

**PERAN BIOCHAR PADA PERBAIKAN BEBERAPA SIFAT-SIFAT  
ALFISOL JATIKERTO TERDEGRADASI SERTA PERTUMBUHAN  
TANAMAN JAGUNG DAN KACANG TANAH DALAM SISTEM  
TUMPANGSARI**

Oleh :

**RAMADHANI AULIA**

**0610430046**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**JURUSAN TANAH**

**PROGAM STUDI ILMU TANAH**

**MALANG**

**2011**

**PERAN BIOCHAR PADA PERBAIKAN BEBERAPA SIFAT-SIFAT  
ALFISOL JATIKERTO TERDEGRADASI SERTA PERTUMBUHAN  
TANAMAN JAGUNG DAN KACANG TANAH DALAM SISTEM  
TUMPANGSARI**

Oleh :

**RAMADHANI AULIA**

**0610430046**



**SKRIPSI**

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**JURUSAN TANAH**

**PROGAM STUDI ILMU TANAH**

**MALANG**

**2011**

**SURAT PERNYATAAN SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ramadhani Aulia

NIM : 0610430046

Jurusan / PS : Tanah / Ilmu Tanah

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

**"Peran Biochar pada Perbaikan Beberapa Sifat-Sifat Alfisol Jatikerto  
Terdegradasi serta Pertumbuhan Tanaman Jagung dan Kacang Tanah  
dalam Sistem Tumpangsari"**

Merupakan karya tulis yang saya buat sendiri dan bukan merupakan bagian dari skripsi maupun tulisan penulis lain. Bilamana suatu hari pernyataan saya tidak benar, saya sanggup menerima sanksi akademik apapun yang ditetapkan oleh Universitas Brawijaya.

Malang, Agustus 2011  
Yang Menyatakan

Ramadhani Aulia  
NIM. 0610430046

Mengetahui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

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

Syahrul Kurniawan, SP, MP  
NIP. 19791018 200501 1002

Ketua Jurusan Tanah  
Fakultas Pertanian,

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



Nama Mahasiswa : Ramadhani Aulia

NIM : 0610430046

Jurusan : Tanah

Judul Skripsi : **PERAN BIOCHAR PADA PERBAIKAN BEBERAPA SIFAT-SIFAT ALFISOL JATIKERTO TERDEGRADASI SERTA PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG DAN KACANG TANAH DALAM SISTEM TUMPANGSARI**

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

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

Syahrul Kurniawan, SP, MP  
NIP. 19791018 200501 1002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Tanah  
Fakultas Pertanian,

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

Tanggal Persetujuan : .....



Mengesahkan,

**MAJELIS PENGUJI**

Penguji I

Penguji II

Ir. Yulia Nuraini, MS  
NIP. 19611109 198503 2 001

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

Penguji III

Penguji IV

Syahrul Kurniawan, SP, MP  
NIP. 19791018 200501 1002

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

Tanggal Lulus : .....





*Skripsi ini kupersembahkan untuk*

*Kedua Orang Tua tercinta dan Adik-adikku*

*serta orang-orang yang aku sayang*



## RINGKASAN

**Ramadhani Aulia. 0610430046-43. Peran Biochar pada Perbaikan Beberapa Sifat-Sifat Alfisol Jatikerto Terdegradasi serta Pertumbuhan Tanaman Jagung dan Kacang Tanah dalam Sistem Tumpangsari. Dibawah Bimbingan: Wani Hadi Utomo dan Syahrul Kurniawan.**

---

Sistem pertanian intensif menyebabkan tanah menjadi keras, porositas tanah rendah, nilai tukar ion tanah turun, rendahnya daya ikat air, rendahnya populasi dan aktivitas mikroba, dan secara keseluruhan berakibat rendahnya tingkat kesuburan tanah, sehingga dalam jangka waktu tertentu terjadi degradasi lahan. Salah satu upaya rehabilitasi tanah terdegradasi dengan meningkatkan kandungan bahan organik tanah. Penambahan bahan organik ini akan memberikan dampak dalam meningkatkan produktivitas tanah terdegradasi. Sisa proses pirolisis yang berupa arang atau dikenal dengan biochar merupakan bahan yang bermanfaat bagi pertanian dan dapat menjadi amandemen tambahan untuk tanah yang potensial meningkatkan kemampuan tanah. Tujuan penelitian adalah : (1) Mengkaji peran biochar sebagai bahan organik pada perbaikan sifat fisik (kemantapan agregat) dan sifat kimia (C-organik, pH, ketersediaan N dan KTK) Alfisol Jatikerto yang terdegradasi dan (2) pertumbuhan tanaman jagung dan kacang tanah dalam sistem tumpang sari berbasis ubikayu. Hipotesis penelitian adalah : (1) Pemberian Biochar sebagai bahan organik mampu memperbaiki sifat fisik (kemantapan agregat) dan sifat kimia (C-organik, pH, ketersediaan N dan KTK) Alfisol Jatikerto yang terdegradasi dan (2) meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung dan kacang tanah dalam sistem tumpang sari berbasis ubikayu.

Penelitian dilakukan di kebun percobaan Fakultas Pertanian, Desa Jatikerto, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang, yang merupakan bekas lahan tegalan yang telah mengalami pemadatan dan degradasi lahan. Analisa dasar tanah dilaksanakan di Laboratorium Fisika dan Kimia Jurusan Tanah Universitas Brawijaya. Jagung/Kacang Tanah ditanam pada petak-petak yang berukuran 5x4 meter dengan jarak tanam ubikayu 1x1 meter. Waktu penelitian dilakukan mulai bulan Februari 2010 sampai dengan bulan Mei 2010. Metode penelitian ini menggunakan RAK (Rancangan Acak Kelompok) dengan 10 perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah Kontrol (C + J dan C + K); Tanah + Pupuk Kandang 15ton/ha + NPK (C + J PK dan C + K PK); Tanah + Biochar Pupuk Kandang 15ton/ha + NPK (C + J BPK dan C + K BPK); Tanah + Biochar Ubikayu 15ton/ha + NPK (C + J BUK dan C + K BUK); Tanah + Pupuk Kandang diberikan Setiap Awal Tanam 15ton/ha + NPK (C + J PKA dan C + K PKA). 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 memberikan pengaruh nyata ( $p > 5\%$ ) terhadap peningkatan kemantapan agregat, pH, ketersediaan nitrogen dan kapasitas tukar kation. Pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung, peningkatan kemantapan agregat tertinggi terjadi pada perlakuan biochar pupuk kandang (C + J BPK) (2,36 mm), sedangkan pada sistem

tumpangsari ubikayu + kacang tanah, peningkatan kemantapan agregat tertinggi terjadi pada perlakuan biochar pupuk kandang (C + K BPK) (2,55 mm). Peningkatan pH tertinggi pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung terjadi pada perlakuan biochar ubikayu (C + J BUK) (6,8) dan pada sistem tumpangsari ubikayu + kacang tanah pada perlakuan biochar ubikayu (C + K BUK) (6,8). Pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung, peningkatan kadar N-total tertinggi terjadi pada perlakuan biochar pupuk kandang (C + J BPK) (0,14 %). Pada sistem tumpangsari ubikayu + kacang tanah, peningkatan kapasitas tukar kation tertinggi terjadi pada perlakuan biochar ubi kayu (C + K BUK) (34,45 me/100 g).





## SUMMARY

**Ramadhani Aulia, 0610430046-43. The role of Biochar in Repairing Some Properties of Degraded Alfisol Jatikerto and Growth of Maize and Peanut Intercropping System. Supervisor: Wani Hadi Utomo and Syahrul Kurniawan.**

---

Intensive farming system causes the soil became hard, low soil porosity, soil ion exchange rate become less, low water holding capacity, low population and microbial activity, and the overall result in low levels of soil fertility, so within a certain period of widespread degradation of land. One of the rehabilitation degraded land is by improving soil organic content. The addition of this organic material will have an impact in improving the productivity of degraded land. Residual pyrolysis process in the form of charcoal or biochar is known as materials useful for agriculture and can be an additional amendment to the land that potentially to increase the ability of the soil. The research aimed to: 1) measure the role of biochar as an organic material on improving of physical (aggregate stability) and chemical properties (C-organic, pH, N release and CEC) Alfisol Jatikerto, 2) increasing plant growth of maize and peanut in cassava-based intercropping systems. The hypothesis of this research were: 1) application of Biochar as organic material improve the physical (aggregate stability) and chemical properties (C-organic, pH, availability of N and CEC) of Alfisol Jatikerto, 2) implementation of biochar increase plant growth of maize and peanut in cassava-based intercropping systems.

This research was conducted on agricultural field research of Faculty of Agriculture, Jatikerto Village, Kromengan District, Malang Regency, which have the problem of compaction and land degradation. Laboratory analysis held on Laboratory of Soil Physics and Chemistry, Soil science Department, faculty of Agriculture-Brawijaya University. Maize (J)/Peanut (K) planted in plots measuring 5x4 meters with spacing of 1x1 meters of cassava. The research started in February 2010 to May 2010. This experiment use Randomize Group Design with 10 treatments and three replications. The treatments include control (C + J and C + K); Soil + Cow Manure (PK) + NPK 15ton/ha (C + J PK and C + K PK); Soil + Cow Manure Biochar (BPK) + NPK 15ton/ha (C + J BPK and C + K BPK); Soil + Cassava Biochar (BUK) + 15ton/ha NPK (C + J BUK and C + K BUK); Soil + Cow Manure which given each early planting (PKA) + 15ton/ha NPK (C + J PKA and C + K PKA). The data were statistically tested with LSD at 5% level. Correlation test used to determine the relationship between the parameters.

The results showed that application of biochar give the real effect ( $p > 5\%$ ) on increasing of aggregate stability, pH, nitrogen release and cation exchange capacity. In cassava + maize intercropping systems, the highest of increasing of aggregate stability occurred in the cow manure biochar treatment (C + J BPK) (2.36 mm), while in the intercropping cassava + peanut, an increase in aggregate stability was highest in the treatment of cow manure biochar (C + K BPK) (2.55

mm). The highest pH occurred in cassava + maize intercropping systems occur in the treatment of cassava biochar (C + J BUK) (6.8) and in intercropping cassava + peanut on treatment of cassava biochar (c + k BUK) (6.8). In cassava + maize intercropping system, the treatment of cow manure biochar (C + J BPK) was the highest affect (0.14%) on soil N total than other treatment. In the intercropping cassava + peanut, cation exchange capacity in the treatment of cassava biochar (C + K BUK) (34.45 me/100 g) was the highest than other treatment.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## Kata Pengantar

Puji dan syukur kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan penelitian ini. Skripsi dengan judul **“Peran Biochar pada Perbaikan Beberapa Sifat-Sifat Alfisol Jatikerto Terdegradasi serta Pertumbuhan Tanaman Jagung dan Kacang Tanah dalam Sistem Tumpangsari”**, 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 Syahrul Kurniawan, SP, MP selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyusun laporan penelitian ini hingga selesai.
3. Ir. Titik Islami, MS yang telah mengizinkan penulis menjadi bagian dalam penelitian biochar sebagai amandemen tambahan.
4. Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, MS selaku Ketua Jurusan Tanah Universitas Brawijaya Malang.
5. Dosen-dosen di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis selama kuliah.
6. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, atas bantuan dan informasi yang diberikan.
7. Yang tercinta orang tua dan adik yang telah memberikan dukungan baik materiil maupun moril hingga selesainya penyusunan skripsi ini.
8. Seluruh kakak-kakak, adik-adik seperjuangan di Tanah, terutama Soiler 2006, terima kasih atas dukungan, perhatian, bantuan, serta kenangan indah selama ini, serta semua pihak yang tidak mungkin disebutkan satu persatu yang turut berpartisipasi atas terselesaikan proposal penelitian ini.

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

Malang, Agustus 2011

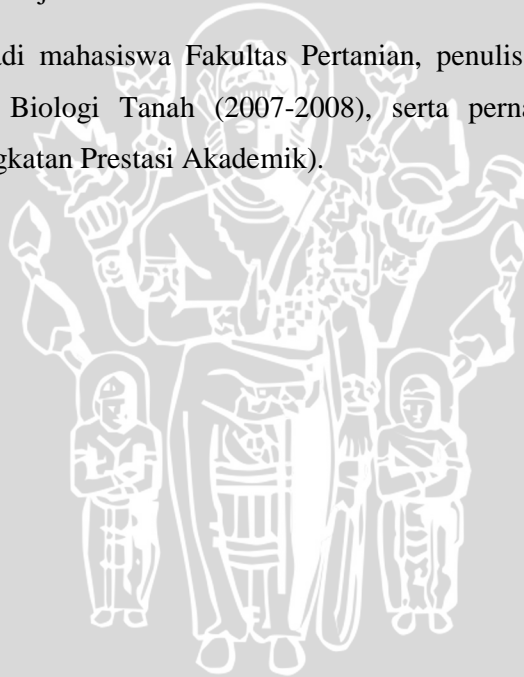
Penulis



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Surabaya "Kota Pahlawan", pada tanggal 15 Mei 1988 dan merupakan putri pertama dari 3 bersaudara dengan seorang ayah yang bernama Setiabudi dan seorang ibu bernama Khusni Hidayati serta dua adik laki-laki bernama Esha Pahlawan dan Muhammad Riski. Penulis memulai pendidikan dengan menjalani pendidikan dasar di SD Negeri Kepuh Kiriman 01 Sidoarjo (1994-2000), dan melanjutkan ke SLTP Negeri 01 Surabaya (2000-2003), kemudian meneruskan ke SMA Trimurti Surabaya (2003-2006). Penulis menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Progam Studi Ilmu Tanah pada tahun 2006 melalui jalur SPMB.

Selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian, penulis pernah menjadi asisten mata kuliah Biologi Tanah (2007-2008), serta pernah mendapatkan beasiswa PPA (Peningkatan Prestasi Akademik).



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>RINGKASAN</b>	v
<b>SUMMARY</b>	vii
<b>Kata Pengantar</b>	ix
<b>RIWAYAT HIDUP</b>	x
<b>DAFTAR ISI</b>	xi
<b>DAFTAR TABEL</b>	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	xiv
<b>I. PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan.....	4
1.3. Hipotesis.....	4
1.4. Manfaat.....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>5</b>
2.1. Alfisol.....	5
2.2. Degradasi Lahan.....	5
2.3. Deskripsi Permasalahan Alfisol di Lokasi Penelitian.....	6
2.4. Beberapa Sifat-Sifat Tanah.....	7
2.5. Jagung.....	11
2.6. Kacang Tanah.....	11
2.7. Bahan Organik.....	12
<b>III. METODE PENELITIAN</b>	<b>15</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>	<b>20</b>
4.1. Hasil.....	20
4.2. Pembahasan.....	36
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>43</b>
5.1. Kesimpulan.....	43
5.2. Saran.....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
1.	Perlakuan Pemberian Dosis per Petak.....	16
2.	Macam Analisis Dasar Tanah dan Metode yang digunakan.....	17
3.	Macam Analisis Dasar Biochar dan Pupuk Kandang dan Metode yang digunakan.....	17
4.	Parameter Pengamatan dan Metode yang Digunakan serta Waktu Pengamatan.....	19
5.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemantapan Agregat.....	22
6.	Pengaruh Perlakuan Terhadap pH (H <sub>2</sub> O).....	25
7.	Pengaruh Perlakuan Terhadap N-Total.....	27
8.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Kapasitas Tukar Kation.....	30





## DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1.	Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Biochar Terhadap Kandungan C-Organik Tanah .....	20
2.	Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Biochar Terhadap Kemantapan Agregat Tanah.....	23
3.	Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Biochar Terhadap Derajat Kemasam Tanah.....	25
4.	Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Biochar Terhadap Kadar N-Total Tanah.....	27
5.	Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Biochar Terhadap Kapasitas Tukar Kation.....	30
6.	Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Biochar Terhadap Tinggi Tanaman.....	33
7.	Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Biochar Terhadap Jumlah Daun.....	35



## DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Halaman
1.	Gambar Denah Percobaan.....	47
2.	Hasil Analisis Dasar Tanah dan Bahan Organik.....	48
3.	Perubahan Kandungan C-Organik Tanah dari Berbagai Perlakuan....	49
4.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemantapan Agregat.....	49
5.	Pengaruh Perlakuan Terhadap pH (H <sub>2</sub> O).....	50
6.	Pengaruh Perlakuan Terhadap N-Total.....	50
7.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Kapasitas Tukar Kation.....	51
8.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman.....	51
9.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun.....	52
10.	Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemantapan Agregat.....	53
11a.	Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap C- Organik.....	54
11b.	Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap BOT.....	54
12.	Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap pH Tanah.....	55
13.	Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Kadar N-Total.....	56
14.	Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Kapasitas Tukar Kation.....	57
15.	Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman.....	58
16.	Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun.....	59
17.	Korelasi Antar Parameter.....	61
18.	Pembuatan Biochar.....	62

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kegiatan pembangunan yang dikarenakan meningkatnya jumlah penduduk Indonesia akan menyebabkan meningkatnya kebutuhan ruang dan pangan. Hal ini akan menimbulkan alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian yang berakibat pada berkurangnya pasokan bahan organik bagi tanah. Di sisi lain, banyak lahan sawah produktif yang dikonversikan menjadi lahan industri dan pemukiman. Pengelolaan lahan pertanian sendiri masih bersifat konvensional yang menyebabkan berkurangnya materi organik sehingga beberapa sifat-sifat tanah mengalami penurunan, meskipun menghasilkan produksi yang tinggi, tetapi juga terbukti menimbulkan dampak negatif terhadap ekosistem pertanian dan lingkungan lainnya. Sistem pertanian intensif menyebabkan tanah menjadi keras, porositas tanah rendah, nilai tukar ion tanah turun, rendahnya daya ikat air, rendahnya populasi dan aktivitas mikroba, dan secara keseluruhan berakibat rendahnya tingkat kesuburan tanah (Stoate *et al.*, 2001), sehingga dalam jangka waktu tertentu terjadi degradasi lahan.

Degradasi lahan memiliki arti hilangnya atau berkurangnya kegunaan atau potensi kegunaan lahan untuk mendukung kehidupan, kehilangan atau perubahan kenampakkan tersebut menyebabkan fungsinya tidak dapat diganti oleh yang lain atau secara singkatnya penurunan kualitas lahan pertanian (Barrow, 1991). Menurut Lal (1986), lima proses utama yang menjadi penyebab timbulnya tanah terdegradasi yaitu (1) menurunnya bahan kandungan bahan organik tanah, (2) perpindahan liat, (3) memburuknya struktur tanah dan pemadatan tanah, (4) erosi tanah, (5) deplesi dan pencucian unsur hara. Khusus untuk tanah-tanah tropika basah terdapat tiga proses penting terjadinya degradasi tanah, yaitu:

1. Degradasi fisik berhubungan dengan memburuknya struktur tanah sehingga memicu pergerakan, pemadatan, aliran banjir berlebihan dan erosi dipercepat.
2. Degradasi kimia berhubungan dengan terganggunya siklus C, N, P, S dan unsur lainnya.
3. Degradasi biologi berhubungan dengan menurunnya kualitas dan kuantitas bahan organik, aktivitas biotik dan keragaman spesies fauna tanah.



Alfisol Jatikerto sendiri pada dasarnya merupakan tanah yang cocok untuk digunakan sebagai tanah pertanian, karena Alfisol mempunyai kejenuhan basa tinggi dan kapasitas tukar kation tinggi. Lokasi penelitian merupakan bekas lahan tegalan sehingga tanah menjadi keras, selain itu dengan tidak adanya tanaman penutup tanah membuat cadangan bahan organik berkurang yang mana akan berpengaruh pada siklus karbon dan berkurangnya cadangan unsur hara. Hal ini menyebabkan tanah menjadi lebih padat, kepadatan tanah sendiri akan berpengaruh pada keberadaan ruang pori tanah. Ruang pori tanah atau porositas merupakan alat transportasi bagi air yang akan masuk ke dalam tanah dan ruang udara, dimana akan membantu mempertahankan kesuburan tanah. Berdasarkan keterangan diatas maka Alfisol Jatikerto mengalami degradasi tanah secara fisik, kimia dan biologi.

Upaya rehabilitasi tanah terdegradasi dapat dilakukan dengan tiga strategi dasar sebagai berikut: (1) eliminasi pengkerakan tanah atas melalui pengolahan dalam secara berkala, (2) peningkatan kandungan bahan organik tanah melalui penambahan jumlah masukan seresah yang bervariasi kualitasnya, dengan cara menanam tanaman penutup tanah atau menanam berbagai jenis pohon penayang, dan (3) peningkatan diversitas tanaman pohon dalam rangka meningkatkan jumlah dan penyebaran sistem perakaran. Rehabilitasi yang dapat dilakukan terhadap degradasi sifat fisik tanah adalah dengan pemantapan agregat tanah yang memiliki struktur lepas menggunakan polimer organik, sedangkan rehabilitasi yang dapat dilakukan pada degradasi sifat kimia dan biologi tanah dengan menggunakan ameliorant kimia seperti kapur, menambah bahan organik, meningkatkan aktivitas mikroba, meningkatkan KTK dan meningkatkan C-organik. Rehabilitasi tanah terdegradasi dilakukan untuk meningkatkan kesuburan tanah dan memenuhi sistem pertanian yang berkelanjutan (Suprayogo *et al.*, 2001).

Salah satu upaya rehabilitasi tanah terdegradasi dengan meningkatkan kandungan bahan organik tanah, dimana keberadaan bahan organik tanah akan berpengaruh sebagai penyedia unsur hara, mempertahankan struktur tanah dan sumber makanan bagi mikroorganisme tanah. Penambahan bahan organik ini akan

memberikan dampak dalam meningkatkan produktivitas tanah terdegradasi. Sisa proses pirolisis yang berupa arang atau dikenal dengan biochar merupakan bahan yang bermanfaat bagi pertanian dan dapat menjadi amandemen tambahan untuk tanah, selain sebagai energi bahan bakar. Biochar adalah arang yang diproduksi menggunakan suhu tinggi dengan bahan baku limbah-limbah pertanian, kotoran hewan ataupun sampah kota, dimana hasil pembakaran yang tidak sempurna sehingga masih menyisakan unsur hara yang dapat menyuburkan tanah, seperti pupuk kandang dan batang ubikayu. Beberapa penelitian telah menunjukkan dimana biochar mampu meningkatkan kesuburan tanah (Lehman *et al.*, 2006).

Berbagai kajian menunjukkan bahwa produktivitas panen akan meningkat dengan menambahkan biochar ke dalam tanah. Biochar adalah amandemen tanah yang sangat potensial meningkatkan kemampuan tanah. Sebagai arang yang mengandung bahan organik tinggi, biochar adalah produk yang diproduksi dari tanaman, limbah pertanian, kotoran hewan ataupun bahan organik lain dengan proses pirolisis. Pirolisis pada dasarnya adalah dekomposisi kimia suatu bahan organik sehingga dihasilkan bahan yang stabil dengan suhu tinggi dan hampa udara. Di samping sebagai amandemen tanah biochar juga bisa dibakar sebagai sumber energi yakni untuk memasak dan pemanas. Biochar sendiri dapat meningkatkan nilai pH, menambah unsur hara, meningkatkan kapasitas pertukaran kation dan ameliorasi dari sifat-sifat fisik seperti retensi air tanah dan kemantapan agregat (Glaser *et al.*, 2002 dalam Yamato, 2006). Adapun tiga keuntungan utama dari aplikasi biochar sebagai suplemen tanah yakni deposit karbon di tanah, mereduksi gas rumah kaca dan meningkatkan kesuburan tanah.

Penelitian dan pemanfaatan biochar telah banyak dikembangkan dan dilakukan di beberapa negara maju, tetapi penelitian mengenai biochar di Indonesia masih sedikit dan hanya beberapa yang mengerti apa arti biochar sendiri, sehingga belum mendapatkan perhatian yang luas. Melihat manfaat yang positif atas penggunaan biochar, maka penelitian dengan menggunakan biochar layak dilakukan.

## 1.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengkaji peran biochar sebagai bahan organik pada perbaikan sifat fisik (kemantapan agregat) dan sifat kimia (C-organik, pH, ketersediaan N dan KTK) Alfisol Jatikerto yang terdegradasi.
2. Mengkaji peran biochar sebagai bahan organik dalam pertumbuhan tanaman jagung dan kacang tanah dalam sistem tumpang sari berbasis ubikayu.

## 1.3. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Biochar sebagai bahan organik mampu memperbaiki sifat fisik (kemantapan agregat) dan sifat kimia (C-organik, pH, ketersediaan N dan KTK) Alfisol Jatikerto yang terdegradasi.
2. Biochar sebagai bahan organik mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung dan kacang tanah dalam sistem tumpang sari berbasis ubikayu.

## 1.4. Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah dapat memberikan nilai guna yang didapat dari peran biochar sebagai bahan organik yang dapat membantu perbaikan sifat fisik (kemantapan agregat) dan sifat kimia (C-organik, pH, ketersediaan N dan KTK) Alfisol Jatikerto yang terdegradasi serta hasil tanaman jagung dan kacang tanah dalam sistem tumpang sari berbasis ubikayu.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Alfisol

Alfisol merupakan tanah yang memiliki kandungan liat tinggi di horison B (horizon argilik). Alfisol kebanyakan ditemukan di daerah beriklim sedang, tetapi dapat pula ditemukan di daerah tropis dan subtropika terutama pada tempat-tempat dengan tingkat pelapukan sedang. Alfisol ditemukan di banyak zone iklim, tetapi yang utama adalah daerah beriklim sedang yang bersifat humid atau subhumid, dengan bahan induk relatif muda dan stabil paling sedikit selama beberapa ribu tahun. Oleh karena itu, Alfisol adalah tanah yang relatif muda, masih banyak mengandung mineral primer yang mudah lapuk, mineral liat kristalin dan kaya unsur hara. Tanah jenis ini mempunyai kejenuhan basa tinggi, kapasitas tukar kation tinggi dan cadangan unsur hara. Namun bahaya erosi perlu diperhatikan, karena apabila horizon argilik muncul di permukaan, tanah menjadi kurang baik akibat liat yang terlalu tinggi (Hardjowigeno, 2003).

### 2.2. Degradasi Lahan

Degradasi lahan merupakan hilangnya atau berkurangnya kegunaan atau potensi kegunaan lahan untuk mendukung kehidupan, kehilangan atau perubahan kenampakan tersebut menyebabkan fungsinya tidak dapat diganti oleh yang lain. (Barrow, 1991) atau secara singkatnya penurunan kualitas lahan pertanian. Lima proses utama yang terjadi timbulnya tanah terdegradasi, yaitu menurunnya bahan kandungan bahan organik tanah, perpindahan liat, memburuknya struktur tanah dan pemadatan tanah, erosi tanah, deplesi dan pencucian unsur hara (Lal, 1986). Menurut Lal (1986), khusus untuk tanah-tanah tropika basah terdapat tiga proses penting terjadinya degradasi tanah, yaitu:

1. Degradasi fisik berhubungan dengan memburuknya struktur tanah sehingga memicu pergerakan, pemadatan, aliran banjir berlebihan dan erosi dipercepat.
2. Degradasi kimia berhubungan dengan terganggunya siklus C, N, P, S dan unsur lainnya.
3. Degradasi biologi berhubungan dengan menurunnya kualitas dan kuantitas bahan organik, aktivitas biotik dan keragaman spesies fauna tanah.

Menurut Enters (2001), dampak dari degradasi lahan memiliki potensi jangkauan lebih luas, bukan hanya dari output pertanian sendiri, tetapi juga berdampak pada hal lain, seperti sebagai berikut:

1. Meningkatkan emisi carbon.
2. Menurunkan kualitas air yang digunakan untuk industri dan rumah tangga.
3. Menurunkan kualitas udara.
4. Meningkatkan keberadaan banjir.
5. Menurunkan populasi biodiversitas fauna tanah.

Upaya rehabilitasi tanah terdegradasi dapat dilakukan dengan tiga strategi dasar sebagai berikut: (1) eliminasi pengkerakan tanah atas melalui pengolahan dalam secara berkala, (2) meningkatkan kandungan bahan organik tanah melalui peningkatan jumlah masukan seresah yang bervariasi kualitasnya, dengan cara menanam tanaman penutup tanah atau menanam berbagai jenis pohon, dan (3) peningkatan diversitas tanaman pohon dalam rangka meningkatkan jumlah dan penyebaran sistem perakaran (Suprayogo *et al.*, 2001). Rehabilitasi yang dapat dilakukan terhadap degradasi sifat fisik tanah adalah dengan pemantapan agregat tanah yang memiliki struktur lepas menggunakan polimer organik, sedangkan rehabilitasi yang dapat dilakukan pada degradasi sifat kimia dan biologi tanah dengan menggunakan ameliorant kimia seperti kapur, menambah bahan organik, meningkatkan aktivitas mikroba, meningkatkan KTK dan meningkatkan C-organik. Rehabilitasi tanah terdegradasi dilakukan untuk meningkatkan kesuburan tanah dan memenuhi sistem pertanian yang berkelanjutan.

### **2.3. Deskripsi Permasalahan Alfisol di Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian tanah Alfisol berada di kebun percobaan Fakultas Pertanian, Desa Jatikerto, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang. Lokasi penelitian merupakan bekas lahan tegalan dengan tanaman kedelai dan telah bero selama tiga bulan. Saat menjadi tegalan tanah tidak diberi pupuk dan hanya dilakukan pengairan saja dengan tujuan tanah menjadi stress air sehingga tanah menjadi keras saat masa bero, selain itu dengan tidak diberi bahan organik dan tidak adanya tanaman penutup tanah membuat cadangan bahan organik berkurang



yang mana akan berpengaruh pada siklus karbon dan berkurangnya cadangan unsur hara. Minimnya tanaman naungan juga memungkinkan terjadinya erosi yang disebabkan oleh angin dan penurunan aktivitas organisme tanah. Hal ini menyebabkan tanah menjadi lebih padat, kepadatan tanah sendiri akan berpengaruh pada keberadaan ruang pori tanah. Ruang pori tanah atau porositas merupakan alat transportasi bagi air yang akan masuk ke dalam tanah dan ruang udara, dimana akan membantu mempertahankan kesuburan tanah. Berdasarkan keterangan diatas maka Alfisol Jatikerto mengalami degradasi tanah secara fisik, kimia dan biologi. Upaya penambahan bahan organik dari luar diperlukan untuk mempertahankan produksi yang optimal.

#### **2.4. Beberapa Sifat-Sifat Tanah**

Tanah merupakan media bagi tanaman untuk tegak dan tumbuh. Tanah yang produktif adalah tanah yang dapat menyediakan lingkungan yang baik bagi pertumbuhan akar tanaman seperti ketersediaan air, temperatur, aerasi dan struktur yang baik di samping sebagai penyedia unsur hara (Hakim *et al.*,1986). Tanah sendiri memiliki beberapa sifat dasar yang dapat yang dapat diukur sehingga digunakan sebagai acuan kesuburan tanah, yaitu sifat fisik tanah, sifat kimia tanah dan sifat biologi tanah, tetapi yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini adalah sifat fisik dan sifat kimia tanah. Sifat-sifat fisik dan kimia tanah yang menjadi parameter penelitian ini adalah kemantapan agregat, C-organik, pH tanah, ketersediaan N dan KTK.

##### **2.4.1. Kemantapan Agregat**

Agregat yang stabil akan menciptakan kondisi yang baik bagi pertumbuhan tanaman. Agregat dapat menciptakan lingkungan fisik yang baik untuk perkembangan akar tanaman melalui pengaruhnya terhadap porositas, aerasi dan daya menahan air. Pada tanah yang agregatnya, kurang stabil bila terkena gangguan maka agregat tanah tersebut akan mudah hancur. Butir-butir halus hasil hancuran akan menghambat pori-pori tanah sehingga bobot isi tanah meningkat, aerasi buruk dan permeabilitas menjadi lambat (Hakim *et al.*,1986).



Agregat tanah terbentuk karena proses flokulasi dan fragmentasi. Flokulasi terjadi jika partikel tanah yang pada awalnya dalam keadaan terdispersi, kemudian bergabung membentuk agregat. Sedangkan fragmentasi terjadi jika tanah dalam keadaan masif, kemudian terpecah-pecah membentuk agregat yang lebih kecil, makin stabil suatu agregat tanah, makin rendah kepekaannya terhadap erosi (erodibilitas tanah) (Hakim *et al.*, 1986).

Kemantapan agregat juga sangat menentukan tingkat kepekaan tanah terhadap erosi. Kemampuan agregat untuk bertahan dari gaya perusak dari luar (stabilitas) dapat ditentukan secara kuantitatif melalui *Aggregate Stability Index* (ASI). Indeks ini merupakan penilaian secara kuantitatif terhadap kemantapan agregat. Faktor-faktor yang mempengaruhi kemantapan agregat antara lain pengolahan tanah, aktivitas mikroorganisme tanah, dan penutupan tajuk tanaman pada permukaan tanah yang dapat menghindari *splash erosion* akibat curah hujan tinggi (Hakim *et al.*, 1986).

#### 2.4.2. C-Organik

Kandungan bahan organik dalam tanah merupakan salah satu faktor yang berperan dalam menentukan keberhasilan suatu budidaya pertanian. Hal ini dikarenakan bahan organik dapat meningkatkan kesuburan kimia, fisika maupun biologi tanah. Penetapan kandungan bahan organik dilakukan berdasarkan jumlah 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 persen, agar kandungan bahan organik dalam tanah tidak menurun dengan waktu akibat proses dekomposisi mineralisasi (Handayanto *et al.*, 2006).

Kandungan C-organik pada setiap tanah bervariasi, mulai dari kurang dari 1% pada tanah berpasir sampai lebih dari 20 % pada tanah berlumpur. Warna tanah menunjukkan kandungan C-organik tanah tersebut. Tanah yang berwarna hitam kelam mengandung C-organik yang tinggi. Makin cerah warna tanah kandungan C-organiknya makin rendah. Contohnya tanah yang berwarna merah mengandung kadar besi yang tinggi, tetapi rendah kandungan C-organiknya.

(McVay & Rice, 2002). Kandungan bahan organik antara lain sangat erat berkaitan dengan KTK (Kapasitas Tukar Kation) dan dapat meningkatkan KTK tanah. Tanpa pemberian bahan organik dapat mengakibatkan degradasi kimia, fisik, dan biologi tanah yang dapat merusak agregat tanah dan menyebabkan terjadinya pemadatan tanah.

#### 2.4.3. Derajat Kemasaman Tanah (pH)

Reaksi tanah menunjukkan sifat kemasaman atau alkalinitas tanah yang dinyatakan dengan nilai pH. Nilai pH menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hidrogen ( $H^+$ ) di dalam tanah. Makin tinggi kadar ion  $H^+$  didalam tanah, semakin masam tanah tersebut. Di dalam tanah selain  $H^+$  dan ion-ion lain ditemukan pula ion  $OH^-$ , yang jumlahnya berbanding terbalik dengan banyaknya  $H^+$ . pada tanah masam jumlah ion  $H^+$  lebih tinggi daripada  $OH^-$ , sedang pada tanah alkalis kandungan  $OH^-$  lebih banyak daripada  $H^+$ . Bila kandungan  $H^+$  sama dengan  $OH^-$ , maka tanah bereaksi netral yaitu mempunyai pH = 7. Nilai pH tanah dipengaruhi oleh semua sifat dan ciri tanah, tetapi ada beberapa sifat tanah yang menonjol, yaitu kejenuhan basa, sifat koloid dan macam kation yang terjerap (Hakim *et al*, 1986).

Nilai pH berkisar dari 0-14 dengan pH 7 disebut netral sedangkan pH kurang dari 7 disebut masam dan pH lebih dari 7 disebut alkalis. Walaupun demikian pH tanah umumnya berkisar dari 3,0-9,0. Di Indonesia umumnya tanahnya bereaksi masam dengan 4,0-5,5 sehingga tanah dengan pH 6,0-6,5 sering telah dikatakan cukup netral meskipun sebenarnya masih agak masam (Hakim *et al*, 1986).

#### 2.4.4. Ketersediaan Nitrogen

Nitrogen merupakan salah satu unsur yang paling luas penyebarannya di alam. Nitrogen merupakan salah satu unsur hara makro yang berfungsi memperbaiki pertumbuhan vegetatif tanaman menambah tinggi tanaman dan merangsang tumbuhnya anakan. Nitrogen juga memegang peranan penting sebagai penyusun klorofil yang menjadikan daun berwarna hijau (Hardjowigeno, 2003). Syekhfani (1997) menambahkan nitrogen penting sebagai penyumbang



enzim yang sangat besar peranannya dalam proses metabolisme tanaman, karena enzim tersusun dari protein. Pertumbuhan tanaman sering kali dihambat oleh ketersediaan nitrogen, dan dampak negatif keterbatasan ketersediaan nitrogen seringkali melebihi dampak negatif ketersediaan unsur hara lainnya.

Menurut Hairiah *et al.*, (2000) tiga sumber utama N tanah berasal dari bahan organik tanah, N tertambat dari udara bebas oleh tanaman kacang-kacangan (*legume*) yang bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium* dan dari pupuk anorganik. Nitrogen berada dalam bentuk gas dinitrogen ( $N_2$ ), nitrogen organik (dalam tanaman, hewan, biomasa mikroba, dan bahan organik tanah), ion amonium ( $NH_4^+$ ) dan nitrat ( $NO_3^-$ ). Organisme tanah merubah satu bentuk nitrogen ke bentuk nitrogen lainnya melalui berbagai proses (Handayanto *et al.*, 2006). Hardjowigeno (2003) menyatakan bahwa nitrogen dalam tanah terdapat dalam berbagai bentuk yaitu: protein (bahan organik), senyawa-senyawa amino, amonium ( $NH_4^+$ ) dan nitrat ( $NO_3^-$ ). Keteresediaan N juga dipengaruhi oleh pH tanah, aktivitas jasad mikro menurun bila pH rendah meskipun N total tinggi. Sebaliknya jika pH sangat tinggi perombakan bahan organik terhenti oleh mikroorganisme dan terjadi gambut.

Pemberian N yang berlebihan akan menyebabkan tanaman akan tampak lebih subur, ukuran daun menjadi lebih besar, batang menjadi lunak dan berair (sekulen) sehingga mudah rebah dan mudah diserang penyakit, bunga mudah rontok. Sebaliknya N yang rendah menyebabkan tanaman tumbuh lambat dan kerdil, daun berwarna hijau muda, daun yang lebih tua menguning dan akhirnya kering. Nitrogen bersifat mobil sehingga jika terjadi kekurangan N pada bagian pucuk, N yang tersimpan pada daun tua akan dipindahkan ke organ yang lebih muda (Novizan, 2005).

#### **2.4.5. Kapasitas Tukar Kation**

Kapasitas tukar kation (KTK) menunjukkan ukuran kemampuan tanah dalam menjerap dan dan mempertukarkan sejumlah kation. Makin tinggi KTK, makin banyak kation yang dapat ditariknya. Tinggi rendahnya KTK tanah ditentukan oleh kandungan liat dan bahan organik dalam tanah. Tanah yang



memiliki KTK yang tinggi akan menyebabkan lambaTnya perubahan pH tanah. Menurut Hakim, *et 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 yang rendah, KTK tanah akan relatif rendah, karena misel liat dan bahan organik banyak menjerap ion-ion  $H^+$  atau  $Al^{3+}$ . Kation-kation yang terjerap dalam tanah akan dapat dilepaskan dari tanah dan ditukar tempaTnya oleh ion-ion  $H^+$  yang dilepaskan oleh akar tanaman. Kation-kation yang berupa unsur hara itu kemudian larut dalam air tanah dan dihisap oleh tanaman.

### 2.5. Jagung

Tanaman jagung (*Zea mays* L.) merupakan tanaman semusim yang diklasifikasikan dalam famili *Gamineae*. Jagung termasuk keluarga rumput-rumputan yang memiliki sifat umum seperti rerumputan lainnya. Tanaman jagung membutuhkan ketersediaan nutrisi cukup dan reaksi tanah antara pH 5,5-8,0 untuk pertumbuhan terbaik. Padang rumput luas adalah tempat yang baik untuk pertumbuhan tanaman jagung. Ketersediaan unsur hara sangat mempengaruhi pertumbuhan dan produktifitas tanaman jagung. Kekurangan unsur hara dapat diberikan melalui pemupukan. Unsur hara Nitrogen merupakan unsur yang sangat penting dalam pertumbuhan tanaman jagung. Unsur ini memacu pertumbuhan vegetatif yaitu pertumbuhan sel-sel tanaman, di samping juga diperlukan pada fase generatif (Martin, 1987 dalam Noor, 2005).

Menurut BPTP (2000), yang perlu diperhatikan dalam pemupukan tanaman jagung adalah macam pupuk, dosis pupuk, cara memupuk, dan saat memupuk. Macam pupuk yang digunakan ada 2 macam yakni pupuk organik (pupuk kandang, pupuk hijau dan kompos) dan pupuk anorganik Urea (ZA), Fosfat, KCl dan beberapa pupuk alternatif yang banyak beredar dipasaran.

### 2.6. Kacang Tanah

Kacang tanah (*Arachis hypogaeae* L.) merupakan tanaman pangan berupa semak, berasal dari famili *Papilionaceae*. Jenis tanah yang sesuia untuk kacang

tanah adalah jenis tanah yang gembur/bertekstur ringan dan subur. pH tanah yang sesuai untuk budidaya kacang tanah adalah pH antar 6,0-6,5. Penyinaran sinar matahari secara penuh amat dibutuhkan bagi tanaman kacang tanah, terutama kesuburan daun dan perkembangan besarnya kacang. Kekurangan air akan menyebabkan tanaman kurus, kerdil, layu dan akhirnya mati. Tanah berdrainase dan berserasi baik atau lahan tidak terlalu becek dan tidak terlalu kering, baik bagi pertumbuhan tanaman kacang tanah (BPPT, 2006).

Pemupukan adalah untuk menambah unsur-unsur hara yang diperlukan tanaman. Jenis pupuk dan dosis pupuk setiap hektar yang dianjurkan adalah urea sekitar 60-90 kg ditambah SP-36 sekitar 60-90 kg dan ditambah KCl sekitar 60-90 kg. Semua dosis pupuk diberikan pada saat tanam. Selain pupuk kimia, juga dapat diberi pupuk organik (BPPT, 2010).

### **2.7. Bahan Organik**

Bahan organik merupakan bahan penting dalam menciptakan kesuburan tanah, baik secara fisika, kimia, maupun dari segi biologi tanah. Bahan organik merupakan bahan pemantap agregat tanah, menjaga keberlangsungan suplai dan ketersediaan hara dengan adanya kation yang mudah dipertukarkan selain itu bahan organik adalah sumber energi dari sebagian besar organisme tanah. Bahan organik secara langsung merupakan sumber hara N, P, S, unsur mikro maupun unsur hara esensial lainnya (Hardjowigeno, 2003).

Bahan organik mempengaruhi kemasaman atau pH tanah. Penambahan bahan organik dapat meningkatkan atau malah menurunkan pH tanah, hal ini bergantung pada jenis tanah dan bahan organik yang ditambahkan. Nilai pH tanah erat kaitannya dengan tingkat ketersediaan unsur hara di dalam tanah yang akan diserap oleh tanaman. pH tanah yang normal untuk tanaman berkisar antara 5.5-7.5. pH tanah juga mempengaruhi aktivitas mikroorganisme dalam tanah. Jamur tanah lebih aktif pada pH rendah dibandingkan bakteri tanah (Okoro *et al.*, 2005).

Dalam penelitian ini digunakan dua jenis pupuk organik, yaitu pupuk kandang dan biochar, penjelasan lebih lanjut akan dijelaskan dibawah ini.



### 2.7.1. Pupuk Kandang

Pupuk kandang merupakan pupuk organik yang sering digunakan sebagai penambah bahan organik tanah. Keuntungan pupuk kandang dapat menambah unsur hara terutama NPK dan meningkatkan KTK serta secara biologi dapat meningkatkan aktifitas mikroorganisme tanah (Allison, 1973 dalam Jamilah, 2003). Pupuk kandang kotoran sapi mengandung unsur hara yang cukup bagus untuk pertumbuhan dan hasil tanaman. Kandungan utama unsur hara pada kotoran sapi adalah N sebesar 0,29%, P sebesar 0,17% dan K sebesar 0,35% (Hardjowigeno, 2003).

Pupuk kandang mempunyai beberapa sifat yang lebih baik dari pupuk alam lainnya maupun dari pupuk buatan. Menurut Sundrawati *et al.*, (2007), sifat-sifat baik dari kotoran sapi yaitu:

1. Merupakan humus, yaitu zat-zat organik yang terdapat di dalam tanah yang terjadi karena proses pemecahan sisa-sisa tanaman dan hewan, terdiri dari zat organik yang sedang mengalami pelapukan. Keseluruhannya berangsur-angsur berubah menjadi hitam, seragam dan membentuk amorf. Humus ini menjaga atau mempertahankan struktur tanah. Oleh karena itu tanah mudah diolah dan terisi banyak oksigen.
2. Banyak mengandung mikroorganisme, yang dapat menghancurkan sampah-sampah yang ada dalam tanah sehingga berubah menjadi humus. Selain itu mikroorganisme mensintesa senyawa-senyawa tertentu hingga berguna bagi tanaman. Oleh karena hal-hal tersebut di atas pupuk kandang dianggap sebagai pupuk lengkap.
3. Sebagai sumber hara nitrogen, fosfor, dan kalium yang sangat penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

### 2.7.2. Biochar

Sisa proses pirolisis yang berupa arang atau dikenal dengan biochar merupakan bahan yang bermanfaat bagi pertanian dan dapat menjadi amandemen tambahan untuk tanah, selain sebagai energi bahan bakar. Biochar adalah arang



yang diproduksi menggunakan suhu tinggi dengan bahan baku limbah-limbah pertanian, kotoran hewan ataupun sampah kota, dimana hasil pembakaran yang tidak sempurna sehingga masih menyisakan unsur hara yang dapat menyuburkan tanah, seperti pupuk kandang dan batang ubikayu.

Beberapa penelitian telah menunjukkan dimana biochar mampu meningkatkan kesuburan tanah (Lehman *et al.*, 2006), salah satunya adalah dengan menambahkan biochar ke dalam tanah, produktivitas panen akan meningkat. Biochar merupakan amandemen tanah yang sangat potensial meningkatkan kemampuan tanah. Sebagai arang yang mengandung bahan organik tinggi, biochar adalah produk yang diproduksi dari tanaman, limbah pertanian, kotoran hewan ataupun bahan organik lain dengan proses pirolisis. Pirolisis pada dasarnya adalah dekomposisi kimia suatu bahan organik sehingga dihasilkan bahan yang stabil dengan suhu tinggi dan hampa udara. Di samping sebagai amandemen tanah biochar juga bisa dibakar sebagai sumber energi yakni untuk memasak dan pemanas. Biochar sendiri dapat meningkatkan nilai pH, menambah unsur hara, meningkatkan kapasitas pertukaran kation dan ameliorasi dari sifat-sifat fisik seperti retensi air tanah dan kemantapan agregat (Glaser *et al.*, 2002 dalam Yamato, 2006). Adapun tiga keuntungan utama dari aplikasi biochar sebagai suplemen tanah yakni deposit karbon di tanah, mereduksi gas rumah kaca dan meningkatkan kesuburan tanah.

Biochar merupakan materi yang kaya karbon hasil produksi dari proses pirolisis lambat dari sebuah biomassa. Menurut Ogawa (1994) dalam Yamato *et al.* (2006), biochar dapat digunakan sebagai amandemen bahan organik tambahan bagi tanah. Akhir-akhir ini, biochar dapat digunakan sebagai salah satu solusi dari perubahan iklim karena sifatnya yang organik dan lama terdekomposisi (Lehman *et al.*, 2006). Keuntungan penggunaan biochar sebagai tambahan amandemen tanah adalah meningkatkan hasil panen dan meningkatkan kualitas tanah (Chan *et al.*, 2007). Selain itu, biochar meningkatkan nilai pH, menambah unsur hara, meningkatkan kapasitas pertukaran kation dan ameliorasi dari sifat-sifat fisik seperti retensi air tanah dan kemantapan agregat (Glaser *et al.*, 2002 dalam Yamato, 2006).

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dan pembuatan biochar dilaksanakan di kebun percobaan Fakultas Pertanian, Desa Jatikerto, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2010 sampai dengan bulan Mei 2010. Analisis dasar tanah, analisis 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 adalah cangkul, sekop, ayakan untuk mengayak biochar, timbangan, peralatan yang digunakan di laboratorium baik untuk analisis tanah maupun biochar, penggaris dan meteran untuk mengukur tinggi tanaman.

##### 3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan terdiri atas tanah Alfisol Jatikerto, pupuk kandang (15 ton/ha), biochar pupuk kandang (15 ton/ha), biochar batang ubikayu (15 ton/ha), pupuk urea (100 kg), pupuk SP-36 (100 kg), pupuk KCl (100 kg) serta benih jagung, kacang tanah dan ubikayu.

#### 3.3. Metode Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan 2 faktor, 10 perlakuan dan tiga ulangan. Faktor yang berpengaruh adalah jenis tanaman dan pemberian jenis bahan organik. Tanaman ditanam pada petak-petak yang berukuran 5x4 meter dengan jarak tanam ubikayu 1x1 meter. Perlakuan dapat dilihat pada tabel 1. Dosis pemberian biochar, pupuk kandang dan pupuk kimia yang telah diperoleh kemudian dikonversikan ke dalam dosis per petak.

Tabel 1. Perlakuan Pemberian Dosis per Petak

No	Kode	Perlakuan	Dosis per petak
1	C+J	Kontrol	N 0,6 kg + P 0,2 kg + K 0,2 kg
2	C+J (PK)	Tanah + pupuk kandang 15ton/ha + NPK	Pupuk kandang 30 kg + N 0,6 kg + P 0,2 kg + K 0,2 kg
3	C+J (BPK)	Tanah + biochar pupuk kandang 15ton/ha + NPK	biochar 30 kg + N 0,6 kg + P 0,2 kg + K 0,2 kg
4	C+J (BUK)	Tanah + biochar ubi kayu 15ton/ha + NPK	biochar 30 kg + N 0,6 kg + P 0,2 kg + K 0,2 kg
5	C+J (PKA)	Tanah + pupuk kandang 15ton/ha + NPK	Pupuk kandang 30 kg + N 0,6 kg + P 0,2 kg + K 0,2 kg
6	C+K	Kontrol	N 0,6 kg + P 0,2 kg + K 0,2 kg
7	C+K (PK)	Tanah + pupuk kandang 15ton/ha + NPK	Pupuk kandang 30 kg + N 0,6 kg + P 0,2 kg + K 0,2 kg
8	C+K (BPK)	Tanah + biochar pupuk kandang 15ton/ha + NPK	biochar 30 kg + N 0,6 kg + P 0,2 kg + K 0,2 kg
9	C+K (BUK)	Tanah + biochar ubi kayu 15ton/ha + NPK	biochar 30 kg + N 0,6 kg + P 0,2 kg + K 0,2 kg
10	C+K (PKA)	Tanah + pupuk kandang 15ton/ha + NPK	Pupuk kandang 30 kg + N 0,6 kg + P 0,2 kg + K 0,2 kg

Keterangan : C+J = *cassava* (ubi kayu) dan jagung dalam sistem tumpang sari; C+K = *cassava* (ubi kayu) dan kacang tanah dalam sistem tumpang sari; PK = pupuk kandang; BPK = biochar pupuk kandang; BUK = biochar ubi kayu; PKA = pupuk kandang diberikan setiap awal tanam.

### 3.4. Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1. Pengambilan Contoh Tanah

Pengambilan contoh tanah untuk analisa tanah dasar dilakukan sebelum masa tanam sedangkan analisa beberapa sifat-sifat tanah dilakukan pada 30 hari setelah tanam, 60 hari setelah tanam dan setelah panen pada 120 hari setelah tanam.



### 3.4.2. Analisis Dasar

Analisis dasar dilakukan pada contoh tanah dan biochar. Analisis dasar tanah meliputi: tekstur tanah, C-organik, pH (H<sub>2</sub>O dan KCl), KTK, N-total, Nisbah C/N, P-total, K-total. Analisis dasar tanah dan metode analisis yang digunakan disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Macam Analisis Dasar Tanah dan Metode yang digunakan

No.	Macam Analisis Dasar	Metode
1.	Tekstur	Pipet
2.	pH tanah	Glass Electrode
3.	C-Organik (%)	Walkey + Black
4.	KTK (me.100 g <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> OAc 1N pH 7
5.	N-Total (%)	Kjeldahl
6.	C/N	Nisbah C Organik dengan N total
7.	P-Total (ppm)	Ekstrak HCl 25%
8.	Kdd (me.100 g <sup>-1</sup> )	Ekstraksi dengan NH <sub>4</sub> O Ac 1 N pH 7,0

Analisis biochar dan pupuk kandang meliputi: C-organik, pH (H<sub>2</sub>O dan KCl), KTK, N-total dan Nisbah C/N. Analisis biochar dan pupuk kandang dan metode analisis yang digunakan disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Macam Analisis Dasar Biochar dan Pupuk Kandang dan Metode yang digunakan

No.	Macam Analisis Dasar	Metode atau Alat
1.	pH	Glass Electrode
2.	C-Organik (%)	Walkey + Black
3.	KTK (me.100 g <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> OAc 1N pH 7
4.	N-Total (%)	Kjeldahl
5.	C/N	Nisbah C Organik dengan N total

### 3.4.3. Pembuatan Biochar

Biomassa utama biochar pada penelitian ini adalah pupuk kandang dan batang ubikayu yang sebelumnya telah dilakukan proses penjemuran untuk mengurangi kadar air, untuk ubikayu dilakukan pemotongan ± 50 cm. Setelah itu dilakukan pembakaran dengan cara tradisional dengan membakar biomassa didalam tanah selama 10 hari atau ± dua minggu. Setelah dua minggu, biochar dicacah kecil-kecil sehingga lolos ayakan 2 mm, agar saat pengaplikasian biochar homogen dengan tanah. Proses pembuatan biochar menggunakan proses dasar

pirolisis, dimana pirolisis merupakan dekomposisi kimia suatu bahan organik sehingga dihasilkan bahan yang stabil dengan suhu tinggi dan hampa udara (Lampiran 18).

### **3.4.4. Penanaman, Pemupukan dan Pemeliharaan**

#### *3.4.4.1. Penanaman*

Persiapan awal adalah mempersiapkan petak tanam bagi tanaman sesuai dengan denah yang telah dirancang. Tiap petak ditanami dengan sistem tumpangsari berbasis ubikayu jarak tanam 1x1 m dengan jagung ataupun kacang tanah.

#### *3.4.4.2. Pemupukan*

Pemupukan diberikan sesuai dengan anjuran pemupukan tanaman jagung, kacang tanah dan ubikayu yaitu Urea, KCl dan Sp-36. Pupuk anorganik Urea, pupuk KCl dan pupuk Sp-36 diberikan pada saat tanam sebagai pupuk dasar, biochar dan pupuk kandang diberikan satu kali yaitu bersamaan pada saat tanam, sedangkan untuk pupuk kandang diberikan setiap awal tanam diberikan dua kali yaitu 1/3 diberikan saat tanam dan 2/3 pada 60 HST.

#### *3.4.4.3. Pemeliharaan*

Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan membersihkan gulma yang ada, sedangkan untuk pemberantasan hama dan penyakit tidak digunakan pestisida atau senyawa kimia lainnya tetapi cukup dengan cara mekanik, karena selain jumlahnya sedikit juga untuk menjaga kevalidan data. Penyiraman tidak dilakukan mengingat masa tanam bersamaan dengan musim hujan sehingga sumber air didapat dari air hujan.

### **3.5. Pengamatan dan Analisis Data**

#### **3.5.1. Cara Pengamatan**

Obyek pengamatan adalah tanah dan tanaman. Pengamatan tanah dilakukan pada sebelum tanam, 30 HST, 60 HST dan 120 HST, sedangkan

pengamatan tanaman hanya dilakukan pada akhir penelitian. Parameter pengamatan untuk tanah meliputi kemantapan agregat C-organik, pH, ketersediaan N dan KTK. Pengamatan tanaman dilakukan mengamati secara non destruktif, dimana dilakukan pada akhir tanam, 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 4.

Tabel 4. Parameter Pengamatan dan Metode yang Digunakan serta Waktu Pengamatan

Pengamatan	Parameter	Metode	Waktu Pengamatan
Tanah	Kemantapan agregat C-organik (%)	Ayakan basah	30 HST, 60 HST, 120 HST
	pH	Walkey and Black	60 HST, 120 HST
	N-Total (%)	Glass Elektrode	30 HST, 60 HST, 120 HST
	KTK (me.100 g <sup>-1</sup> )	Kjeldahl	30 HST, 60 HST, 120 HST
		NH <sub>4</sub> OAc pH 7	60 HST, 120 HST
Tanaman	Tinggi tanaman	Non destruktif	10 HST, 20 HST 30 HST, 40 HST, 50 HST 60 HST
	Jumlah daun	Non destruktif	10 HST, 20 HST 30 HST, 40 HST, 50 HST 60 HST

### 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 dan dampak perubahan parameter pada sifat-sifat tanah serta tanaman, pengamatan dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS 17 dan Excel 2007.

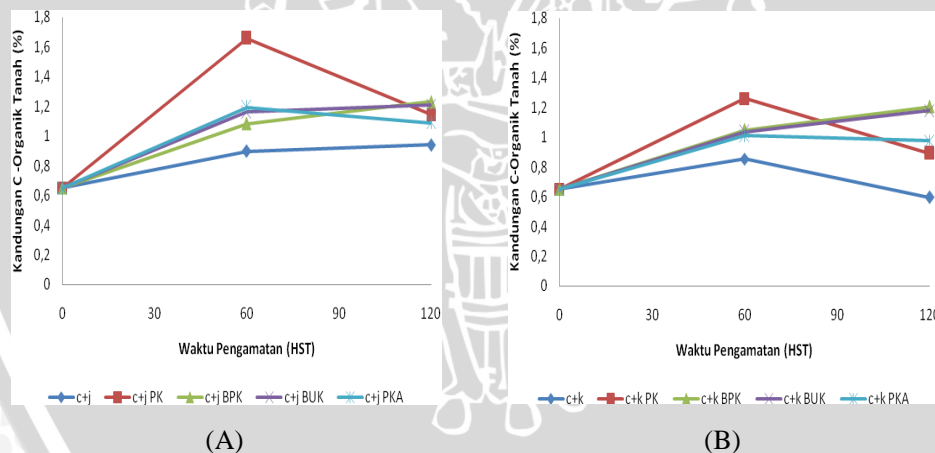


## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil

#### 4.1.1. Bahan Organik Tanah

Bahan organik adalah sisa tanaman, hewan dan manusia yang belum terlapuk sempurna dan berada pada lapisan permukaan maupun dalam tanah (Hairiah *et al.*, 2000). Hasil analisis dasar tanah menunjukkan bahwa tanah yang digunakan dalam penelitian memiliki kandungan bahan organik tanah (BOT) sangat rendah (0,65 %). Selain itu, kandungan bahan organik pada pupuk kandang, biochar pupuk kandang, dan biochar ubikayu juga tergolong rendah – sangat rendah (Lampiran 3). Pemberian pupuk kandang, biochar pupuk kandang, dan biochar ubikayu tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan kandungan bahan organik tanah (Lampiran 11b). Dibandingkan dengan perlakuan lainnya, biochar dapat meningkatkan bahan organik tanah sebesar 2,03 – 2,12 % sampai 120 hari setelah tanam (HST; Lampiran 3).



Keterangan : (A) Ubikayu + jagung; (B) Ubikayu + kacang tanah; HST = Hari setelah tanam; c+j = *cassava* (ubikayu) dan jagung dalam sistem tumpangsari; c+k = *cassava* (ubikayu) dan kacang tanah dalam sistem tumpangsari; PK = pupuk kandang; BPK = biochar pupuk kandang; BUK = biochar ubikayu; PKA = pupuk kandang diberikan setiap awal tanam

Gambar 1. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Biochar Terhadap Kandungan C-Organik Tanah

Gambar 1 menunjukkan bahwa semua perlakuan mampu meningkatkan kandungan BOT pada 60 HST baik pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung dan ubikayu + kacang tanah. Pada 120 HST (setelah panen), penggunaan biochar pupuk kandang dan biochar ubikayu sebagai bahan organik pada sistem

tumpangsari ubikayu + jagung dan ubikayu + kacang tanah masih mampu meningkatkan kandungan BOT, sedangkan kandungan BOT pada perlakuan yang lain menurun. Penggunaan biochar pupuk kandang dan biochar ubikayu sebagai bahan organik pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung dan ubikayu + kacang tanah dapat meningkatkan kandungan C-organik (1,08; 1,16; 1,05; 1,03 %) pada 60 HST dan setelah panen atau 120 HST (1,23; 1,21; 1,20; 1,18 %) dibandingkan dengan perlakuan tanpa penggunaan biochar (Lampiran 11a, Gambar 1). Pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung, peningkatan kandungan BOT tertinggi terjadi pada perlakuan biochar pupuk kandang (c + j BPK) yaitu sebesar 2,12 % dan terendah pada perlakuan kontrol (c + j) sebesar 1,62 %. Sedangkan pada sistem tumpangsari ubikayu + kacang tanah, peningkatan BOT terbesar terjadi pada perlakuan biochar pupuk kandang (c + k BPK) (2,08 %) dan terendah pada perlakuan kontrol (c + k) (1,03 %).

Pemberian biochar (pupuk kandang dan ubikayu) mampu meningkatkan kandungan BOT dalam jangka waktu yang lebih panjang dibandingkan dengan pemberian bahan yang sama namun tidak diproses menjadi biochar. Biochar merupakan materi yang kaya karbon hasil produksi dari proses pirolisis lambat dari sebuah biomassa dan memiliki sifat lama terdekomposisi (Lehman *et al.*, 2006). Bahan organik tanah sendiri ditetapkan dengan banyaknya jumlah karbon yang terkandung, hal ini akan sangat menentukan interaksi antara komponen abiotik dan biotik dalam ekosistem tanah sehingga kandungan bahan organik dalam tanah merupakan salah satu faktor yang berperan dalam menentukan keberhasilan suatu budidaya pertanian dikarenakan bahan organik dapat meningkatkan kesuburan kimia, fisika maupun biologi tanah.

#### **4.1.2. Sifat Fisik Tanah : Kemantapan Agregat**

Pada penelitian ini, sifat fisik tanah yang digunakan sebagai indikator adalah kemantapan agregat. Kemantapan agregat sendiri merupakan ketahanan rata-rata agregat tanah melawan pendispersi oleh benturan tetes air hujan atau penggenangan air. Pada tanah yang agregatnya kurang stabil bila terkena gangguan maka agregat tanah tersebut akan mudah hancur. Butir-butir halus hasil

hancuran akan menghambat pori-pori tanah sehingga bobot isi tanah meningkat, aerasi buruk dan permeabilitas menjadi lambat.

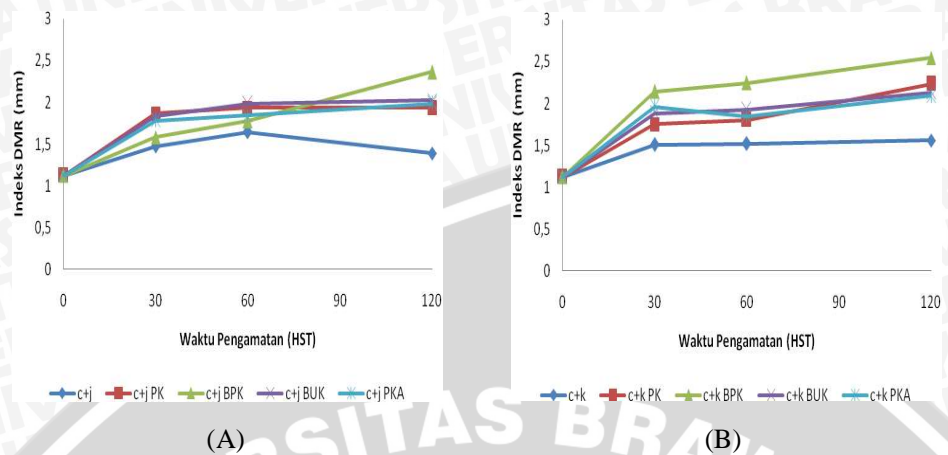
Tabel 5. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemantapan Agregat

Perlakuan	Kemantapan Agregat (mm)	
	30 HST	60 HST
c+j	1,47 a	1,64 ab
c+j PK	1,87 ab	1,94 b
c+j BPK	1,58 a	1,77 ab
c+j BUK	1,84 ab	1,98 bc
c+j PKA	1,78 ab	1,84 ab
c+k	1,51 a	1,52 a
c+k PK	1,75 ab	1,81 ab
c+k BPK	2,15 b	2,24 c
c+k BUK	1,88 ab	1,93 b
c+k PKA	1,96 ab	1,85 ab

Keterangan : \* menggunakan analisis dasar tanah, HST = Hari setelah tanam; c+j = *cassava* (ubikayu) dan jagung dalam sistem tumpangsari; c+k = *cassava* (ubikayu) dan kacang tanah dalam sistem tumpangsari; PK = pupuk kandang; BPK = biochar pupuk kandang; BUK = biochar ubikayu; PKA = pupuk kandang diberikan setiap awal tanam

Kemantapan agregat tanah awal adalah 1,13 mm, dan merupakan kategori sangat stabil, sehingga setelah diberikan perlakuan, indeks DMR kemantapan agregat juga semakin meningkat menjadi sangat stabil sekali (> 2,00 mm). Perlakuan pemberian BO pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung dan ubikayu + kacang tanah berpengaruh nyata terhadap kemantapan agregat tanah pada 30 dan 60 HST (Lampiran 10). Pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung, peningkatan kemantapan agregat tertinggi terjadi pada perlakuan biochar pupuk kandang (c + j BPK) (2,36 mm) dan terendah pada perlakuan kontrol (c + j) (1,39 mm; Tabel 5; Lampiran 4). Sedangkan pada sistem tumpangsari ubikayu + kacang tanah, peningkatan kemantapan agregat tertinggi terjadi pada perlakuan biochar pupuk kandang (c + k BPK) (2,55 mm) dan terendah pada perlakuan kontrol (c + k) (1,56 mm; Tabel 5; Lampiran 4).





Keterangan : (A) Ubikayu + jagung; (B) Ubikayu + Kacang tanah; HST = Hari setelah tanam; c+j = *cassava* (ubikayu) dan jagung dalam sistem tumpangsari; c+k = *cassava* (ubikayu) dan kacang tanah dalam sistem tumpangsari; PK = pupuk kandang; BPK = biochar pupuk kandang; BUK = biochar ubikayu; PKA = pupuk kandang diberikan setiap awal tanah

Gambar 2. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Biochar Terhadap Kemantapan Agregat Tanah

Gambar 2 menunjukkan bahwa semua perlakuan mampu meningkatkan kemantapan agregat tanah pada 30 dan 60 HST baik pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung dan ubikayu + kacang tanah. Pada 120 HST (setelah panen), penggunaan biochar pupuk kandang dan biochar ubikayu sebagai bahan organik pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung dan ubikayu + kacang tanah masih mampu meningkatkan kemantapan agregat tanah, sedangkan kemantapan agregat tanah pada perlakuan yang lain menurun. Penggunaan biochar pupuk kandang dan biochar ubikayu sebagai bahan organik pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung dan ubikayu + kacang tanah dapat meningkatkan kemantapan agregat (1,58; 1,84; 2,15; 1,88 mm) pada 30 HST dan (1,77; 1,98; 2,24; 1,85 mm) pada 60 HST serta setelah panen atau 120 HST (2,36; 2,02; 2,13; 2,09 mm) dibandingkan dengan perlakuan tanpa penggunaan biochar (Lampiran 10, Gambar 2). Pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung, peningkatan kemantapan agregat tertinggi terjadi pada perlakuan biochar pupuk kandang (c + j BPK) (2,36 mm) dan terendah pada perlakuan kontrol (c + j) (1,39 mm). Sedangkan pada sistem tumpangsari ubikayu dan kacang tanah, kemantapan agregat terbesar terjadi pada perlakuan biochar pupuk kandang (c + k BPK) (2,55 mm) dan terendah pada perlakuan kontrol (c + k) (1,56 mm).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kemantapan agregat antara lain pengolahan tanah, aktivitas mikroorganisme tanah, dan penutupan tajuk tanaman pada permukaan tanah yang dapat menghindari *splash erosion* akibat curah hujan tinggi. Keberadaan bahan organik tanah berpengaruh terhadap kemantapan agregat tanah, karena bahan organik tanah berpengaruh pada aktivitas tanah dan pertumbuhan tanaman. Kemantapan agregat juga sangat menentukan tingkat kepekaan tanah terhadap erosi. Agregat dapat menciptakan lingkungan fisik yang baik untuk perkembangan akar tanaman melalui pengaruhnya terhadap porositas, aerasi dan daya menahan air.

#### 4.1.3. Sifat Kimia

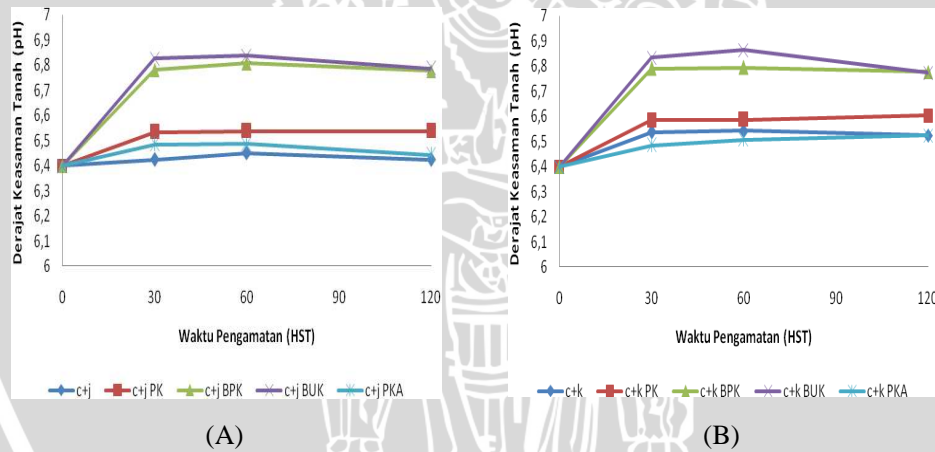
##### 4.1.3.1. Derajat Kemasaman Tanah (pH)

Perlakuan pemberian BO pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung dan ubikayu + kacang tanah berpengaruh terhadap pH pada 60 dan 120 HST (Lampiran 12), walaupun rata-rata terjadi penurunan setelah masa panen dikarenakan adanya aktivitas proses pemanenan. Berdasarkan hasil analisis dasar tanah, pH tanah ( $H_2O$ ) percobaan tergolong kriteria agak masam (6,4), sedangkan pH bahan organik ( $H_2O$ ) yang digunakan memiliki kriteria sedang. pH pada pupuk kandang adalah 7,4 sedangkan untuk pH biochar pupuk kandang sebesar 7,8 dan biochar ubikayu sebesar 8,1 (Lampiran 2). Pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung, peningkatan pH tertinggi terjadi pada perlakuan biochar pupuk kandang (c + j BPK) dan biochar ubikayu (c + j BUK) (6,8) dan terendah pada perlakuan kontrol (c + j) (6,4; Lampiran 5). Sedangkan pada sistem tumpangsari ubikayu + kacang tanah, peningkatan pH tertinggi terjadi pada perlakuan biochar pupuk kandang (c + k BPK) dan biochar ubikayu (c + k BUK) (6,8) dan terendah pada perlakuan kontrol (c + k) dan pupuk kandang diberikan setiap awal tanam (c + k PKA) (6,5; Lampiran 5).

Tabel 6. Pengaruh Perlakuan Terhadap pH (H<sub>2</sub>O)

Perlakuan	pH	
	60 HST	120 HST
c+j	6,5 a	6,4 a
c+j PK	6,5 a	6,5 ab
c+j BPK	6,8 b	6,8 b
c+j BUK	6,8 b	6,8 b
c+j PKA	6,5 a	6,44 a
c+k	6,5 a	6,5 ab
c+k PK	6,6 ab	6,6 ab
c+k BPK	6,8 b	6,8 b
c+k BUK	6,9 c	6,8 b
c+k PKA	6,5 a	6,5 ab

Keterangan : \* menggunakan analisis dasar tanah, HST = Hari setelah tanam; c+j = *cassava* (ubikayu) dan jagung dalam sistem tumpangsari; c+k = *cassava* (ubikayu) dan kacang tanah dalam sistem tumpangsari; PK = pupuk kandang; BPK = biochar pupuk kandang; BUK = biochar ubikayu; PKA = pupuk kandang diberikan setiap awal tanam



Keterangan : (A) Ubikayu + jagung; (B) Ubikayu + Kacang tanah HST = Hari setelah tanam; c+j = *cassava* (ubikayu) dan jagung dalam sistem tumpangsari; c+k = *cassava* (ubikayu) dan kacang tanah dalam sistem tumpangsari; PK = pupuk kandang; BPK = biochar pupuk kandang; BUK = biochar ubikayu; PKA = pupuk kandang diberikan setiap awal tanam

Gambar 3. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Biochar Terhadap Derajat Kemasaman Tanah

Gambar 3 menunjukkan bahwa semua perlakuan mampu meningkatkan derajat kemasaman tanah pada 30 dan 60 HST baik pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung dan ubikayu + kacang tanah. Pada 120 HST (setelah panen), penggunaan biochar pupuk kandang dan biochar ubikayu sebagai bahan organik pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung dan ubikayu + kacang tanah masih



mampu meningkatkan derajat kemasaman tanah, sedangkan derajat kemasaman tanah pada perlakuan yang lain menurun. Penggunaan biochar pupuk kandang dan biochar ubikayu sebagai bahan organik pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung dan ubikayu + kacang tanah dapat meningkatkan derajat kemasaman tanah (6,8; 6,8; 6,8; 6,8) pada 30 HST dan (6,8; 6,8; 6,8; 6,9) pada 60 HST serta setelah panen atau 120 HST (6,8; 6,8; 6,8; 6,8) dibandingkan dengan perlakuan tanpa penggunaan biochar (Gambar 2). Pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung, peningkatan derajat kemasaman tertinggi terjadi pada perlakuan biochar pupuk kandang (c + j BPK) dan biochar ubikayu (c + j BUK) (6,8) dan terendah pada perlakuan kontrol (c + j) (6,4). Sedangkan pada sistem tumpangsari ubikayu + kacang tanah, peningkatan pH tertinggi terjadi pada perlakuan biochar pupuk kandang (c + k BPK) dan biochar ubikayu (c + k BUK) (6,8) dan terendah pada perlakuan kontrol (c + k) dan pupuk kandang diberikan setiap awal tanam (c + k PKA) (6,5).

Peningkatan nilai pH tanah akan diikuti dengan peningkatan ketersediaan unsur hara tanah karena semakin rendah kemasaman tanah (pH tinggi) maka proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme semakin cepat sehingga ketersediaan unsur hara tanah meningkat. Okoro *et al.*, (2005) menyatakan bahwa pH tanah mempengaruhi aktivitas mikroorganisme tanah dalam mendekomposisikan bahan organik. Jamur tanah lebih aktif pada pH rendah dibandingkan bakteri tanah. 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.

#### 4.1.3.2. Kandungan Nitrogen (N-Total)

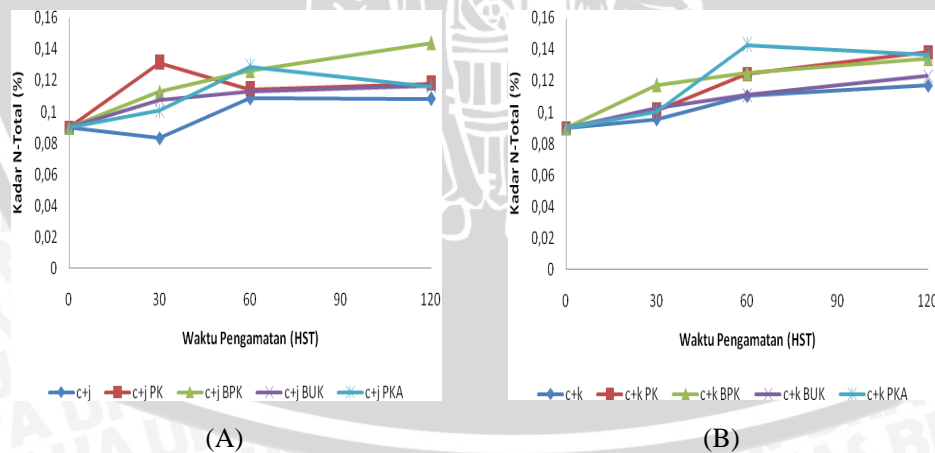
Berdasarkan hasil analisis dasar tanah, N-total tanah percobaan tergolong kriteria sangat rendah (0,09 %). N-total pada pupuk kandang adalah 0,53 % dan termasuk sangat rendah sedangkan untuk N-total biochar pupuk kandang sebesar 1,07 % tergolong rendah dan biochar ubikayu sebesar 1,64 % yang tergolong sedang (Lampiran 2). Perlakuan pemberian BO pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung dan ubikayu + kacang tanah berpengaruh nyata terhadap kadar N-total pada 30 dan 60 HST (Lampiran 13). Pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung,

peningkatan kadar N-total tertinggi terjadi pada perlakuan biochar pupuk kandang (c + j BPK) (0,14 %) dan terendah pada perlakuan kontrol (c + j) (0,11 %; Tabel 7; Lampiran 6). Sedangkan pada sistem tumpangsari ubikayu + kacang tanah, peningkatan kadar N-total tertinggi terjadi pada perlakuan pupuk kandang (c + k PK) (0,14 %) dan terendah pada perlakuan kontrol (c + k) dan biochar ubikayu (c + k BUK) (0,12 %; Tabel 7; Lampiran 6).

Tabel 7. Pengaruh Perlakuan Terhadap N-Total

Perlakuan	N-Total (%)	
	30 HST	60 HST
c+j	0,08 a	0,11 a
c+j PK	0,13 b	0,11 a
c+j BPK	0,11 ab	0,13 ab
c+j BUK	0,11 ab	0,11 a
c+j PKA	0,10 ab	0,13 ab
c+k	0,10 ab	0,11 a
c+k PK	0,10 ab	0,12 ab
c+k BPK	0,12 b	0,12 ab
c+k BUK	0,10 ab	0,11 a
c+k PKA	0,10 ab	0,14 b

Keterangan : \* menggunakan analisis dasar tanah, HST = Hari setelah tanam; c+j = *cassava* (ubikayu) dan jagung dalam sistem tumpangsari; c+k = *cassava* (ubikayu) dan kacang tanah dalam sistem tumpangsari; PK = pupuk kandang; BPK = biochar pupuk kandang; BUK = biochar ubikayu; PKA = pupuk kandang diberikan setiap awal tanam



Keterangan : (A) Ubikayu + jagung; (B) Ubikayu + Kacang tanah; HST = Hari setelah tanam; c+j = *cassava* (ubikayu) dan jagung dalam sistem tumpangsari; c+k = *cassava* (ubikayu) dan kacang tanah dalam sistem tumpangsari; PK = pupuk kandang; BPK = biochar pupuk kandang; BUK = biochar ubikayu; PKA = pupuk kandang diberikan setiap awal tanam

Gambar 4. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Biochar Terhadap Kadar N-Total Tanah



Gambar 4 menunjukkan bahwa semua perlakuan mampu meningkatkan kadar N-total pada 30, 60, 120 (setelah panen) HST baik pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung dan ubikayu + kacang tanah. Penggunaan biochar pupuk kandang dan biochar ubikayu sebagai bahan organik pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung dan ubikayu + kacang tanah dapat meningkatkan kadar N-total (0,11; 0,11; 0,12; 0,10 %) pada 30 HST dan (1,13; 1,11; 1,12; 1,11 %) pada 60 HST serta setelah panen atau 120 HST (1,14; 1,12; 1,13; 1,12 %) dibandingkan dengan perlakuan tanpa penggunaan biochar (Lampiran 6, Gambar 4). Pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung, peningkatan kadar N-total tertinggi terjadi pada perlakuan biochar pupuk kandang (c + j BPK) (0,14 %) dan terendah pada perlakuan kontrol (c + j) (0,11 %). Sedangkan pada sistem tumpangsari ubikayu + kacang tanah, peningkatan kadar N-total tertinggi terjadi pada perlakuan pupuk kandang (c + k PK) (0,14 %) dan terendah pada perlakuan kontrol (c + k) dan biochar ubikayu (c + k BUK) (0,12).

Penggunaan biochar pupuk kandang ataupun biochar ubikayu dapat meningkatkan N-total walaupun peningkatannya relatif kecil. Pada awal penelitian N-total dalam tanah tergolong kriteria sangat rendah tetapi setelah diberi perlakuan kriterianya naik satu tingkat yaitu menjadi rendah, dan setelah masa panen kandungan N-total tanah juga tidak berubah. Menurut Hardjowigeno (2004), salah satu penyebab hilangnya N dalam tanah karena digunakan oleh tanaman untuk pertumbuhannya, dimana semakin bertambahnya umur tanaman, praktis kebutuhan tanaman akan hara menjadi meningkat sehingga pengambilan baik ammonium maupun nitrat dari dalam tanah semakin besar. Selain itu, penelitian yang dilakukan di lahan terbuka dan pada saat musim penghujan juga diduga menjadi penyebab penurunan kadar N-total sehingga memudahkan adanya proses volatilisasi. Volatilisasi sendiri merupakan proses kehilangan N menjadi gas nitrogen pada suhu atau kandungan karbonat tinggi (Syekhfani, 1997). Amonia merupakan gas yang mudah menguap, sehingga ketersediaan N dalam tanah berkurang yang pada akhirnya menurunkan jumlah N total dalam tanah.

Pertumbuhan tanaman sering kali dihambat oleh ketersediaan nitrogen, dan dampak negatif keterbatasan ketersediaan nitrogen seringkali melebihi



dampak negatif ketersediaan unsur hara lainnya. Pemberian N yang berlebihan menyebabkan tanaman akan tampak lebih subur, ukuran daun menjadi lebih besar, batang menjadi lunak dan berair (sekulen) sehingga mudah rebah dan mudah diserang penyakit, bunga mudah rontok. Sebaliknya N yang rendah menyebabkan tanaman tumbuh lambat dan kerdil, daun berwarna hijau muda, daun yang lebih tua menguning dan akhirnya kering. Nitrogen bersifat mobil sehingga jika terjadi kekurangan N pada bagian pucuk, N yang tersimpan pada daun tua akan dipindahkan ke organ yang lebih muda (Novizan, 2005).

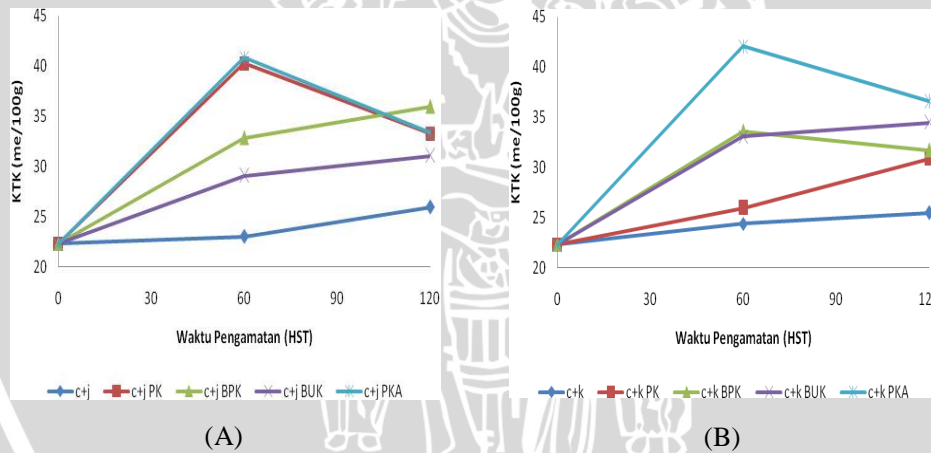
#### 4.1.3.3. Kapasitas Tukar Kation

Berdasarkan hasil analisis dasar tanah, kapasitas tukar tanah percobaan tergolong kriteria sedang (22,32 me/100 g), sedangkan kapasitas tukar kation bahan organik yang digunakan memiliki kriteria sedang. Kapasitas tukar kation pada pupuk kandang adalah 38,5 me/100 g sedangkan untuk kapasitas tukar kation biochar pupuk kandang sebesar 39,5 me/100 g dan biochar ubikayu sebesar 39,5 me/100 g (Lampiran 2). Perlakuan pemberian BO pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung dan ubikayu + kacang tanah berpengaruh nyata terhadap kapasitas tukar kation pada 60 HST (Lampiran 14). Pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung, peningkatan kapasitas tukar kation tertinggi terjadi pada perlakuan biochar pupuk kandang (c + j BPK) (32,86 me/100 g) dan terendah pada perlakuan kontrol (c + j) (23,06 me/100 g; Tabel 8; Lampiran 7). Sedangkan pada sistem tumpangsari ubikayu + kacang tanah, peningkatan kapasitas tukar kation tertinggi terjadi pada perlakuan pupuk kandang diberikan ditiap awal tanam (c + k PAK) (42,08 me/100 g) dan terendah pada perlakuan kontrol (c + k) (24,41 me/100 g; Tabel 8; Lampiran 7).

Tabel 8. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kapasitas Tukar Kation

Perlakuan	KTK (me/100 g)
	60 HST
c+j	23,06 a
c+j PK	40,27 bc
c+j BPK	32,86 ab
c+j BUK	29,08 ab
c+j PKA	40,85 bc
c+k	24,41 a
c+k PK	25,99 a
c+k BPK	33,62 b
c+k BUK	33,12 b
c+k PKA	42,08 c

Keterangan : \* menggunakan analisis dasar tanah, HST = Hari setelah tanam; c+j = *cassava* (ubikayu) dan jagung dalam sistem tumpangsari; c+k = *cassava* (ubikayu) dan kacang tanah dalam sistem tumpangsari; PK = pupuk kandang; BPK = biochar pupuk kandang; BUK = biochar ubikayu; PKA = pupuk kandang diberikan setiap awal tanam



Keterangan : (A) Ubikayu + jagung; (B) Ubikayu + Kacang tanah; HST = Hari setelah tanam; c+j = *cassava* (ubikayu) dan jagung dalam sistem tumpangsari; c+k = *cassava* (ubikayu) dan kacang tanah dalam sistem tumpangsari; PK = pupuk kandang; BPK = biochar pupuk kandang; BUK = biochar ubikayu; PKA = pupuk kandang diberikan setiap awal tanam

Gambar 5. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Biochar Terhadap Kapasitas Tukar Kation

Gambar 5 menunjukkan bahwa semua perlakuan mampu meningkatkan kapasitas tukar kation pada 60 HST baik pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung dan ubikayu + kacang tanah. Pada 120 HST (setelah panen), penggunaan biochar pupuk kandang dan biochar ubikayu sebagai bahan organik pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung dan ubikayu + kacang tanah masih mampu

meningkatkan kapasitas tukar kation, sedangkan kapasitas tukar kation pada perlakuan yang lain menurun. Penggunaan biochar pupuk kandang dan biochar ubikayu sebagai bahan organik pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung dan ubikayu + kacang tanah dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (1,77; 1,98; 2,24; 1,85 mm) pada 60 HST dan setelah panen atau 120 HST (2,36; 2,02; 2,13; 2,09 mm) dibandingkan dengan perlakuan tanpa penggunaan biochar (Lampiran 14, Gambar 5). Pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung, peningkatan kapasitas tukar kation tertinggi terjadi pada perlakuan biochar pupuk kandang (c + j BPK) (32,86 me/100 g) dan terendah pada perlakuan kontrol (c + j) (23,06 me/100 g). Sedangkan pada sistem tumpangsari ubikayu + kacang tanah, peningkatan kapasitas tukar kation tertinggi terjadi pada perlakuan pupuk kandang diberikan ditiap awal tanam (c + k PAK) (42,08 me/100 g) dan terendah pada perlakuan kontrol (c + k) (24,41 me/100 g).

Penambahan biochar ubikayu pada setiap komoditi tanaman memberikan hasil yang baik karena mengalami peningkatan pada setiap pengamatan, sedangkan menggunakan biochar pupuk kandang pada komoditi kacang tanah mengalami penurunan pada pengamatan 120 HST. Penurunan kapasitas tukar kation tanah setelah masa panen karena menyesuaikan pertumbuhan tanaman yang mengalami penurunan termasuk penyerapan unsur hara. Tingginya kapasitas tukar kation tanah sebelum diadakan percobaan dikarenakan tanah percobaan memiliki kandungan liat sebanyak 47 %, dimana semakin tinggi jumlah liat suatu jenis tanah maka kapasitas tukar kation akan semakin bertambah besar (Hakim *et al.*, 1986).

#### **4.1.4. Pertumbuhan Tanaman Jagung dan Kacang Tanah**

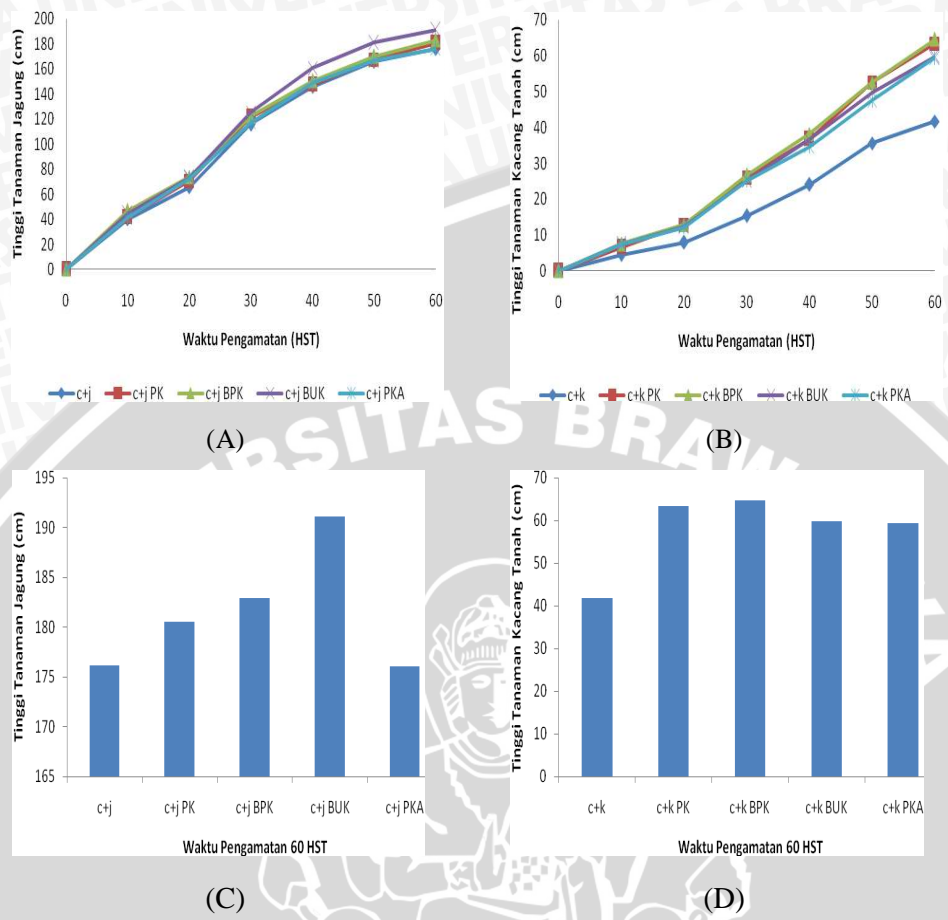
Percobaan yang dilakukan menggunakan dua jenis tanaman yang ditumpangsarikan dengan tanaman ubikayu, dua jenis tanaman tersebut adalah tanaman jagung dan tanaman kacang tanah. Tanaman jagung menggunakan benih jenis Pioneer 21, sedangkan tanaman kacang tanah menggunakan benih Kelinci dan untuk tanaman ubikayu menggunakan jenis Barokah.



#### 4.1.4.1. 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 tumbuh kembang tanaman, pengukuran dilakukan dari permukaan tanah sampai pucuk daun tertinggi. Perlakuan pemberian BO pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung dan ubikayu + kacang tanah tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada 10, 20, 30, 40, 50 dan 60 HST (Lampiran 16). Pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung, tinggi tanaman tertinggi terjadi pada perlakuan biochar ubikayu (c + j BUK) (125,27 cm) dan terendah pada perlakuan kontrol (c + j) (115,93 cm; Lampiran 8). Sedangkan pada sistem tumpangsari ubikayu + kacang tanah, peningkatan kemantapan agregat tertinggi terjadi pada perlakuan biochar pupuk kandang (c + k BPK) (26,73 cm) dan terendah pada perlakuan kontrol (c + k) (15,37 cm; Lampiran 8).





Keterangan : (A) Ubikayu + jagung; (B) Ubikayu + Kacang tanah; (C) Ubikayu + jagung waktu pengamatan 60HST; (D) Ubikayu + Kacang tanah waktu pengamatan 60HST; HST = Hari setelah tanam; c+j = *cassava* (ubikayu) dan jagung dalam sistem tumpangsari; c+k = *cassava* (ubikayu) dan kacang tanah dalam sistem tumpangsari; PK = pupuk kandang; BPK = biochar pupuk kandang; BUK = biochar ubikayu; PKA = pupuk kandang diberikan setiap awal tanam

Gambar 6. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Biochar Terhadap Tinggi Tanaman

Gambar 6 menunjukkan bahwa semua perlakuan mampu meningkatkan tinggi tanaman pada 10, 20, 30, 40, 50 dan 60 HST baik pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung dan ubikayu + kacang tanah. Penggunaan biochar pupuk kandang dan biochar ubikayu sebagai bahan organik pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung dan ubikayu + kacang tanah dapat meningkatkan tinggi tanaman dibandingkan dengan perlakuan tanpa penggunaan biochar (Gambar 6). Pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung, tinggi tanaman tertinggi terjadi pada perlakuan biochar ubikayu (c + j BUK) (125,27 cm) dan terendah pada perlakuan kontrol (c + j) (115,93 cm). Sedangkan pada sistem tumpangsari ubikayu + kacang tanah, peningkatan kemantapan agregat tertinggi terjadi pada perlakuan

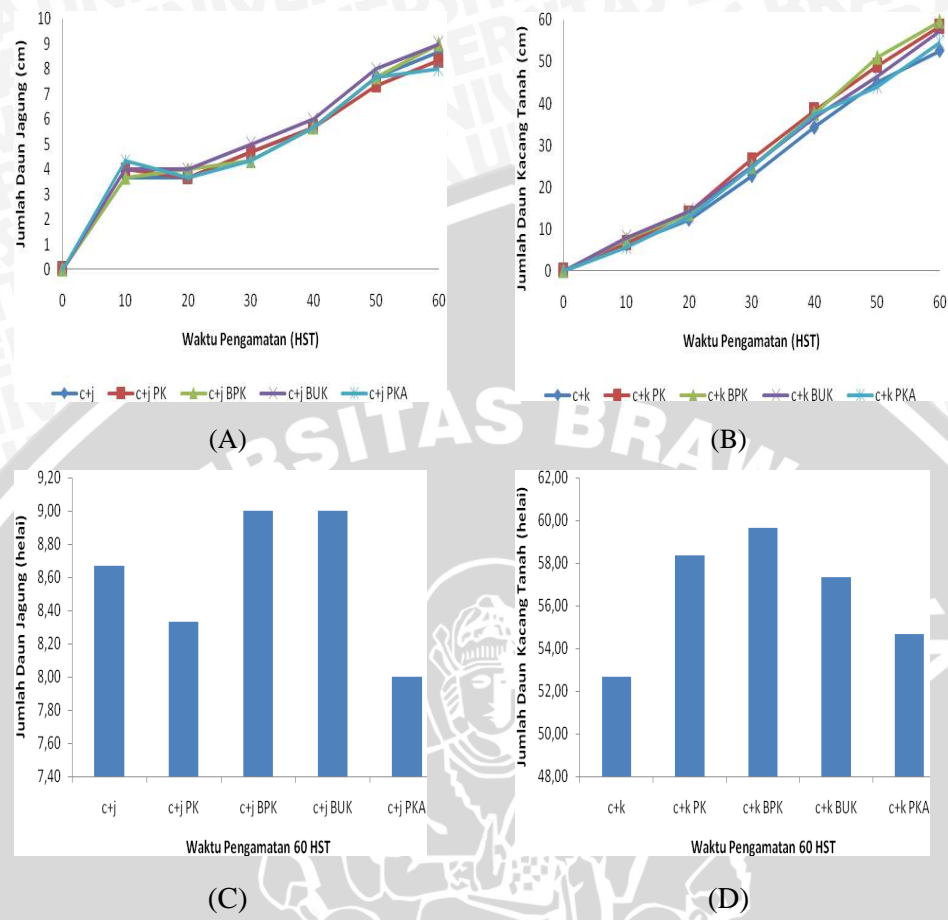
biochar pupuk kandang (c + k BPK) (26,73 cm) dan terendah pada perlakuan kontrol (c + k) (15,37 cm).

Syekhfani (1997) menyatakan nitrogen merupakan unsur yang berpengaruh cepat terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman, merupakan penyusun protein, komponen yang sangat penting dalam organ tanaman sehingga diperlukan dalam jumlah yang relatif banyak. Unsur N bagi tanaman dapat meningkatkan fotosintesa karena dapat memberi warna hijau pada daun/klorofil yang sangat berpengaruh pada proses fotosintesa. Hasil fotosintesa dapat diakumulasi keseluruhan bagian tanaman untuk pertumbuhan termasuk tinggi tanaman.

#### 4.1.4.2. Jumlah Daun

Selain tinggi tanaman, jumlah daun juga merupakan parameter yang dapat diamati secara langsung untuk mengetahui gambaran adanya tumbuh kembang tanaman. Pengukuran jumlah daun tanaman dilakukan dengan menghitung berapa banyak daun yang tumbuh dan diamati tiap 10 HST, 20 HST, 30 HST, 40 HST, 50 HST dan 60 HST. Perlakuan pemberian BO pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung dan ubikayu + kacang tanah tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun pada 10, 20, 30, 40, 50 dan 60 HST (Lampiran 16). Pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung, penambahan jumlah daun tertinggi terjadi pada perlakuan biochar ubi kayu (c + j BUK) (5 helai) dan terendah pada perlakuan biochar pupuk kandang (c + j BPK) dan pupuk kandang diberikan setiap awal tanam (c + j PKA) (4,33 helai; Tabel 9). Sedangkan pada sistem tumpangsari ubikayu + kacang tanah, penambahan jumlah daun tertinggi terjadi pada perlakuan pupuk kandang (c + k PK) (26,67 helai) dan terendah pada perlakuan kontrol (c + k) (22,67 helai; Lampiran 9).





Keterangan : (A) Ubikayu + jagung; (B) Ubikayu + Kacang tanah; (C) Ubikayu + jagung waktu pengamatan 60HST; (D) Ubikayu + Kacang tanah waktu pengamatan 60HST; HST = Hari setelah tanam; c+j = *cassava* (ubikayu) dan jagung dalam sistem tumpangsari; c+k = *cassava* (ubikayu) dan kacang tanah dalam sistem tumpangsari; PK = pupuk kandang; BPK = biochar pupuk kandang; BUK = biochar ubikayu; PKA = pupuk kandang diberikan setiap awal tanam

Gambar 7. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Biochar Terhadap Jumlah Daun

Gambar 7 menunjukkan bahwa semua perlakuan mampu menambah jumlah daun pada 10, 20, 30, 40, 50 dan 60 HST baik pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung dan ubikayu + kacang tanah. Penggunaan biochar pupuk kandang dan biochar ubikayu sebagai bahan organik pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung dan ubikayu + kacang tanah dapat menambah jumlah daun dibandingkan dengan perlakuan tanpa penggunaan biochar (Gambar 7). Pada sistem tumpangsari ubikayu + jagung, pertambahan jumlah daun tertinggi terjadi pada perlakuan biochar ubi kayu (c + j BUK) (5 helai) dan terendah pada perlakuan biochar pupuk kandang (c + j BPK) dan pupuk kandang diberikan setiap awal tanam (c + j PKA) (4,33 helai). Sedangkan pada sistem tumpangsari

ubikayu + kacang tanah, penambahan jumlah daun tertinggi terjadi pada perlakuan pupuk kandang (c + k PK) (26,67 helai) dan terendah pada perlakuan kontrol (c + k) (22,67 helai).

Pembentukan bagian tubuh tanaman seperti daun memerlukan energi yang didapat dari ketersediaan hara bagi tanaman. Nitrogen merupakan unsur penyusun klorofil yang sangat berpengaruh pada proses fotosintesa dan protein, dimana keduanya merupakan unsur utama dalam pembentukan daun dan bagian vegetatif tanaman yang lain serta pembentukan sel-sel baru seperti daun, cabang, dan mengganti sel-sel yang rusak.

## 4.2. Pembahasan

### 4.2.1. Pengaruh Bahan Organik Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tanah

Bahan organik merupakan bahan pemantap agregat tanah, menjaga keberlangsungan suplai dan ketersediaan hara dengan adanya kation yang mudah dipertukarkan selain itu bahan organik adalah sumber energi dari sebagian besar organisme tanah. Kemampuan tanah dalam menyediakan hara sangat ditentukan oleh kondisi dan jumlah bahan organik tanah. 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). Bahan organik yang digunakan dalam penelitian ini adalah biochar, karena biochar dapat meningkatkan nilai pH, menambah unsur hara, meningkatkan kapasitas pertukaran kation dan ameliorasi dari sifat-sifat fisik seperti retensi air tanah dan kemantapan agregat (Glaser *et al.*, 2002 dalam Yamato, 2006). Sebagian besar bahan organik mempengaruhi tanaman melalui perubahan sifat dan ciri tanah.

Perubahan bahan organik berpengaruh terhadap sifat fisik tanah karena merangsang granulasi dalam tanah dan juga membantu membentuk agregat tanah yang stabil. Melalui penambahan bahan organik, tanah yang tadinya berat menjadi berstruktur remah yang relatif lebih ringan. Hal ini dibuktikan dengan hubungan korelasi antara C-organik dengan kemantapan agregat karena memiliki korelasi

positif ( $r = 0,37$ ; Lampiran 17), dimana 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).

Pengaruh bahan organik terhadap sifat kimia tanah adalah meningkatkan daya jerap dan kapasitas tukar kation (KTK). Peningkatan KTK akibat penambahan bahan organik dikarenakan pelapukan bahan organik akan menghasilkan humus (koloid organik) yang mempunyai permukaan dapat menahan unsur hara dan air sehingga dapat dikatakan bahwa pemberian bahan organik dapat menyimpan pupuk dan air yang diberikan di dalam tanah. Selanjutnya bahan organik dapat mengikat unsur hara makro dalam bentuk organik atau dalam tubuh mikroorganisme, sehingga terhindar dari pencucian. Selain bahan organik juga dapat menjaga keberlangsungan suplai dan ketersediaan hara dengan adanya kation yang mudah dipertukarkan. Nitrogen, fosfor dan belerang diikat dalam bentuk organik dan asam humus hasil dekomposisi bahan organik akan mengekstraksi unsur hara dari batuan mineral (Hakim, *et al.*, 1986). Berdasarkan hubungan korelasi, C-organik berkorelasi positif dengan ketersediaan N dalam tanah ( $r = 0,03$ ; Lampiran 17) serta dengan KTK ( $r = 0,22$ ; Lampiran 17), hal ini berarti bahwa semakin tinggi C-organik akan diikuti peningkatan kadar N total dan kapasitas tukar kation dalam tanah. Sedangkan korelasi antara C-organik dengan pH bernilai negatif ( $r = -0,06$ ; Lampiran 17) tetapi regresi menunjukkan nilai positif, hal ini menunjukkan perubahan bahan organik tidak terlalu berpengaruh terhadap nilai pH. Penambahan bahan organik dapat meningkatkan atau malah menurunkan pH tanah, hal ini bergantung pada jenis tanah dan bahan organik yang ditambahkan. Penurunan pH tanah akibat penambahan bahan organik dapat terjadi karena



dekomposisi bahan organik yang banyak menghasilkan asam-asam dominan. Sedangkan kenaikan pH akibat penambahan bahan organik yang terjadi pada tanah masam dimana kandungan aluminium tanah tinggi, terjadi karena bahan organik mengikat Al sebagai senyawa kompleks sehingga tidak terhidrolisis lagi (Lumbanraja *et al.*, 1997 dalam Simanjuntak, 2008).

#### 4.2.2. Pengaruh Sifat Fisik Tanah Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Tanaman jagung (*Zea mays L*) membutuhkan tanah tekstur remah, karena tanah tersebut bersifat porous sehingga memudahkan perakaran jagung. Jagung dapat tumbuh pada berbagai macam jenis tanah. Tanah lempung berdebu adalah yang paling 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. Sedangkan jenis tanah yang sesuai untuk kacang tanah (*Arachis hypogaea L.*) adalah jenis tanah yang gembur/bertekstur ringan dan subur. Kekurangan air akan menyebabkan tanaman kurus, kerdil, layu dan akhirnya mati. Tanah berdrainase dan berserasi baik atau lahan tidak terlalu becek dan tidak terlalu kering, baik bagi pertumbuhan tanaman kacang tanah (BPPT, 2006).

Bahan organik memiliki peran penting dalam menentukan kemampuan tanah untuk mendukung tanaman, sehingga jika kadar bahan organik tanah menurun, kemampuan tanah dalam mendukung produktivitas tanaman juga menurun. Penambahan biochar sebagai bahan organik tanah yang mengalami dekomposisi membantu dalam perbaikan struktur tanah. Pada tanah dengan drainase buruk, dimana air berlebih, oksidasi terhambat karena kondisi aerasi yang buruk. Hal ini menyebabkan kadar bahan organik dan N tinggi daripada tanah berdrainase baik (Hakim, *et al.*, 1986). Hubungan korelasi kemantapan agregat berkorelasi positif dengan tinggi tanaman ( $r = 0,08$ ; Lampiran 17) serta jumlah daun ( $r = 0,15$ ; Lampiran 17), hal ini menandakan bahwa semakin tinggi tingkat kestabilan agregat tanah akan meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daunnya. Agregat yang stabil akan menciptakan kondisi yang baik bagi pertumbuhan tanaman. Agregat dapat menciptakan lingkungan fisik yang baik untuk perkembangan akar tanaman melalui pengaruhnya terhadap porositas,

aerasi dan daya menahan air. Pada tanah yang agregatnya kurang stabil, bila terkena gangguan maka agregat tanah tersebut akan mudah hancur. Butir-butir halus hasil hancuran akan menghambat pori-pori tanah sehingga aerasi menjadi buruk dan permeabilitas menjadi lambat (Hakim, *et al.*, 1986).

#### 4.2.3. Pengaruh Sifat Kimia Tanah Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Tanaman jagung (*Zea mays L*) membutuhkan ketersediaan nutrisi cukup dan reaksi tanah antara pH 5,5-8,0 untuk pertumbuhan terbaik. Padang rumput luas adalah tempat yang baik untuk pertumbuhan tanaman jagung. Ketersediaan unsur hara sangat mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman jagung. Kekurangan unsur hara dapat diberikan melalui pemupukan. Unsur hara Nitrogen merupakan unsur yang sangat penting dalam pertumbuhan tanaman jagung. Unsur ini memacu pertumbuhan vegetatif yaitu pertumbuhan sel-sel tanaman, di samping juga diperlukan pada fase generatif (Martin, 1987 dalam Noor, 2005). pH tanah yang sesuai kacang tanah untuk budidaya kacang tanah (*Arachis hypogaeae L.*) adalah pH antar 6,0-6,5. Penyinaran sinar matahari secara penuh amat dibutuhkan bagi tanaman kacang tanah, terutama kesuburan daun dan perkembangan besarnya kacang.

Keberadaan jumlah unsur hara pada tanah akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman, nitrogen merupakan salah satu unsur hara makro. Ketersediaan N juga dipengaruhi oleh pH tanah, aktivitas jasad mikro menurun bila pH rendah meskipun N total tinggi. Nilai pH tanah dipengaruhi kejenuhan basa, sifat koloid dan macam kation yang terjerap (Hakim *et al.*, 1986). Tanah yang memiliki KTK yang tinggi akan menyebabkan lambatnya perubahan pH tanah. Menurut Hakim, *et 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 yang rendah, KTK tanah akan relatif rendah. Hubungan korelasi antara kapasitas tukar kation dengan pH memiliki nilai negatif ( $r = -0,22$ ; Lampiran 17), hal ini menunjukkan bahwa KTK tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan pH tanah dalam penelitian. Seperti halnya hubungan antara pH dengan N-total berkorelasi negatif ( $r = -0,16$ ; Lampiran 17), sedangkan hubungan antara KTK dengan N-total



memiliki korelasi positif ( $r = 0,45$ ; Lampiran 17), hal ini menunjukkan apabila nilai KTK semakin tinggi akan diikuti oleh peningkatan N-total tanah.

Menurut Hakim, *et al.* (1986), pertumbuhan tanaman dipengaruhi pH tanah melalui dua cara yaitu pengaruh langsung ion hidrogen dan pengaruh tidak langsung, yakni tidak tersedianya unsur-unsur tersebut dan adanya unsur-unsur yang beracun. pH tanah berpengaruh terhadap keberadaan jasad mikro, keberadaan jasad mikro sendiri diharapkan membantu proses nitrifikasi yang akan berpengaruh pada ketersediaan N dalam tanah, dan juga mineralisasi bahan organik diharapkan dapat meningkatkan unsur lain seperti P dan S, karena kedua proses ini berkaitan erat dengan keberadaan jasad mikro. Bakteri dan aktinomisetes berfungsi lebih baik pada tanah mineral ber-pH sedang hingga tinggi, kegiatan mereka akan berkurang bila pH turun lebih dari 5,5. Pada pH rendah jamur dominan. Sedangkan pada pH tinggi jamur bersaing dengan bakteri dan aktinomisetes. Hubungan korelasi pH tanah berkorelasi positif dengan tinggi tanaman ( $r = 0,05$ ; Lampiran 17) dan jumlah daun ( $r = 0,15$ ; Lampiran 17), hal ini menandakan bahwa semakin tinggi tingkat kemasaman pH tanah akan meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun.

Syekhfani (1997) menyatakan nitrogen merupakan unsur yang berpengaruh cepat terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman, merupakan penyusun protein, komponen yang sangat penting dalam organ tanaman sehingga diperlukan dalam jumlah yang relatif banyak. Hubungan korelasi N-total berkorelasi negatif dengan tinggi tanaman ( $r = -0,10$ ; Lampiran 17) dan berkorelasi positif dengan jumlah daun ( $r = 0,22$ ; Lampiran 17), hal ini dikarenakan adanya kaitan erat unsur N dengan daun bagi tanaman. Unsur N bagi tanaman dapat meningkatkan fotosintesa karena dapat memberi warna hijau pada daun/klorofil yang sangat berpengaruh pada proses fotosintesa. Hasil fotosintesa dapat diakumulasikan keseluruh bagian tanaman untuk pertumbuhan termasuk tinggi tanaman. Pembentukan bagian tubuh tanaman seperti daun memerlukan energi yang didapat dari ketersediaan hara bagi tanaman. Nitrogen merupakan unsur penyusun klorofil yang sangat berpengaruh pada proses fotosintesa dan protein, dimana keduanya merupakan unsur utama dalam pembentukan daun dan



bagian vegetatif tanaman yang lain serta pembentukan sel-sel baru seperti daun, cabang, dan mengganti sel-sel yang rusak.

Keberadaan bahan organik dapat meningkatkan ketersediaan beberapa unsur hara seperti N, P, K dan S dan hal ini akan mempengaruhi pertukaran kation. Kapasitas tukar kation berpengaruh pada pertumbuhan tanaman karena ada hubungannya dengan penyediaan unsur hara tanaman. Hubungan antara koloid tanah dan akar tanaman sangat berdekatan sehingga dapat terjadi pertukaran langsung antara tanah dan akar (Hakim, *et al.*, 1986). Hubungan korelasi kapasitas tukar kation berkorelasi negatif dengan tinggi tanaman ( $r = -0,02$ ; Lampiran 17) dan berkorelasi positif dengan jumlah daun ( $r = 0,08$ ; Lampiran 17). Kapasitas tukar kation yang tinggi sangat penting untuk mengikat unsur hara yang diberikan dan meningkatkan daya sangga (*buffer*) tanah sehingga tanaman dapat terhindar dari beberapa cekaman seperti keasaman tanah, dan keracunan yang ditimbulkan oleh beberapa unsur hara seperti Pb, dan Cl.

#### 4.2.4. Pembahasan Umum

Penambahan biochar sebagai bahan organik berpengaruh nyata pada perbaikan sifat fisik (kemantapan agregat) dan sifat kimia (pH, ketersediaan N dan KTK). Berdasarkan hasil penelitian, biochar berpengaruh nyata terhadap kemantapan agregat pada 30 HST dan 60 HST, sedangkan pada masa setelah panen (120 HST) tidak berpengaruh nyata, hal ini dikarenakan telah berkurangnya aktivitas akar tanaman pada masa panen. Perbaikan sifat kimia dapat dilihat dari pengaruh nyata terhadap nilai pH, N-total dan KTK. Biochar berpengaruh nyata terhadap pH pada 60 HST dan setelah masa setelah panen, sedangkan pada 30 HST tidak berpengaruh nyata. Sedangkan ketersediaan N juga dipengaruhi nyata oleh penambahan biochar pada 30 HST dan 60 HST dan tidak berpengaruh nyata pada 120 HST, hal ini dikarenakan karena tanaman telah memanfaatkan hasil dari perombakan N-total tanah. Biochar juga berpengaruh nyata terhadap KTK pada 60 HST tetapi setelah masa panen tidak berpengaruh nyata, hal ini dikarenakan dengan peningkatan pertumbuhan tanaman diikuti penurunan jerapan dan pertukaran kation yang mempengaruhi ketersediaan unsur hara.

Penambahan biochar sebagai bahan organik tidak berpengaruh nyata pada pertumbuhan tanaman jagung dan kacang tanah. Hal ini dikarenakan ketersediaan nitrogen yang rendah pada tanah, dimana nitrogen merupakan unsur penyusun klorofil dan protein, yang mana keduanya merupakan unsur utama dalam pembentukan daun dan bagian vegetatif tanaman yang lain, yaitu pembentukan sel-sel baru seperti daun, cabang, dan mengganti sel-sel yang rusak. Suryantini (2005) menyatakan tersedianya N bagi tanaman dalam tanah akan menyebabkan peningkatan serapan N akibatnya meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun dan pada akhirnya meningkatkan bobot tanaman.



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan:

1. Penambahan biochar sebagai bahan organik berpengaruh nyata kepada Alfisol Jatikerto yang terdegradasi pada perbaikan sifat fisik (kemantapan agregat) pada 30 HST dan 60 HST. Perlakuan dengan kemantapan agregat tertinggi adalah biochar pupuk kandang (c + j BPK) (2,36 mm) untuk komoditi jagung, sedangkan untuk komoditi kacang tanah kandungan bahan organik tertinggi pada perlakuan biochar pupuk kandang (c + k BPK) (2,55 mm).
2. Penambahan biochar sebagai bahan organik berpengaruh nyata kepada Alfisol Jatikerto yang terdegradasi pada perbaikan sifat kimia terhadap kandungan bahan organik, pH, N-total dan KTK. Perlakuan dengan kandungan bahan organik tertinggi adalah biochar ubikayu (c + j BUK) (2,08 %) untuk komoditi jagung, sedangkan untuk komoditi kacang tanah kandungan bahan organik tertinggi pada perlakuan biochar pupuk kandang (c + k BPK) (2,08 %). Biochar berpengaruh nyata terhadap pH pada 60 HST dan 120 HST, perlakuan dengan nilai pH tertinggi pada biochar ubikayu dan biochar pupuk kandang (6,8), hal ini berlaku seluruh komoditi jagung (c + j BPK dan c + j BUK) maupun kacang tanah (c + k BPK dan c + k BUK). Kandungan N-total tanah juga dipengaruhi nyata oleh penambahan biochar pada 30 HST dan 60 HST, kandungan N-total tertinggi pada perlakuan biochar pupuk kandang (c + j BPK) (0,14 %) untuk komoditi jagung, sedangkan untuk komoditi kacang tanah tertinggi pada perlakuan pupuk kandang (c + k PK) dan pupuk kandang diberikan setiap awal tanam (c + k PKA) (0,14 %). Pemberian biochar berpengaruh nyata terhadap KTK pada 60 HST, pada komoditi jagung peningkatan tertinggi pada perlakuan biochar pupuk kandang (c + j BPK) (35,99 me/100 g), sedangkan pada komoditi kacang tanah tertinggi pada perlakuan pupuk kandang diberikan setiap awal tanam (c + k PKA) (36,57 me/100 g).



3. Penambahan biochar sebagai bahan organik tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman jagung dan kacang tanah dalam sistem tumpang sari berbasis ubikayu, tetapi penambahan biochar dapat menambah tinggi tanaman dan jumlah daun. Tanaman jagung tertinggi pada perlakuan biochar ubikayu (c + j BUK) (191,07 cm), pemberian biochar mempengaruhi 8,48 % dari tinggi kontrol (c + j) (176,13 cm). Tanaman kacang tanah tertinggi pada perlakuan biochar pupuk kandang (c + k BPK) (64,60 cm), pemberian biochar berpengaruh 54,92 % dari tinggi kontrol (c + k). Sedangkan jumlah daun jagung terbanyak pada perlakuan biochar pupuk kandang (c + j BPK) dan biochar ubikayu (c + j BUK) (9 helai), pemberian biochar berpengaruh 3,81 % dari tinggi kontrol (c + j). Jumlah daun kacang tanah terbanyak pada perlakuan biochar pupuk kandang (c + k BPK) (59,67 helai), pemberian biochar berpengaruh 13,30 % dari tinggi kontrol (c + k) (52,67 helai).

## 5.2. Saran

Dalam pelaksanaan penelitian ini, peneliti mengalami beberapa hambatan yang dapat digunakan sebagai saran untuk peneliti selanjutnya, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Disarankan penggunaan alat pembakar pyrolisis yang tepat, karena waktu pembakaran biochar secara tradisional yang dilakukan didalam tanah dirasa terlalu lama dan tidak dapat mengecek suhu pembakaran.
2. Disarankan dilakukan pengecekan gugus fungsional biochar untuk menambah pemahaman perubahan sifat dari biomassa menjadi biochar.
3. Disarankan adanya penelitian lanjutan untuk mengetahui dosis yang tepat untuk rekomendasi komoditi yang digunakan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Karangploso. 2000. Rakitan Teknologi Budidaya Padi, jagung, dan Kedelai. BPTP Karangploso. Malang.
- Barrow, C. J. 1991. Land Degradation. Development and Breakdown of Terrestrial Environments. Cambridge University Press. Cambridge.
- Chan, K. Y.; L. Van Zwieten; I. Meszaros; A. Downie and S. Joseph. 2007. Using Poultry Litter Biochars As Soil Amendments. Australian Journal Of Soil Research, 2008, 46, 437-444.
- Enters, T. 2001. Valuing the Off-site Effects of Land Degradation. In: Response to Land Degradation. Science Publishers, Inc. Enfield (NH), USA.
- Foth, H.D. 1997. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Gajahmada Uni Press. Yogyakarta.
- Hairiah, K; Widiyanto; S. R. Utami; D. Suprayogo; S. M. Sitompul; B. Lusiana; R. Mulia; M. Van Noordwijk dan G. Cadi. 2000. Pengelolaan Tanah Masam Secara Biologis; Refleksi Pengalaman dari Lampung Utara. SMT Gafika Desa Putra. Jakarta
- Hakim, N; M. Y. Nyakpa; A. M. Lubis; S. G. Nugroho; M. R. Saul; M. A. Diha; G. B. Hong; H. H. Bailey. 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Penerbit Universitas Lampung. Lampung.
- Handayanto, E.; K. Hairiah; Y. Nuraini; B. Prasetyo dan F. K. Aini. 2006. Biologi Tanah. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Hanafiah, K. A. 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Hardjowigeno, Sarwono. 2003. Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Akademia Pressindo. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2004. Ilmu Tanah. Akademia Pressindo. Jakarta.
- Hidayat, A. dan A. Mulyani. 2002. Lahan kering untuk pertanian. Hlm. 1-34 dalam teknologi pengelolaan lahan kering menuju pertanian produktif dan ramah lingkungan. Pusat penelitian dan pengembangan tanah dan agroklimat. Badan litbag pertanian.
- Jamilah. 2003. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Kelengasan Terhadap Perubahan Bahan Organik dan Nitrogen Total Entisol. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara.
- Lal, R. 1986. Soil Surface Management in the Tropics for Intensive Land Use and High and Sustained Production. Steward, B. A. (editor). Advances in Soil Science Volume 5. Springer-Verlag New York Inc. p:1-110.
- Lehmann, J and Rondon M. 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.
- McVay, Kent A. & Rice, Charles W. 2002. Soil Organic Carbon and Global

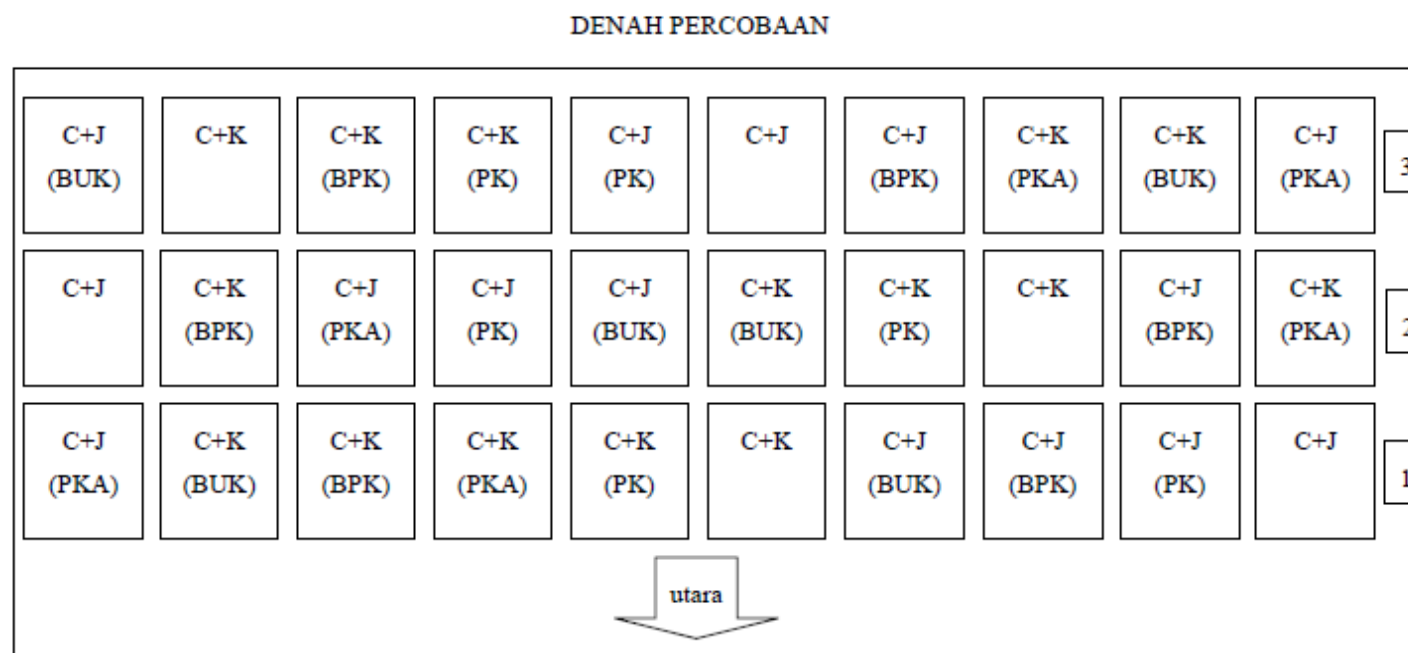


- Carbon Cycle. Kansas: Kansas State University. <http://oznet.ksu.edu>. [15 Maret 2010].
- Noor, Fauzian. 2005. Daya Adaptasi Tanaman Jagung (*Zea mays L*) Dalam Sistem Agoforestri Pinus (*Pinus mercurii*) Dengan Penyediaan Unsur Nitrogen. Universitas Brawijaya. Malang.
- Novizan. 2005. Petunjuk Pemupukan yang efektif. PT Agomedia Pustaka. Depok.
- Okoro, A. P., B. A. Peta, H. A. Natalie, and S. J. Klara. 2005. The Effects of Organic and Conventional Management Practices on Soil Characteristics, In Particular Aerobic Nitrogen Mineralization. University of Kassel. Germany.
- Simanjuntak, B. 2008. Peningkatan Kapasitas Penyanggaan Kalium pada Alfisol Akibat Pemberian Bahan Organik, Nitrogen dan Kalsium. *Agrivita* Vol 30 (3) p: 270-279.
- Stoate, C.; N. D. Boatman; R. J. Borralho; C.R. Carvalho; G. R. De Snoo and P. Eden. 2001. Ecological Impacts of Arable Intensification in Europe. *J Environ Manage*, 63(4):337-65.
- Sundrawati, A.; E.T. Sofyan dan O. Mulyani. 2007. Pengaruh Kompos Sampah Kota dan Pupuk Kandang Sapi Terhadap Sifat Kimia Tanah dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata*) Pada Fluventic Eutrudepts Asal Jatnagor Kabupaten Sumedang. Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Semarang.
- Suprayogo, D.; Widiyanto; P. Purnomosidi; R. H. Widodo; F. Rusianal; Aini; N. Khasanah dan Z. Kusuma. 2001. Degradasi sifat fisik tanah sebagai akibat alih guna lahan hutan menjadi sistem kopi momokultur: kajian perubahan makro porositas tanah. *Jurnal Penelitian Pertanian Universitas Brawijaya*. 60-68.
- Suryantini. 2005. Serapan N, P dan K Tanaman Petsai dengan Pemberian Lumpur Laut dan Pupuk Kandang pada Tanah Gambut. *Jurnal Agrosains*. Fakultas Pertanian Universitas Panca Bhakti Pontianak. Vol. 2 no. 1 (P):14-29.
- Syekhfani. 1997. Hubungan Hara dan Tanaman. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya; Malang.
- Yamato, Masahide, Y. Okimori, I. F. Wibowo, S. Anshori, M. Ogawa. 2006. Effects Of The Application Of Charred Bark Of Acacia Mangium On The Yield Of Maize, Cowpea and Peanut, and Soil Chemical Properties In South Sumatra, Indonesia. *Soil Science and Plant Nutrition*, 2006, 52, 489-495.



## LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Denah Percobaan



Keterangan : HST = Hari setelah tanam; c+j = *cassava* (ubikayu) dan jagung dalam sistem tumpangsari; c+k = *cassava* (ubikayu) dan kacang tanah dalam sistem tumpangsari; PK = pupuk kandang; BPK = biochar pupuk kandang; BUK = biochar ubikayu; PKA = pupuk kandang diberikan setiap awal tanam

**Lampiran 2.** Hasil Analisis Dasar Tanah dan Bahan Organik

Jenis Analisis	Analisis Dasar Tanah dan Bahan Organik			
	Tanah	Pupuk Kandang	Biochar Pupuk Kandang	Biochar Ubikayu
pH	6,4	7,4	7,8	8,1
C-Organik (%)	0,65	4,19	5,17	17,35
KTK (me/100 g)	22,32	38,5	39,5	39,5
N-Total (%)	0,09	0,53	1,07	1,64
P-Total (ppm)	11,5	0,27	0,52	0,12
K (me/100 g)	0,85	0,33	0,77	0,99
BO	1,12	7,25	8,95	30,01
C/N	8	8	5	11
Na (me/100 g)	0,29	0,16	0,8	0,2
Ca (me/100 g)	6,06	1,72	1,39	0,38
Mg (me/100 g)	1,01	0,28	0,64	0,35
Kejenuhan basa (%)	37			
Kemantapan Agregat (mm)	1,13			
Tekstur (%)	Liat			
	Pasir	28		
	Debu	34		
	Liat	38		

**Lampiran 3.** Perubahan Kandungan C-Organik Tanah dari Berbagai Perlakuan

Perlakuan	C-Organik Tanah (%)			Bahan Organik Tanah (%)		
	0 HST*	60 HST	120 HST	0 HST*	60 HST	120 HST
c+j	0,65	0,90	0,94	1,12	1,55	1,62
c+j PK	0,65	1,66	1,14	1,12	2,86	1,97
c+j BPK	0,65	1,08	1,23	1,12	1,86	2,12
c+j BUK	0,65	1,16	1,21	1,12	2	2,08
c+j PKA	0,65	1,19	1,09	1,12	2,06	1,88
c+k	0,65	0,85	0,60	1,12	1,47	1,03
c+k PK	0,65	1,26	0,89	1,12	2,17	1,53
c+k BPK	0,65	1,05	1,20	1,12	1,81	2,08
c+k BUK	0,65	1,03	1,18	1,12	1,78	2,03
c+k PKA	0,65	1,01	0,97	1,12	1,74	1,68

Keterangan : \* menggunakan analisis dasar tanah, HST = Hari setelah tanam; c+j = *cassava* (ubikayu) dan jagung dalam sistem tumpangsari; c+k = *cassava* (ubikayu) dan kacang tanah dalam sistem tumpangsari; PK = pupuk kandang; BPK = biochar pupuk kandang; BUK = biochar ubikayu; PKA = pupuk kandang diberikan setiap awal tanam

**Lampiran 4.** Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemantapan Agregat

Perlakuan	Kemantapan Agregat (mm)			
	0 HST*	30 HST	60 HST	120 HST
c+j	1,13	1,47 a	1,64 ab	1,39
c+j PK	1,13	1,87 ab	1,94 b	1,93
c+j BPK	1,13	1,58 a	1,77 ab	2,36
c+j BUK	1,13	1,84 ab	1,98 bc	2,02
c+j PKA	1,13	1,78 ab	1,84 ab	1,98
c+k	1,13	1,51 a	1,52 a	1,56
c+k PK	1,13	1,75 ab	1,81 ab	2,23
c+k BPK	1,13	2,15 b	2,24 c	2,55
c+k BUK	1,13	1,88 ab	1,93 b	2,13
c+k PKA	1,13	1,96 ab	1,85 ab	2,09

Keterangan : \* menggunakan analisis dasar tanah, HST = Hari setelah tanam; c+j = *cassava* (ubikayu) dan jagung dalam sistem tumpangsari; c+k = *cassava* (ubikayu) dan kacang tanah dalam sistem tumpangsari; PK = pupuk kandang; BPK = biochar pupuk kandang; BUK = biochar ubikayu; PKA = pupuk kandang diberikan setiap awal tanam



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

Perlakuan	pH			
	0 HST*	30 HST	60 HST	120 HST
c+j	6,4	6,4	6,5 a	6,4 a
c+j PK	6,4	6,5	6,5 a	6,5 ab
c+j BPK	6,4	6,8	6,8 b	6,8 b
c+j BUK	6,4	6,8	6,8 b	6,8 b
c+j PKA	6,4	6,5	6,5 a	6,44 a
c+k	6,4	6,5	6,5 a	6,5 ab
c+k PK	6,4	6,6	6,6 ab	6,6 ab
c+k BPK	6,4	6,8	6,8 b	6,8 b
c+k BUK	6,4	6,8	6,9 c	6,8 b
c+k PKA	6,4	6,5	6,5 a	6,5 ab

Keterangan : \* menggunakan analisis dasar tanah, HST = Hari setelah tanam; c+j = *cassava* (ubikayu) dan jagung dalam sistem tumpangsari; c+k = *cassava* (ubikayu) dan kacang tanah dalam sistem tumpangsari; PK = pupuk kandang; BPK = biochar pupuk kandang; BUK = biochar ubikayu; PKA = pupuk kandang diberikan setiap awal tanam

**Lampiran 6. Pengaruh Perlakuan Terhadap N-Total**

Perlakuan	N-Total (%)			
	0 HST*	30 HST	60 HST	120 HST
c+j	0,09	0,08 a	0,11 a	0,11
c+j PK	0,09	0,13 b	0,11 a	0,12
c+j BPK	0,09	0,11 ab	0,13 ab	0,14
c+j BUK	0,09	0,11 ab	0,11 a	0,12
c+j PKA	0,09	0,10 ab	0,13 ab	0,12
c+k	0,09	0,10 ab	0,11 a	0,12
c+k PK	0,09	0,10 ab	0,12 ab	0,14
c+k BPK	0,09	0,12 b	0,12 ab	0,13
c+k BUK	0,09	0,10 ab	0,11 a	0,12
c+k PKA	0,09	0,10 ab	0,14 b	0,14

Keterangan : \* menggunakan analisis dasar tanah, HST = Hari setelah tanam; c+j = *cassava* (ubikayu) dan jagung dalam sistem tumpangsari; c+k = *cassava* (ubikayu) dan kacang tanah dalam sistem tumpangsari; PK = pupuk kandang; BPK = biochar pupuk kandang; BUK = biochar ubikayu; PKA = pupuk kandang diberikan setiap awal tanam

### Lampiran 7. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kapasitas Tukar Kation

Perlakuan	KTK (me/100 g)		
	0 HST*	60 HST	120 HST
c+j	22,32	23,06 a	25,96
c+j PK	22,32	40,27 bc	33,30
c+j BPK	22,32	32,86 ab	35,99
c+j BUK	22,32	29,08 ab	31,07
c+j PKA	22,32	40,85 bc	33,38
c+k	22,32	24,41 a	25,52
c+k PK	22,32	25,99 a	30,89
c+k BPK	22,32	33,62 b	31,75
c+k BUK	22,32	33,12 b	34,45
c+k PKA	22,32	42,08 c	36,57

Keterangan : \* menggunakan analisis dasar tanah, HST = Hari setelah tanam; c+j = *cassava* (ubikayu) dan jagung dalam sistem tumpangsari; c+k = *cassava* (ubikayu) dan kacang tanah dalam sistem tumpangsari; PK = pupuk kandang; BPK = biochar pupuk kandang; BUK = biochar ubikayu; PKA = pupuk kandang diberikan setiap awal tanam

### 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
c+j	0	40,07	66,03	115,93	146,07	166,07	176,13
c+j PK	0	41,60	70,93	121,67	147,47	167,33	180,53
c+j BPK	0	47,13	73,73	122,13	150,47	170,00	182,93
c+j BUK	0	44,63	73,40	125,27	160,80	180,87	191,07
c+j PKA	0	41,30	72,60	117,20	148,47	166,60	176,07
c+k	0	4,53	7,93	15,37	24,10	35,57	41,70
c+k PK	0	6,70	12,87	26,13	36,77	52,53	63,40
c+k BPK	0	7,53	12,90	26,73	38,27	52,50	64,60
c+k BUK	0	7,50	12,43	25,13	36,67	49,70	59,73
c+k PKA	0	7,33	12,20	25,13	34,63	47,53	59,43

Keterangan: HST = Hari setelah tanam; c+j = *cassava* (ubikayu) dan jagung dalam sistem tumpangsari; c+k = *cassava* (ubikayu) dan kacang tanah dalam sistem tumpangsari; PK = pupuk kandang; BPK = biochar pupuk kandang; BUK = biochar ubikayu; PKA = pupuk kandang diberikan setiap awal tanam

### 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
c+j	0	3,67	3,67	4,67	5,67	7,67	8,67
c+j PK	0	4,00	3,67	4,67	5,67	7,33	8,33
c+j BPK	0	3,67	4,00	4,33	5,67	7,67	9,00
c+j BUK	0	4,00	4,00	5,00	6,00	8,00	9,00
c+j PKA	0	4,33	3,67	4,33	5,67	7,67	8,00
c+k	0	6,33	12,33	22,67	34,33	45,00	52,67
c+k PK	0	6,67	14,00	26,67	38,33	49,00	58,33
c+k BPK	0	7,67	13,67	25,00	37,67	51,00	59,67
c+k BUK	0	8,00	14,33	25,00	36,67	46,33	57,33
c+k PKA	0	5,67	13,00	24,67	37,33	44,00	54,67

Keterangan: HST = Hari setelah tanam; c+j = *cassava* (ubikayu) dan jagung dalam sistem tumpang-sari; c+k = *cassava* (ubikayu) dan kacang tanah dalam sistem tumpang-sari; PK = pupuk kandang; BPK = biochar pupuk kandang; BUK = biochar ubikayu; PKA = pupuk kandang diberikan setiap awal tanam



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

*1. Pada 30 Hari Setelah Tanam*

HST	SK	db	JK	KT	FHIT		FTAB 5%	FTAB 1%
30 HST	ulangan	2	0,025	0,013	1,53		3,555	6,013
	perlakuan	9	1,188	0,132	16,09		2,456	3,597
	T	1	0,150	0,150	18,23	**	4,414	8,285
	P	4	0,640	0,160	19,50	**	2,928	4,579
	T x P	4	0,399	0,100	12,15	**	2,928	4,579
	GALAT	18	0,148	0,008				
	TOTAL	29	1,361					

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

*2. Pada 60 Hari Setelah Tanam*

HST	SK	db	JK	KT	FHIT		FTAB 5%	FTAB 1%
60 HST	ulangan	2	0,044	0,022	2,74		3,555	6,013
	perlakuan	9	1,035	0,115	14,46		2,456	3,597
	T	1	0,008	0,008	1,07	TN	4,414	8,285
	P	4	0,652	0,163	20,50	**	2,928	4,579
	T x P	4	0,374	0,094	11,76	**	2,928	4,579
	GALAT	18	0,143	0,008				
	TOTAL	29	1,222					

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

*3. Pada 120 Hari Setelah Tanam*

HST	SK	db	JK	KT	FHIT		FTAB 5%	FTAB 1%
120 HST	ulangan	2	0,034	0,017	1,91		3,555	6,013
	perlakuan	9	3,211	0,357	39,97		2,456	3,597
	T	1	0,230	0,230	25,74	**	4,414	8,285
	P	4	2,944	0,736	82,46	**	2,928	4,579
	T x P	4	0,037	0,009	1,05	TN	2,928	4,579
	GALAT	18	0,161	0,009				
	TOTAL	29	3,406					

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

**Lampiran 11a.** Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap C-Organik*1. Pada 60 Hari Setelah Tanam*

HST	SK	db	JK	KT	FHIT	FTAB 5%	FTAB 1%
60 HST	ulangan	2	0,049	0,024	0,44	3,555	6,013
	perlakuan	9	1,384	0,154	2,77	2,456	3,597
	T	1	0,184	0,184	3,31	TN	8,285
	P	4	1,068	0,267	4,80	**	4,579
	T x P	4	0,132	0,033	0,59	TN	4,579
	GALAT	18	1,001	0,056			
	TOTAL	29	2,434				

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

*2. Pada 120 Hari Setelah Tanam*

HST	SK	db	JK	KT	FHIT	FTAB 5%	FTAB 1%
120 HST	ulangan	2	0,192	0,096	1,63	3,555	6,013
	perlakuan	9	1,068	0,119	2,01	2,456	3,597
	T	1	0,175	0,175	2,96	TN	8,285
	P	4	0,775	0,194	3,28	*	4,579
	T x P	4	0,119	0,030	0,50	TN	4,579
	GALAT	18	1,062	0,059			
	TOTAL	29	2,322				

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

**Lampiran 11b.** Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap BOT*1. Pada 60 Hari Setelah Tanam*

HST	SK	db	JK	KT	FHIT	FTAB 5%	FTAB 1%
60 HST	ulangan	2	0,145	0,072	0,44	3,555	6,013
	perlakuan	9	4,114	0,457	2,77	2,456	3,597
	T	1	0,547	0,547	3,31	TN	8,285
	P	4	3,175	0,794	4,80	**	4,579
	T x P	4	0,392	0,098	0,59	TN	4,579
	GALAT	18	2,976	0,165			
	TOTAL	29	7,234				

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

## 2. Pada 120 Hari Setelah Tanam

HST	SK	db	JK	KT	FHIT	FTAB 5%	FTAB 1%
	ulangan	2	0,571	0,286	1,63	3,555	6,013
	perlakuan	9	3,175	0,353	2,01	2,456	3,597
120 HST	T	1	0,519	0,519	2,96	TN	8,285
	P	4	2,302	0,576	3,28	*	4,579
	T x P	4	0,354	0,088	0,50	TN	4,579
	GALAT	18	3,158	0,175			
TOTAL		29	6,904				

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

**Lampiran 12.** Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap pH Tanah

## 1. Pada 30 Hari Setelah Tanam

HST	SK	db	JK	KT	FHIT	FTAB 5%	FTAB 1%
	ulangan	2	0,008	0,004	2,06	3,555	6,013
	perlakuan	9	0,702	0,078	40,20	2,456	3,597
30 HST	T	1	0,010	0,010	5,01	*	8,285
	P	4	0,679	0,170	87,46	**	4,579
	T x P	4	0,014	0,003	1,74	TN	4,579
	GALAT	18	0,035	0,002			
TOTAL		29	0,745				

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

## 2. Pada 60 Hari Setelah Tanam

HST	SK	db	JK	KT	FHIT	FTAB 5%	FTAB 1%
	ulangan	2	0,000	0,000	0,06	3,555	6,013
	perlakuan	9	0,720	0,080	147,90	2,456	3,597
60 HST	T	1	0,009	0,009	17,30	**	8,285
	P	4	0,702	0,175	324,11	**	4,579
	T x P	4	0,009	0,002	4,34	*	4,579
	GALAT	18	0,010	0,001			
TOTAL		29	0,730				

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel



## 3. Pada 120 Hari Setelah Tanam

HST	SK	db	JK	KT	FHIT		FTAB 5%	FTAB 1%
	ulangan	2	0,002	0,001	0,66		3,555	6,013
	perlakuan	9	0,588	0,065	52,90		2,456	3,597
120 HST	T	1	0,016	0,016	13,22	**	4,414	8,285
	P	4	0,557	0,139	112,63	**	2,928	4,579
	T x P	4	0,015	0,004	3,08	*	2,928	4,579
	GALAT	18	0,022	0,001				
	TOTAL	29	0,612					

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

### Lampiran 13. Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Kadar N-Total

## 1. Pada 30 Hari Setelah Tanam

HST	SK	db	JK	KT	FHIT		FTAB 5%	FTAB 1%
	ulangan	2	0,000	0,000	0,74		3,555	6,013
	perlakuan	9	0,005	0,001	7,53		2,456	3,597
30 HST	T	1	0,000	0,000	1,57	TN	4,414	8,285
	P	4	0,003	0,001	10,86	**	2,928	4,579
	T x P	4	0,002	0,000	5,70	**	2,928	4,579
	GALAT	18	0,001	0,000				
	TOTAL	29	0,006					

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

## 2. Pada 60 Hari Setelah Tanam

HST	SK	db	JK	KT	FHIT		FTAB 5%	FTAB 1%
	ulangan	2	0,000	0,000	1,79		3,555	6,013
	perlakuan	9	0,003	0,000	14,77		2,456	3,597
60 HST	T	1	0,000	0,000	6,27	TN	4,414	8,285
	P	4	0,003	0,001	28,46	**	2,928	4,579
	T x P	4	0,000	0,000	3,22	*	2,928	4,579
	GALAT	18	0,000	0,000				
	TOTAL	29	0,004					

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

## 3. Pada 120 Hari Setelah Tanam

HST	SK	db	JK	KT	FHIT		FTAB 5%	FTAB 1%
120 HST	ulangan	2	0,000	0,000	0,52		3,555	6,013
	perlakuan	9	0,004	0,000	3,50		2,456	3,597
	T	1	0,001	0,001	5,25	*	4,414	8,285
	P	4	0,002	0,001	4,68	**	2,928	4,579
	T x P	4	0,001	0,000	1,89	TN	2,928	4,579
	GALAT	18	0,002	0,000				
	TOTAL	29	0,006					

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

### Lampiran 14. Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Kapasitas Tukar Kation

## 1. Pada 60 Hari Setelah Tanam

HST	SK	db	JK	KT	FHIT		FTAB 5%	FTAB 1%
60 HST	ulangan	2	36,232	18,116	0,67		3,555	6,013
	perlakuan	9	1297,209	144,134	5,32		2,456	3,597
	T	1	14,332	14,332	0,53	TN	4,414	8,285
	P	4	960,911	240,228	8,87	*	2,928	4,579
	T x P	4	321,965	80,491	2,97	*	2,928	4,579
	GALAT	18	487,747	27,097				
	TOTAL	29	1821,188					

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

## 2. Pada 120 Hari Setelah Tanam

HST	SK	db	JK	KT	FHIT		FTAB 5%	FTAB 1%
120 HST	ulangan	2	45,252	22,626	2,75		3,555	6,013
	perlakuan	9	380,753	42,306	5,13		2,456	3,597
	T	1	0,084	0,084	0,01	TN	4,414	8,285
	P	4	312,436	78,109	9,48	**	2,928	4,579
	T x P	4	68,233	17,058	2,07	TN	2,928	4,579
	GALAT	18	148,356	8,242				
	TOTAL	29	574,361					

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

### Lampiran 15. Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman

#### 1. Pada 10 Hari Setelah Tanam

HST	SK	db	JK	KT	FHIT	FTAB 5%	FTAB 1%	
10 HST	ulangan	2	33,765	16,882	2,28	3,555	6,013	
	perlakuan	9	9961,647	1106,850	149,47	2,456	3,597	
	T	1	9842,785	9842,785	1329,15	**	4,414	8,285
	P	4	89,537	22,384	3,02	*	2,928	4,579
	T x P	4	29,325	7,331	0,99	TN	2,928	4,579
	GALAT	18	133,295	7,405				
	TOTAL	29	10128,707					

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

#### 2. Pada 20 Hari Setelah Tanam

HST	SK	db	JK	KT	FHIT	FTAB 5%	FTAB 1%	
20 HST	ulangan	2	55,459	27,729	1,28	3,555	6,013	
	perlakuan	9	26879,770	2986,641	137,69	2,456	3,597	
	T	1	26706,800	26706,800	1231,23	**	4,414	8,285
	P	4	160,065	40,016	1,84	TN	2,928	4,579
	T x P	4	12,905	3,226	0,15	TN	2,928	4,579
	GALAT	18	390,441	21,691				
	TOTAL	29	27325,670					

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

#### 3. Pada 30 Hari Setelah Tanam

HST	SK	db	JK	KT	FHIT	FTAB 5%	FTAB 1%	
30 HST	ulangan	2	115,814	57,907	1,46	3,555	6,013	
	perlakuan	9	70631,163	7847,907	197,78	2,456	3,597	
	T	1	70189,707	70189,707	1768,93	**	4,414	8,285
	P	4	364,581	91,145	2,30	TN	2,928	4,579
	T x P	4	76,875	19,219	0,48	TN	2,928	4,579
	GALAT	18	714,226	39,679				
	TOTAL	29	71461,203					

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

#### 4. Pada 40 Hari Setelah Tanam

HST	SK	db	JK	KT	FHIT	FTAB 5%	FTAB 1%	
40 HST	ulangan	2	106,242	53,121	0,76	3,555	6,013	
	perlakuan	9	102719,330	11413,259	163,94	2,456	3,597	
	T	1	101908,408	101908,408	1463,77	**	4,414	8,285
	P	4	589,865	147,466	2,12	TN	2,928	4,579
	T x P	4	221,057	55,264	0,79	TN	2,928	4,579
	GALAT	18	1253,171	69,621				
	TOTAL	29	104078,743					

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel



## 5. Pada 50 Hari Setelah Tanam

HST	SK	db	JK	KT	FHIT	FTAB 5%	FTAB 1%
	ulangan	2	393,192	196,596	2,12	3,555	6,013
	perlakuan	9	113791,863	12643,540	136,50	2,456	3,597
	T	1	112742,960	112742,960	1217,20	4,414	8,285
50	P	4	696,205	174,051	1,88	TN	2,928
HST	T x P	4	352,698	88,174	0,95	TN	2,928
	GALAT	18	1667,248	92,625			
	TOTAL	29	115852,303				

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

## 6. Pada 60 Hari Setelah Tanam

HST	SK	db	JK	KT	FHIT	FTAB 5%	FTAB 1%
	ulangan	2	305,574	152,787	1,33	3,555	6,013
	perlakuan	9	116015,545	12890,616	112,03	2,456	3,597
	T	1	114527,765	114527,765	995,36	4,414	8,285
60	P	4	1044,902	261,226	2,27	TN	2,928
HST	T x P	4	442,878	110,719	0,96	TN	2,928
	GALAT	18	2071,113	115,062			
	TOTAL	29	118392,232				

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

### Lampiran 16. Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun

## 1. Pada 10 Hari Setelah Tanam

HST	SK	db	JK	KT	FHIT	FTAB 5%	FTAB 1%
	ulangan	2	5,400	2,700	0,36	3,555	6,013
	perlakuan	9	76,533	8,504	1,15	2,456	3,597
	T	1	64,533	64,533	8,71	4,414	8,285
10	P	4	4,533	1,133	0,15	TN	2,928
HST	T x P	4	7,467	1,867	0,25	TN	2,928
	GALAT	18	21,267	1,181			
	TOTAL	29	103,200				

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

## 2. Pada 20 Hari Setelah Tanam

HST	SK	db	JK	KT	FHIT	FTAB 5%	FTAB 1%
	ulangan	2	3,467	1,733	0,08	3,555	6,013
	perlakuan	9	708,967	78,774	3,63	2,456	3,597
	T	1	700,833	700,833	32,31	4,414	8,285
20	P	4	5,133	1,283	0,06	TN	2,928
HST	T x P	4	3,000	0,750	0,03	TN	2,928
	GALAT	18	30,533	1,696			
	TOTAL	29	742,967				

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

## 3. Pada 30 Hari Setelah Tanam

HST	SK	db	JK	KT	FHIT	FTAB 5%	FTAB 1%	
30 HST	ulangan	2	9,800	4,900	0,89	3,555	6,013	
	perlakuan	9	3085,633	342,848	62,42	2,456	3,597	
	T	1	3060,300	3060,300	557,17	**	4,414	8,285
	P	4	12,800	3,200	0,58	TN	2,928	4,579
	T x P	4	12,533	3,133	0,57	TN	2,928	4,579
	GALAT	18	98,867	5,493				
	TOTAL	29	3194,300					

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

## 4. Pada 40 Hari Setelah Tanam

HST	SK	db	JK	KT	FHIT	FTAB 5%	FTAB 1%	
40 HST	ulangan	2	20,600	10,300	0,15	3,555	6,013	
	perlakuan	9	7298,300	810,922	11,65	2,456	3,597	
	T	1	7269,633	7269,633	104,42	**	4,414	8,285
	P	4	14,133	3,533	0,05	TN	2,928	4,579
	T x P	4	14,533	3,633	0,05	TN	2,928	4,579
	GALAT	18	159,400	8,856				
	TOTAL	29	7478,300					

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

## 5. Pada 50 Hari Setelah Tanam

HST	SK	db	JK	KT	FHIT	FTAB 5%	FTAB 1%	
50 HST	ulangan	2	8,867	4,433	0,05	3,555	6,013	
	perlakuan	9	11743,633	1304,848	14,09	2,456	3,597	
	T	1	11642,700	11642,700	125,70	**	4,414	8,285
	P	4	47,800	11,950	0,13	TN	2,928	4,579
	T x P	4	53,133	13,283	0,14	TN	2,928	4,579
	GALAT	18	244,467	13,581				
	TOTAL	29	11996,967					

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

## 6. Pada 60 Hari Setelah Tanam

HST	SK	db	JK	KT	FHIT	FTAB 5%	FTAB 1%	
60 HST	ulangan	2	11,667	5,833	0,37	3,555	6,013	
	perlakuan	9	17330,700	1925,633	123,35	2,456	3,597	
	T	1	17232,033	17232,033	1103,83	**	4,414	8,285
	P	4	55,200	13,800	0,88	TN	2,928	4,579
	T x P	4	43,467	10,867	0,70	TN	2,928	4,579
	GALAT	18	281,000	15,611				
	TOTAL	29	17623,367					

Keterangan : \* : berbeda nyata; \*\* : berbeda sangat nyata; TN : tidak berbeda nyata; T : Jenis tanaman; P : Perlakuan Pemberian Bahan Organik; HST : Hari Setelah Tanam; SK : Sumber Keragaman; db : derajat bebas; JK : Jumlah Kuadrat; KT : Kuadrat Tengah; F Hit : F Hitung; F Tab : F Tabel

**Lampiran 17. Korelasi Antar Parameter**

	Kemantapan Agregat	C-organik	pH	N-total	KTK	Tinggi Tanaman	Jumlah Daun
Kemantapan Agregat	1						
C-organik	,375	1					
pH	,543	-,062	1				
N-total	,240	,035	-,159	1			
KTK	,072	,227	-,222	,456	1		
Tinggi Tanaman	,082	,499	,051	-,101	-,021	1	
Jumlah Daun	,152	-,344	,152	,219	,078	-,950**	1

Keterangan :

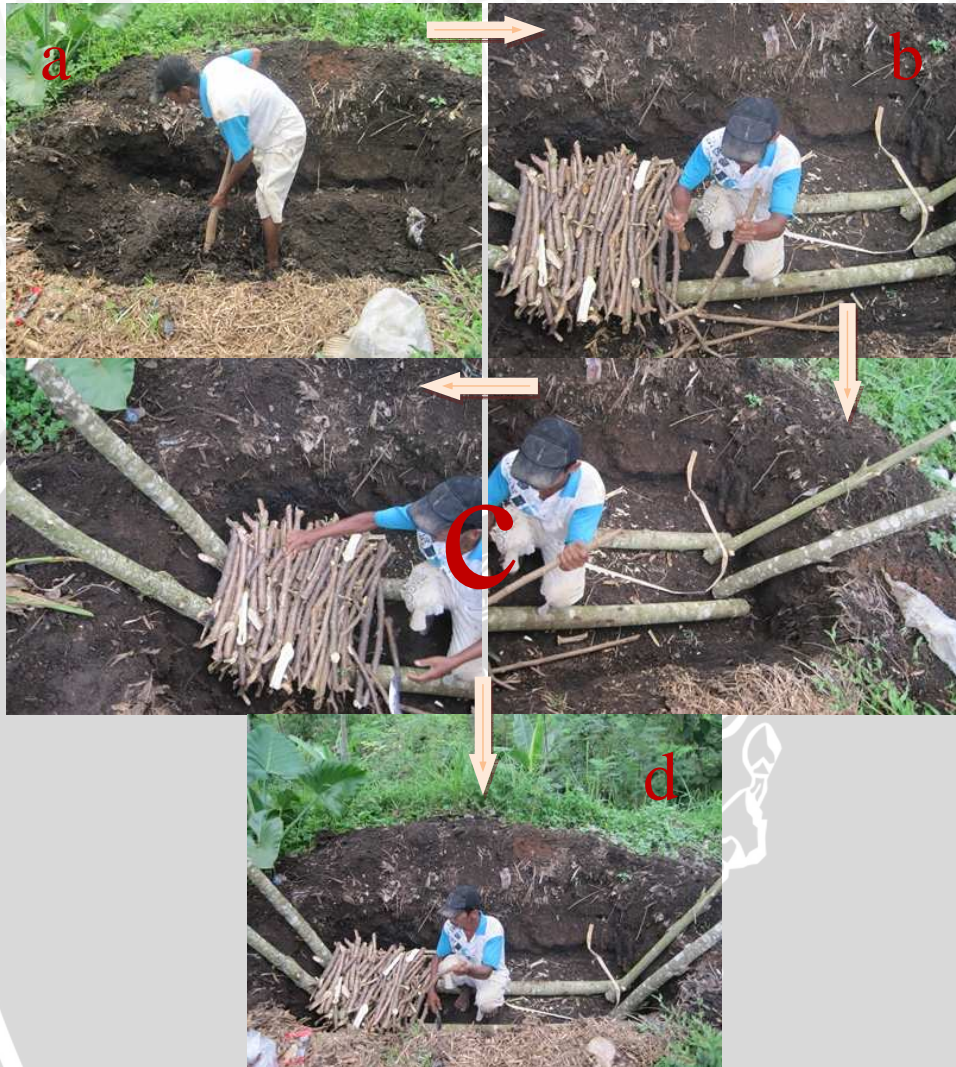
\* ) signifikan pada level 5 %

\*\* ) signifikan pada level 1 %





**Lampiran 18. Pembuatan Biochar**



Keterangan:

- a) Membuat lubang pada tanah dengan ukuran 1 meter x 0,5 meter x 0,5 meter.
- b) Letakkan penyangga untuk tempat tatakan biomassa untuk biochar.
- c) Pada sisi kanan dan kiri lubang diberi penyangga sebagai lubang masuknya oksigen dan sebagai lubang pembuangan asap hasil pembakaran.
- d) Atur rapi biomassa lalu nyalakan api dan timbun dengan tanah, pertahankan api hingga pembakaran selesai ( $\pm$  2 minggu).