.17	0.61 d
P6	0.17	0.62 de

Keterangan:, \*HST = Hari setelah tanam; P = Kontrol, P0 = biochar sekam padi 10t/ha; P1 = biochar sekam padi 15 t/ha; P2 = biochar sekam padi 20 t/ha; P3 = pupuk kompos 15 t/ha; P4 = biochar sekam padi 10 t/ha + pupuk kompos 15 t/ha; P5 = biochar sekam padi 15 t/ha + pupuk kompos 15 t/ha; P6 = biochar sekam padi 20 t/ha + pupuk kompos 15 t/ha.

**Lampiran 5.** Pengaruh Perlakuan Terhadap pH (H<sub>2</sub>O)

Perlakuan	Nilai pH pada	
	0 HST*	120 HST
P	4.82	4.825
P0	4.82	5.138
P1	4.82	5.494
P2	4.82	5.276
P3	4.82	5.313
P4	4.82	5.705
P5	4.82	5.530
P6	4.82	5.758

**Lampiran 6.** Pengaruh Perlakuan Terhadap Kapasitas Tukar Kation

Perlakuan	KTK (me/100g)	
	0 HST*	120 HST
P	17.09	17.314a
P0	17.09	17.638bc
P1	17.09	17.548bc
P2	17.09	17.716bc
P3	17.09	18.366de
P4	17.09	19.446ef
P5	17.09	18.214cd
P6	17.09	19.674f

**Lampiran 7.** Perubahan Kandungan C-Organik Tanah dari Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Persentase C-Organik (%)	
	0 HST*	120 HST
Kontrol	0.97	1.004a
B10	0.97	1.412bc
B15	0.97	1.356b
B20	0.97	1.396b
K15	0.97	1.366b
B10 + K15	0.97	1.5de
B15 + K15	0.97	1.42cd
B20 + K15	0.97	1.506e

**Lampiran 8.** Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)						
	0 HST	10 HST	20 HST	30 HST	40 HST	50 HST	60 HST
P	0	16.2	30	61.2	108.8	132.6	150
P0	0	20.4	32.4	64.8	118.2	140	153.4
P1	0	18.4	33.8	65.8	109	135.4	154
P2	0	19.4	34.6	68.2	113.4	137.6	155
P3	0	19.8	34.2	64.6	115.4	138.4	153
P4	0	22.8	36.4	69.8	125.8	146	158.
P5	0	21	36	68.4	118.6	138.4	152.2
P6	0	22.4	36.2	69.4	125.2	141	155.2

**Lampiran 9.** Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun

Perlakuan	Jumlah daun (helai)						
	0 HST	10 HST	20 HST	30 HST	40 HST	50 HST	60 HST
P	0	1.8	3.4	5.2	7.6	11.4	14.6
P0	0	2	3.6	5.6	8	11.8	14.8
P1	0	1.8	3.6	5.4	8	11.8	14.8
P2	0	2	3.6	5.6	8	11.6	14.6
P3	0	2	3.4	5.4	7.8	11.8	15.4
P4	0	2	4	5.8	8.4	12.4	15.8
P5	0	2	4	6	8.2	12	15ab
P6	0	2	3.8	5.6	8.4	12.4	15.6

**Lampiran 10.** Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemantapan Agregat pada 120 HST

SK	db	JK	KT	Fhitung		Ftabel 5%
Perlakuan	7	0.677	0.097	36.133	*	2.313
Galat	32	0.086	0.003			
Total	39	0.763				

Keterangan : \* : berbeda nyata; TN : tidak berbeda nyata

**Lampiran 11.** Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap pH Tanah pada 120 HST

SK	Db	JK	KT	Fhitung		Ftabel 5%
Perlakuan	7	3.355	0.479	1.932	TN	2.313
Galat	32	7.938	0.248			
Total	39	11.293				

**Lampiran 12.** Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Kapasitas Tukar Kation pada 120 HST

SK	db	JK	KT	Fhitung		FTabel 5%
Perlakuan	7	29.706	4.243	30.650	*	2.313
Galat	32	4.430	0.138			
Total	39	34.137				

**Lampiran 13.** Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap C-organik Tanah pada 120 HST

SK	db	JK	KT	Fhitung		FTabel 5%
Perlakuan	7	0.978	0.139	5.520	*	2.313
Galat	32	0.810	0.025			
Total	39	1.788				

**Lampiran 14.** Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman

*1. Pada 10 Hari Setelah Tanam*

SK	db	JK	KT	Fhitung		FTabel 5%
Perlakuan	7	160.700	22.957	2.150	TN	2.313
Galat	32	341.700	10.678			
Total	39	502.400				

*2. Pada 20 Hari Setelah Tanam*

SK	db	JK	KT	Fhitung		FTabel 5%
Perlakuan	7	162.244	23.178	1.601	TN	2.313
Galat	32	463.200	14.475			
Total	39	625.444				

*3. Pada 30 Hari Setelah Tanam*

SK	db	JK	KT	Fhitung		FTabel 5%
Perlakuan	7	304.375	43.482	0.761	TN	2.313
Galat	32	1829.600	57.175			
Total	39	2133.975				

4. Pada 40 Hari Setelah Tanam

SK	db	JK	KT	Fhitung		FTabel 5%
Perlakuan	7	1475.600	210.800	1.137	TN	2.313
Galat	32	5932.800	185.400			
Total	39	7408.400				

5. Pada 50 Hari Setelah Tanam

SK	db	JK	KT	Fhitung		FTabel 5%
Perlakuan	7	548.775	78.396	0.385	TN	2.313
Galat	32	6508.000	203.375			
Total	39	7056.775				

6. Pada 60 Hari Setelah Tanam

SK	db	JK	KT	Fhitung		FTabel 5%
Perlakuan	7	211.600	30.229	0.206	TN	2.313
Galat	32	4696.000	146.750			
Total	39	4907.600				

**Lampiran 15.** Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun

1. Pada 10 Hari Setelah Tanam

SK	db	JK	KT	Fhitung		FTabel 5%
Perlakuan	7	0.300	0.043	0.857	TN	2.313
Galat	32	1.600	0.050			
Total	39	1.900				

2. Pada 20 Hari Setelah Tanam

SK	db	JK	KT	Fhitung		FTabel 5%
Perlakuan	7	1.975	0.282	0.836	TN	2.313
Galat	32	10.800	0.337			
Total	39	12.775				

3. Pada 30 Hari Setelah Tanam

SK	db	JK	KT	Fhitung		FTabel 5%
Perlakuan	7	2.175	0.311	0.857		2.313
Galat	32	11.600	0.362			
Total	39	13.775				

4. Pada 40 Hari Setelah Tanam

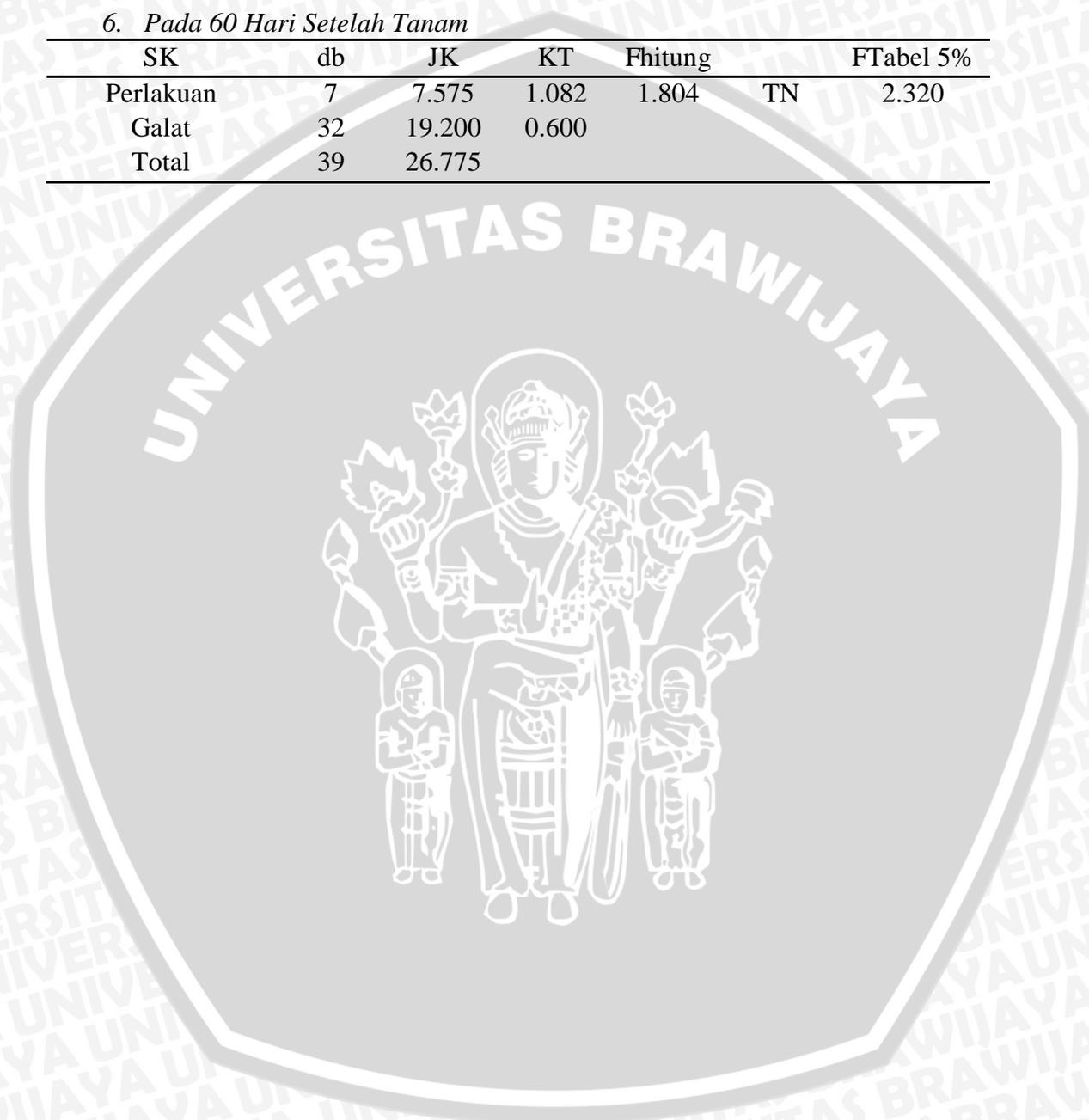
SK	db	JK	KT	Fhitung		FTabel 5%
Perlakuan	7	2.700	0.386	0.490	TN	2.313
Galat	32	25.200	0.787			
Total	39	27.900				

## 5. Pada 50 Hari Setelah Tanam

SK	db	JK	KT	Fhitung	TN	FTabel 5%
Perlakuan	7	4.400	0.629	1.048	TN	2.313
Galat	32	19.200	0.600			
Total	39	23.600				

## 6. Pada 60 Hari Setelah Tanam

SK	db	JK	KT	Fhitung	TN	FTabel 5%
Perlakuan	7	7.575	1.082	1.804	TN	2.320
Galat	32	19.200	0.600			
Total	39	26.775				



**Lampiran 16. Korelasi Antar Parameter**

	C-organik	Agregat	pH	KTK	Tinggi tanaman
Agregat	0,887**				
pH	0,856**	0,818*			
KTK	0,673	0,842**	0,841**		
Tinggi tanaman	0,778*	0,687	0,818*	0,687	
jumlah daun	0,611	0,811*	0,781*	0,940**	0,652

Keterangan : \* = Berhubungan erat pada taraf 5 %  
 \* = Berhubungan sangat erat pada taraf 1 %

Lampiran 17. Dokumentasi Penelitian



a. Alat pembakaran pirolisis



b. Biochar sekam padi yang telah di giling



(a)

(b)

c. Tata letak polybag dalam rumah kaca

(a) Tanaman umur 8 HST

(b) Tanaman umur 25 (HST)



(1)

(2)

d. (1) Pemupukan tanaman

(2) Pemberian label pada polybag

