

**PENGARUH PEMBERIAN BIOCHAR TERHADAP BEBERAPA SIFAT
FISIKA DAN KIMIA ALFISOL SERTA HASIL TANAMAN KACANG
TANAH DI JATIKERTO, KABUPATEN MALANG**

Oleh

**ACHMAD REZA FAUZI
MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



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

**PENGARUH PEMBERIAN BIOCHAR TERHADAP BEBERAPA SIFAT
FISIKA DAN KIMIA ALFISOL SERTA HASIL TANAMAN KACANG
TANAH DI JATIKERTO, KABUPATEN MALANG**

Oleh

ACHMAD REZA FAUZI

0810480002

**MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

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

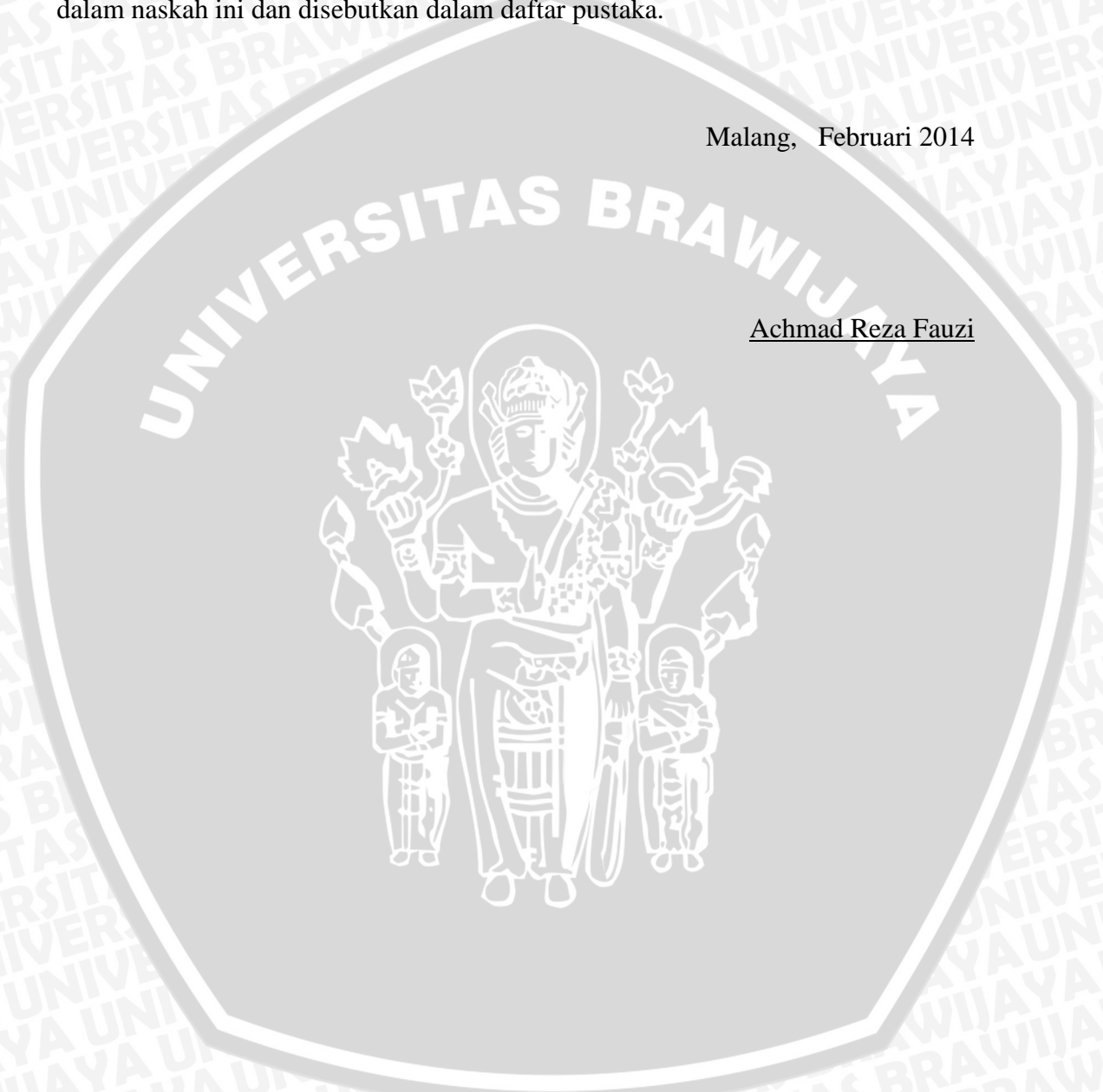
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
MALANG
2014**

PERNYATAAN

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

Malang, Februari 2014

Achmad Reza Fauzi



Judul Skripsi : **PENGARUH PEMBERIAN BIOCHAR TERHADAP
BEBERAPA SIFAT FISIKA DAN KIMIA ALFISOL
SERTA HASIL TANAMAN KACANG TANAH DI
JATIKERTO, KABUPATEN MALANG**

Nama Mahasiswa : **ACHMAD REZA FAUZI**
N I M : 0810480002
Jurusan : Tanah
Program Studi : Agroekoteknologi
Minat : Manajemen Sumber Daya Lahan
Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

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

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

Mengetahui,
Ketua Jurusan Tanah,

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

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Sugeng Prijono, SU
NIP. 19580214 198503 1 003

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

Penguji III

Penguji IV

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

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

Tanggal Lulus :

RINGKASAN

Achmad Reza Fauzi. 0810480002. Pengaruh Pemberian Biochar Terhadap Beberapa Sifat Fisika dan Kimia Alfisol Serta Hasil Tanaman Kacang Tanah di Jatikerto, Kabupaten Malang. Di bawah bimbingan Wani Hadi Utomo dan Kurniawan Sigit Wicaksono.

Sistem pertanian yang intensif dalam jangka panjang dapat mengakibatkan degradasi lahan. Hal ini ditandai dengan rendahnya porositas tanah, rendahnya kemantapan agregat tanah, tingginya berat isi tanah, rendahnya nilai tukar kation, dan secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa kesuburan tanah menurun, yang dalam jangka waktu tertentu terjadi degradasi lahan. Oleh sebab, itu perlu adanya upaya perbaikan kondisi tanah melalui pemberian biochar. Jadi tujuan penelitian ini adalah : 1) Mengetahui pengaruh biochar sebagai bahan pembenah tanah terhadap perbaikan sifat fisik (kemantapan agregat, berat isi tanah, dan porositas) dan sifat kimia (C-organik, pH, N-total, dan KTK) pada tanah Alfisol, dan 2). Mengetahui pengaruh biochar terhadap peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman kacang tanah pada tanah Alfisol.

Pelaksanaan penelitian berlangsung selama 4 bulan, yaitu mulai bulan Juni 2013 sampai dengan bulan Oktober 2013. Jenis tanah yang digunakan ialah Alfisol di Jatikerto. Penelitian menggunakan metode RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan 5 perlakuan dan 5 ulangan, yaitu kontrol (P0), Tanah + Biochar Tempurung Kelapa 5% (P1). Tanah + Pupuk Kandang Sapi 5% (P2), Tanah + Biochar Tempurung Kelapa 4% + Pupuk Kandang Sapi 1% (P3), Tanah + Biochar Tempurung Kelapa 1% + Pupuk kandang Sapi 4% (P4). Semua perlakuan diaplikasikan pada polybag 5 kg. Biochar dan pupuk kandang diberikan pada saat awal tanam. Data yang diperoleh diuji secara statistik dengan uji Duncan pada taraf 5%. Uji korelasi digunakan untuk mengetahui hubungan antar parameter.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian biochar tempurung kelapa berpengaruh nyata terhadap peningkatan pH tanah, namun tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan C-organik tanah, N-total tanah, KTK, kemantapan agregat tanah, berat isi tanah, porositas tanah, serta pertumbuhan dan hasil tanaman kacang tanah pada Alfisol Jatikerto. Pengaruh tertinggi didapatkan dari perlakuan pemberian biochar 1% + pupuk kandang 4% (P4) yang mana mampu berpengaruh nyata terhadap peningkatan C-organik tanah, N-total tanah, porositas tanah, jumlah polong serta penurunan berat isi tanah.

SUMMARY

Achmad Reza Fauzi. 0810480002. Effect of Biochar Against Some Physical and Chemical Characteristics of Alfisol And Peanut Crop Yield In Jatikerto, Malang. Supervised by Wani Hadi Utomo and Kurniawan Sigit Wicaksono.

Intensive farming systems in the long term can lead to land degradation. It is characterized with low soil porosity, soil aggregate stability, the high of the soil bulk density, low cation exchange value, and overall it can be said that soil fertility decreased, which occurred land degradation within a certain period. Therefore, it was necessary to attempt repair of soil conditions via the granting of biochar. So the purpose of this research was: 1) To understand the influence of biochar as a soil restoration material to improved physical properties (aggregate stability, soil bulk density, and porosity) and chemical properties (C-organic, pH, total N, and CEC) on Alfisol soil, and; 2) Determine the effect of biochar against crop growth rate and productivity of peanuts on the Alfisol.

Implementation of the research going on for 4 months, begin from June 2013 to October 2013. Soil type that used is Alfisol in Jatikerto. The research using CRD method (Complete Random Design) with 5 treatments and five replicates, i.e. Control (P0), 5% coconut shell biochar (P1), 5% cow manure (P2), 4% coconut shell biochar + 1% cow manure (P3), 1% coconut shell biochar + 4% cow manure (P4). All of the treatments applied to the polybag by 5 kg size. Biochar and cow manure is given at the time of the initial planting. The Data obtained are statistically tested with Duncan test at 5% level. The correlation test was used to determine the relationships between the parameters.

The results showed that the granting of biochar had significant effect to increased soil pH, but no real impact against an increase of soil organic C, total N-soil, soil aggregate stability, CEC, soil bulk density, soil porosity, as well as growth and crop yield peanuts in the Alfisol Jatikerto. The highest influence obtained from treatment of 1% biochar + 4% cow manure (P4) which has significant effect to increased soil organic C, total N-soil, soil porosity, the number of pods as well as decreasing of soil bulk density.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang dengan rahmat dan hidayat Nya telah menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Pemberian Biochar Terhadap Beberapa Sifat Fisik dan Kimia Alfisol serta Hasil Tanaman Kacang Tanah di Jaticerto, Kabupaten Malang”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Prof. Ir. Wani Hadi Utomo, Ph.D. dan Kurniawan Sigit Wicaksono, SP., M.Sc., selaku dosen pembimbing atas segala kesabaran, nasihat, arahan, serta bimbingannya kepada penulis. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, MS selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah, beserta seluruh dosen atas bimbingan dan arahan yang selama ini diberikan, serta karyawan Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya atas fasilitas dan bantuan yang diberikan.

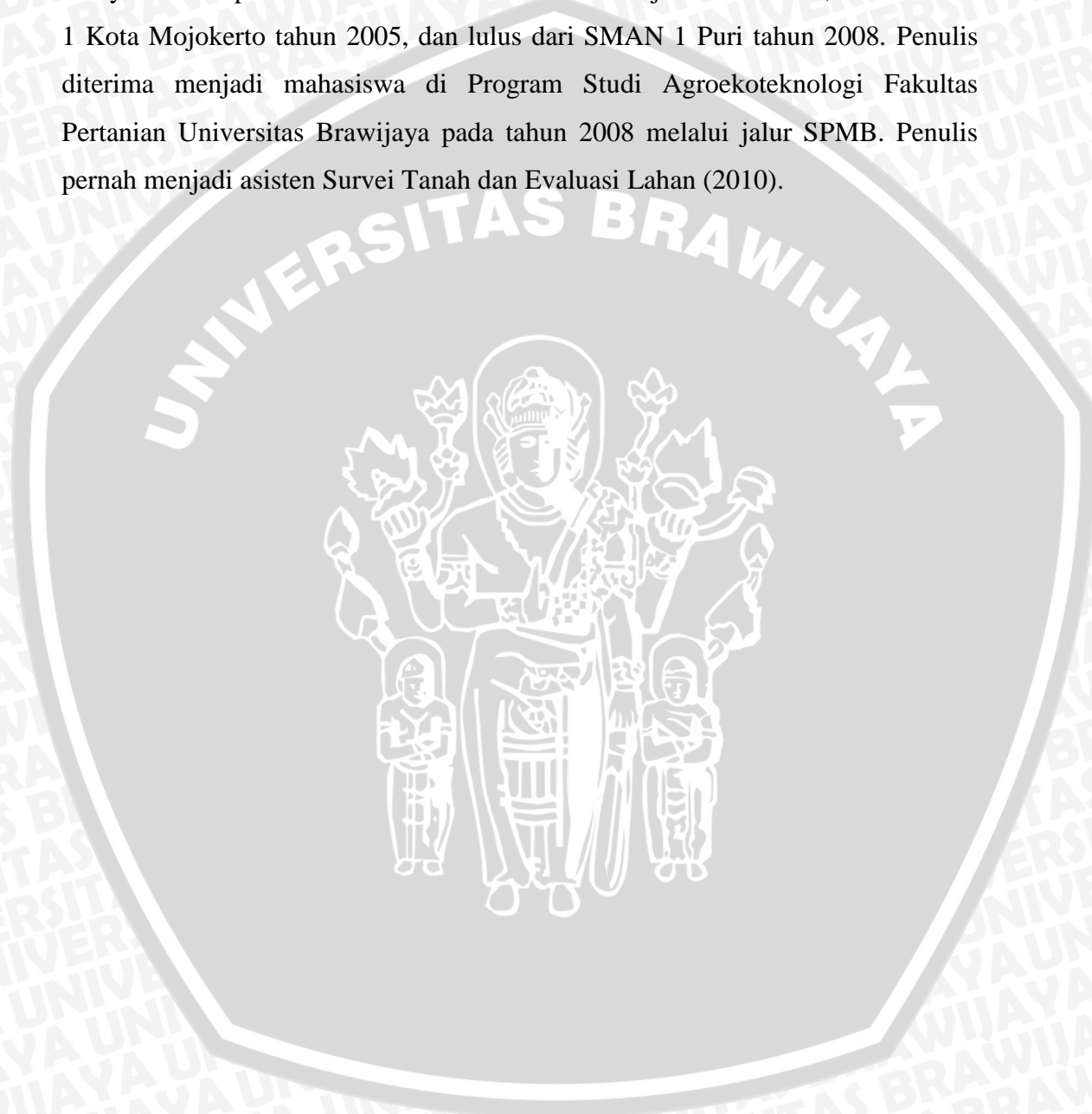
Penghargaan yang tulus penulis berikan kepada kedua orang tua dan adik atas doa, cinta, kasih sayang, pengertian, dan dukungan yang diberikan kepada penulis. Juga kepada rekan-rekan MSDL angkatan 2008 atas bantuan, dukungan, dan kebersamaan selama ini, serta seluruh pihak yang telah meluangkan waktu untuk membantu menyelesaikan skripsi ini. Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Februari 2014

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Mojokerto pada tanggal 3 Januari 1990 dan merupakan putra pertama Bapak Mahmud dan Ibu Sri Ratna Pertiwi. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN Miji 2 tahun 2002, lulus SMPN 1 Kota Mojokerto tahun 2005, dan lulus dari SMAN 1 Puri tahun 2008. Penulis diterima menjadi mahasiswa di Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya pada tahun 2008 melalui jalur SPMB. Penulis pernah menjadi asisten Survei Tanah dan Evaluasi Lahan (2010).



DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Hipotesis.....	3
1.4 Manfaat	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Alfisols	4
2.2 Degradasi Lahan.....	4
2.3 Beberapa Sifat-Sifat Tanah	6
2.3.1 Kemantapan Agregat	6
2.3.2 Porositas	7
2.3.3 Berat Isi Tanah	8
2.3.4 C-Organik.....	8
2.3.5 Derajat Kemasaman Tanah (pH)	9
2.3.6 N-Total	9
2.3.7 Kapasitas Tukar Kation	10
2.4 Bahan Organik	10
2.4.1 Pupuk Kandang	11
2.4.2 Biochar	13
2.5 Kacang Tanah.....	15
III METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Waktu dan Tempat	16
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.2.1 Alat	16
3.2.2 Bahan.....	16
3.3 Metode Penelitian.....	17
3.4 Pelaksanaan Penelitian	17
3.4.1 Pengambilan Contoh Tanah	17
3.4.2 Analisis Dasar.....	17
3.4.3 Persiapan Media Tanam	18
3.4.3.1 Persiapan Biochar.....	18
3.4.3.2 Persiapan Pupuk Kandang.....	19
3.4.3.3 Penempatan Bahan Pembenh Tanah pada Polybag.....	19
3.4.4 Penanaman, Pemupukan dan Pemeliharaan	19
3.4.4.1 Penanaman	19
3.4.4.2 Pemupukan.....	20
3.4.4.3 Pemeliharaan	20

3.5	Pengamatan dan Analisis Data.....	20
3.5.1	Cara Pengamatan.....	20
3.5.2	Analisis Data.....	21
IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1	Hasil.....	22
4.1.1	C -Organik Tanah.....	22
4.1.2	pH Tanah.....	23
4.1.3	N - Total Tanah.....	24
4.1.4	Kapasitas Tukar Kation.....	25
4.1.5	Agregat Tanah.....	26
4.1.6	Berat Isi Tanah.....	27
4.1.7	Porositas Tanah.....	28
4.1.8	Pertumbuhan Tanaman Kacang Tanah.....	28
4.1.8.1	Tinggi Tanaman.....	29
4.1.8.2	Jumlah Daun.....	30
4.1.8.3	Jumlah Polong.....	31
4.2	Pembahasan.....	32
4.2.1	Pengaruh Bahan Organik terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tanah..	32
4.2.2	Pengaruh Sifat Fisik Terhadap Pertumbuhan Tanaman.....	33
4.2.2.1	Pengaruh Kemantapan Agregat Terhadap Pertumbuhan Tanaman.....	33
4.2.2.2	Pengaruh Berat Isi Tanah Terhadap Pertumbuhan Tanaman....	35
4.2.2.3	Pengaruh Porositas Terhadap Pertumbuhan Tanaman.....	36
4.2.3	Pengaruh Sifat Kimia Terhadap Pertumbuhan Tanaman.....	37
4.2.3.1	Pengaruh pH Terhadap Pertumbuhan Tanaman.....	37
4.2.3.2	Pengaruh C-Organik Terhadap Pertumbuhan Tanaman.....	38
4.2.3.3	Pengaruh N-Total Terhadap Pertumbuhan Tanaman.....	39
4.2.3.4	Pengaruh KTK Terhadap Pertumbuhan Tanaman.....	40
4.2.4	Pembahasan Umum.....	41
V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1	Kesimpulan.....	44
5.2	Saran.....	44
	DAFTAR PUSTAKA.....	45
	LAMPIRAN.....	48

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Pengaruh bahan baku terhadap sifat biochar (Kongres HITI, 2012).....	14
2.	Hasil analisis arang (biochar) dari beberapa limbah pertanian (Nurida, 2008).....	14
3.	Bahan yang digunakan dalam penelitian	16
4.	Macam Analisis Dasar Tanah dan Metode yang digunakan	18
5.	Macam Analisis Dasar Biochar dan Pupuk Kandang dan Metode yang digunakan.....	18
6.	Parameter Pengamatan, Metode yang Digunakan serta Waktu Pengamatan.....	21
7.	Residu C-Organik Berbagai Perlakuan pada 110 HST.....	22
8.	Pengaruh Perlakuan terhadap pH tanah pada 110 HST	23
9.	Residu N-total Berbagai Perlakuan pada 110 HST	24
10.	Pengaruh Perlakuan terhadap Kapasitas Tukar Kation (KTK) Alfisol pada 110 HST	25
11.	Pengaruh Perlakuan terhadap Kemantapan agregat pada 110 HST	26
12.	Pengaruh Perlakuan terhadap Berat isi tanah pada 110 HST	27
13.	Pengaruh Perlakuan terhadap Porositas Tanah pada 110 HST.....	28
14.	Hubungan Kemantapan Agregat dengan Pertumbuhan Tanaman.....	34
15.	Hubungan Berat Isi Tanah dengan Pertumbuhan Tanaman	35
16.	Hubungan Porositas Tanah dengan Pertumbuhan Tanaman	37
17.	Hubungan pH Tanah dengan Pertumbuhan Tanaman	38
18.	Hubungan C-Organik Tanah dengan Pertumbuhan Tanaman.....	39
19.	Hubungan N-Total Tanah dengan Pertumbuhan Tanaman	40
20.	Hubungan Kapasitas Tukar Kation dengan Pertumbuhan Tanaman.....	40



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Skema Penempatan Biochar dalam Polybag	19
2.	Skema Pengambilan Contoh Tanah Untuk Analisis Laboratorium.....	20
3.	Grafik Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman Kacang Tanah.....	29
4.	Grafik Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Kacang Tanah	30
5.	Grafik Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Polong Kacang Tanah	31



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Alur Pikir Penelitian	48
2.	Denah Penelitian	49
3.	Hasil Analisis Dasar Tanah dan Bahan Organik	50
4.	Perhitungan dosis Biochar dan Pupuk Kandang per Polybag	50
5.	Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap pH Tanah	51
6.	Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap C-Organik Tanah	51
7.	Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap N-Total ..	52
8.	Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Kapasitas Tukar Kation	52
9.	Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Isi Tanah	52
10.	Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemantapan Agregat Tanah	52
11.	Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Porositas Tanah	52
12.	Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman	53
13.	Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun	53
14.	Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Polong	53
15.	Pengaruh Perlakuan Terhadap C-Organik	54
16.	Pengaruh Perlakuan Terhadap pH	54
17.	Pengaruh Perlakuan Terhadap N-Total Tanah	55
18.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Kapasitas Tukar Kation	55
19.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemantapan Agregat Tanah	56
20.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Isi Tanah	56
21.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Porositas Tanah	57
22.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman	57
23.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun	58
24.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Polong	58
25.	Dokumentasi Hasil Kacang Tanah pada Berbagai Perlakuan	59

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lahan kering Alfisol sangat potensial untuk pengembangan budidaya kacang tanah. Tanah Alfisol mempunyai keunggulan sifat fisika yang relatif bagus, namun tanah Alfisol umumnya miskin hara baik makro maupun mikro dan hanya kaya akan hara Ca dan Mg (Supardi, 1983). Produktivitas lahan umumnya relatif rendah sebagai akibat kandungan humus yang sudah sangat rendah, terutama yang sudah cukup lama dimanfaatkan untuk budidaya tanaman pangan (Sarief, 1986). Lokasi penelitian merupakan lahan bekas tegalan sehingga tanah menjadi keras, selain itu tidak adanya tanaman penutup tanah membuat cadangan bahan organik dalam tanah berkurang sehingga berpengaruh terhadap siklus karbon dan berkurangnya cadangan unsur hara. Hal tersebut menyebabkan tanah menjadi lebih padat, kepadatan tanah akan berpengaruh pada keberadaan ruang pori tanah. Ruang pori tanah merupakan alat transportasi bagi air yang akan masuk ke dalam tanah dan ruang udara, yang mana akan membantu untuk mempertahankan kesuburan tanah. Dari keterangan di atas maka Alfisol Jatikerto dapat dikatakan mengalami degradasi tanah secara fisik, kimia dan biologi.

Degradasi lahan adalah lahan yang telah mengalami proses penurunan tingkat produktivitasnya (Sarief, 1986). Kerusakan tanah dapat terjadi oleh :

- a. Kehilangan unsur hara zat organik di daerah perakaran
- b. Berkumpulnya garam di daerah perakaran
- c. Berkumpulnya atau terperangkapnya unsur atau senyawa dalam tanah yang merupakan racun bagi tanaman
- d. Penjenuhan tanah oleh air (*waterlogging*)
- e. Erosi

Salah satu upaya rehabilitasi tanah terdegradasi adalah dengan meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah. Keberadaan bahan organik tanah akan berpengaruh sebagai penyedia unsur hara, mempertahankan struktur tanah dan sebagai sumber makanan bagi mikroorganisme tanah. Penambahan bahan organik ini akan meningkatkan produktivitas tanah terdegradasi. Salah satu upaya perbaikan kualitas tanah yang dapat ditempuh adalah penggunaan bahan-

bahan yang tergolong sebagai bahan pembenah tanah. Dalam upaya meningkatkan kualitas sifat fisik tanah, sebaiknya dipilih bahan pembenah dari bahan yang sulit terdekomposisi agar dapat bertahan lama dalam tanah. Bahan yang mudah diperoleh dan relatif murah adalah penggunaan limbah pertanian seperti tempurung kelapa, kulit buah kakao, sekam padi, batang kayu bakau, tempurung kelapa sawit dan lain-lain. Bahan-bahan tersebut sangat sulit didekomposisi, dan dalam penerapannya diperlukan proses antara yaitu pembakaran tidak sempurna (*pyrolysis*) sehingga diperoleh arang yang mengandung karbon aktif untuk diaplikasikan ke dalam tanah.

Biochar adalah istilah baru yang digunakan untuk menggambarkan arang (biasanya arang berserbuk halus) berpori terbuat dari sampah organik yang ditambahkan pada tanah. Biochar dihasilkan melalui proses pirolisis biomasa. Pirolisis dilakukan dengan memaparkan biomasa pada temperatur tinggi tanpa adanya oksigen. Biochar memiliki karakteristik *high surface area, high volume, micropores, density, macropores*, serta mengikat air. Dengan karakteristik tersebut menyebabkan biochar memasok karbon, biochar juga dapat mengurangi CO₂ dari atmosfer dengan cara mengikatnya ke dalam tanah. Keuntungan lainnya dari biochar ialah dapat memperbaiki struktur tanah, dapat menahan air dan tanah dari erosi karena luas permukaan biochar lebih besar, mampu mengikat nitrogen, calcium (Ca²⁺), kalium (K⁺), magnesium (Mg²⁺). Selain itu biochar juga mampu meningkatkan 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).

Penelitian tentang pemanfaatan biochar ini telah banyak dilakukan dan dikembangkan pada beberapa negara maju, namun di Indonesia penelitian tentang biochar sendiri masih sedikit dan masih banyak yang belum mengetahui apa itu biochar dan fungsinya, sehingga belum terlalu mendapat perhatian. Melihat manfaat penggunaan biochar yang positif dalam perkembangan pertanian, maka penting untuk dilakukan penelitian tentang biochar.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh biochar sebagai bahan pembenah tanah terhadap perbaikan sifat kimia (C-organik, pH, N-total, dan KTK) dan sifat fisik (kemantapan agregat, berat isi tanah, dan porositas) pada Alfisol Jatikerto.
2. Mengetahui pengaruh biochar terhadap peningkatan hasil kacang tanah pada Alfisol Jatikerto.

1.3 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Biochar mampu memperbaiki sifat kimia (C-organik, pH, N-total, dan KTK) dan sifat fisik (kemantapan agregat, berat isi tanah, dan porositas) pada tanah Alfisol.
2. Biochar mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kacang tanah pada tanah Alfisol.

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 memperbaiki sifat fisik (kemantapan agregat, berat isi tanah, porositas) dan sifat kimia (C-organik, pH, N-total, KTK) tanah Alfisol serta dapat meningkatkan hasil tanaman kacang tanah.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Alfisols

Alfisols merupakan jenis tanah dimana terdapat penimbunan liat di horison bawah (horison argilik) dan mempunyai kejenuhan basa (berdasar jumlah kation) tinggi yaitu lebih dari 35% pada kedalaman 180 cm dari permukaan tanah. Liat yang tertimbun di horison bawah ini berasal dari horison atasnya dan tercuci ke bawah bersama dengan gerakan air. Alfisols mempunyai struktur yang lemah yang dapat dengan mudah mengalami perpecahan agregat tanah oleh desakan udara yang terjepit selama terjadi pembasahan, volume udara berkurang dan terjadi penurunan gradien potensial matriks (*slaking*), pengerasan dan pemadatan. Alfisols kebanyakan ditemukan di daerah beriklim sedang, tetapi dapat pula ditemukan di daerah tropis dan sub tropika terutama pada tempat-tempat dengan tingkat pelapukan sedang (Hardjowigeno, 2003).

Kejenuhan basa lebih dari 35% di dalam horizon argilik alfisols, berarti bahwa basa-basa dilepaskan ke dalam tanah oleh pengikisan hampir secepat basa-basa yang terlepas karena tercuci. Dengan demikian alfisols menempati peringkat yang hanya sedikit lebih rendah daripada molisols untuk pertanian (Foth, 1994). Alfisols mempunyai N total rendah, P tersedia sangat rendah dan K tersedia sedang. Oleh sebab itu perlu penambahan unsur tersebut dalam jumlah banyak untuk mempertahankan pertumbuhan tanaman yang optimal (Minardi, 2002). Alfisol memiliki pH yang sering kali berubah dengan meningkatnya kedalaman dan kecenderungan lebih tinggi pada bagian bawah profil dan sejumlah bahan-bahan glasial sampai ke suatu karbonat bebas dengan pH 8,0 lebih tinggi. Hal ini umumnya dianggap bergerak ke bawah namun juga berdimensi horison, dimana terakhir berhubungan erat dengan perkembangan akar (Hanafiah, 2004).

2.2 Degradasi Lahan

Degradasi lahan dapat diartikan sebagai proses rusaknya tanah akibat penurunan kapasitas tanah dalam menunjang kehidupan. Kerusakan tanah adalah hilangnya atau menurunnya fungsi tanah, baik fungsinya sebagai sumber unsur

hara tumbuhan maupun maupun fungsinya sebagai matrik tempat akar tumbuhan berjangkar dan tempat air tersimpan (Arsyad, 2000). Menurut Firmansyah (2003) faktor alami penyebab degradasi tanah antara lain: areal berlereng curam, tanah yang muda rusak, curah hujan intensif, dan lain-lain. Faktor degradasi tanah akibat campur tangan manusia baik langsung maupun tidak langsung lebih mendominasi dibandingkan faktor alami, antar lain: perubahan populasi, marjinalisasi penduduk, kemiskinan penduduk, masalah kepemilikan lahan, ketidakstabilan politik dan kesalahan pengelolaan, kondisi sosial dan ekonomi, masalah kesehatan, dan pengembangan pertanian yang tidak tepat. 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) dalam Aulia (2011), 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 berikut :

1. Meningkatkan emisi karbon.
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 pergerakan tanah atas melalui pengelolaan dalam secara berkala, (2) peningkatan kandungan bahan organik tanah melalui penambahan jumlah masukan seresah yang bervariasi kualitasnya, dengan cara

mananam 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 akan 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).

2.3 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 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 kimia tanah. Sifat-sifat fisik dan kimia tanah yang menjadi parameter penelitian ini adalah kemantapan agregat, berat isi, porositas, C-organik, pH tanah, N total dan KTK.

2.3.1 Kemantapan Agregat

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

tingkat perkembangan yang kuat. Tanah yang kering umumnya mempunyai kemantapan yang lebih tinggi daripada tanah basah (Hardjowigeno, 2003).

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). 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, dan penutupan tajuk tanaman pada permukaan tanah yang dapat menghindari *splash erosion* akibat curah hujan tinggi (Hakim *et al.*, 1986).

2.4.4 Porositas

Porositas merupakan proporsi ruang pori total yang terdapat dalam satuan volume tanah yang dapat ditempati oleh air dan udara. Tanah yang porous berarti tanah yang cukup mempunyai ruang pori untuk pergerakan air dan udara masuk-keluar tanah secara leluasa (Kartasapoetra, 1989). Nilai porositas tanah dipengaruhi oleh bobot isi dan berat jenis partikel tanah dimana bobot isi dan berat jenis partikel sangat dipengaruhi bahan organik, tekstur tanah, dan kondisi agregat struktur tanah (Rose, 1991; Bruand, 1995). Hal ini dapat terjadi karena bahan organik tanah mampu secara nyata menurunkan bobot isi tanah, atau dengan kata lain akan meningkatkan porositas total. Porositas tanah tinggi jika bahan organik tinggi. Nilai porositas pada tanah pertanian bervariasi dari 40% hingga 60%. Porositas dipengaruhi oleh ukuran partikel dan struktur. Tanah berpasir mempunyai porositas rendah (40%) dan tanah lempung mempunyai porositas tinggi, jika strukturnya baik dapat mempunyai porositas 50-60% (Islami dan Utomo, 1995).

2.3.3 Berat Isi Tanah

Berat isi tanah merupakan salah satu sifat fisik tanah yang sering ditetapkan karena berkaitan erat dengan perhitungan penetapan sifat-sifat fisik tanah lainnya, seperti retensi air (pF), ruang pori total (RPT), *coefficient of liner extensibility* (COLE), dan kadar air tanah. Data sifat-sifat fisik tanah tersebut diperlukan untuk perhitungan penambahan kebutuhan air, pupuk, kapur, dan pembenah tanah pada satuan luas tanah sampai kedalaman tertentu. Berat isi tanah berkaitan erat dengan tingkat kepadatan tanah dan kemampuan akar tanaman menembus tanah (Djunaedi, 2003).

Menurut Lembaga Penelitian Tanah (1979), definisi berat isi tanah adalah berat tanah utuh (*undisturbed*) dalam keadaan kering dibagi dengan volume tanah, dinyatakan dalam g cm^{-3} (g cc^{-1}). Nilai berat isi tanah sangat bervariasi antara satu titik dengan titik lainnya karena perbedaan kandungan bahan organik, tekstur tanah, kedalaman tanah, jenis fauna tanah, dan kadar air tanah (Agus *et al.*, 2006 dalam Djunaedi, 2003).

2.3.4 C-Organik

Kandungan bahan organik dalam tanah merupakan salah satu faktor 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. 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 kaitannya 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 (Foth, 1994).

2.3.5 Derajat Kemasaman Tanah (pH)

Derajat kemasaman tanah (pH) merupakan salah satu reaksi tanah yang menunjukkan sifat kemasaman atau alkalinitas tanah. Nilai pH menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hidrogen (H^+) di dalam tanah. Apabila kadar ion H^+ di dalam tanah semakin tinggi, maka tanah tersebut akan semakin masam. Di dalam tanah selain H^+ dan ion-ion lain ditemukan pula ion OH^- yang jumlahnya berbanding terbalik dengan banyaknya H^+ . Pada tanah-tanah masam jumlah ion H^+ lebih tinggi daripada OH^- , sedangkan pada tanah alkalis kandungan OH^- lebih banyak daripada H^+ . Bila kandungan H^+ sama dengan OH^- , maka tanah tersebut 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).

2.3.6 N-Total

Nitrogen merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman, yang pada umumnya sangat diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan bagian-bagian vegetatif tanaman, seperti batang, daun, dan akar (Sutedjo, 2002). Sekitar 40-50% kandungan protoplasma merupakan substansi hidup dari sel tumbuhan yang terdiri dari senyawa nitrogen. Senyawa nitrogen digunakan oleh tanaman untuk membentuk asam amino yang akan diubah menjadi protein (Novizan, 2007). Bentuk nitrogen dalam tanah dapat dibedakan menjadi dua, yaitu nitrogen dalam bentuk organik yang terdiri dari protein, asam amino, dan urea, termasuk nitrogen yang ditemukan dalam makhluk hidup, dan nitrogen dalam bentuk anorganik yang terdiri dari amonium (NH_4^+), gas amonia (NH_3), nitrit (NO_2), dan nitrat (NO_3) (Nancy *et al.*, 2008).

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. 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).

2.3.7 Kapasitas Tukar Kation

Kapasitas tukar kation (KTK) secara umum dapat memberikan gambaran tentang banyaknya kation tanah dalam bentuk tersedia yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman maupun mikroorganisme (Sulastrri, 2006). KTK menunjukkan ukuran kemampuan tanah dalam menjerap 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 tinggi akan menyebabkan lambatnya perubahan pH tanah.

Menurut Hakim *et al.* (1986) besar KTK tanah dipengaruhi oleh dan ciri tanah itu sendiri yang antara lain : reaksi tanah atau pH, tekstur tanah atau jumlah liat, jenis mineral liat, bahan organik, pengapuran dan pemupukan. Pertukaran kation merupakan reaksi yang umum terjadi dan merupakan salah satu reaksi terpenting dalam tanah.

2.4 Bahan Organik

Bahan organik adalah bagian dari tanah yang merupakan suatu sistem kompleks dan dinamis yang bersumber dari sisa tanaman dan atau binatang yang terdapat di dalam tanah yang terus menerus mengalami perubahan bentuk, karena dipengaruhi oleh faktor biologi, fisika, dan kimia (Kononova, 1961). Bahan

organik memiliki peran penting dalam menentukan kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman, sehingga jika kadar bahan organik tanah menurun, maka kemampuan tanah dalam mendukung produktivitas tanaman juga menurun.

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 tanah yang mengalami pelapukan lanjutan akan berubah menjadi humus yang berukuran koloidal dan sangat reaktif dalam tanah. Humus mampu menyerap dan mengikat banyak air, berperan dalam pembentukan dan penentuan kemandapan agregat serta keremahan tanah sehingga aerasi dan ketahanan pada erosi tanah lebih baik. Humus juga berperan dalam 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 penambahan bahan organik dapat menyimpan pupuk dan air yang diberikan di dalam tanah. Peningkatan KTK menambah kemampuan tanah untuk menahan unsur-unsur hara (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

Wolf dan Snyder (2003) menyatakan bahwa semakin banyak bahan organik yang terdekomposisi oleh dekomposer maka kemungkinan tanah memiliki sifat fisik yang baik sangat besar, sebab humus hasil dekomposisi dapat menyempurnakan proses agregasi tanah, membentuk porositas tanah dengan baik dan meningkatkan permeabilitas tanah sehingga tanah tahan terhadap erosi.

2.4.1 Pupuk Kandang

Pupuk kandang adalah pupuk yang berasal dari kandang ternak, baik berupa kotoran padat (feses) yang bercampur sisa makanan maupun air kencing (urine) ternak, seperti sapi, ayam, kambing, kuda, dan burung (Sumekto, 2006). Pupuk kandang dapat digolongkan ke dalam pupuk organik yang memiliki

beberapa kelebihan. Beberapa kelebihan pupuk kandang di antaranya sebagai berikut :

1. Memperbaiki struktur tanah
Organisme tanah berdifat sebagai perekat dan dapat mengikat butir-butir tanah menjadi butiran yang lebih besar saat penguraian bahan organik dalam pupuk.
2. Menaikkan daya serap tanah terhadap air
Bahan organik memiliki daya serap yang besar terhadap air tanah. Oleh karena itu, pupuk organik sering berpengaruh positif terhadap hasil tnaman, terutama pada musim kering.
3. Menaikkan kondisi kehidupan di dalam tanah
Organisme dalam tanah memanfaatkan bahan organik sebagai makanan. Oleh karena itu, pupuk organik seperti pupuk kandang yang diberikan pada tanah harus diuraikan oleh jasad renik terlebih dahulu melalui proses pembusukan atau peragian sebelum diisap oleh akar tanaman. Dari proses pembusukan, jasad renik memperoleh makanan dan sumber tenaga. Semakin banyak pupuk organik yang diberikan maka akan semakin banyak pula jasad renik dalam tanah.
4. Sebagai sumber zat makanan bagi tumbuhan
Pupuk organik mengandung zat makanan yang lengkap meskipun kadarnya tidak setinggi pupuk anorganik. Selain itu, cara kerjanya agak lambat dibandingkan dengan pupuk anorganik. Itulah sebabnya, untuk mencapai hasil maksimal, pemakaian pupuk organik hendaknya diimbangi dengan pupuk anorganik agar keduanya saling melengkapi. Dengan demikian akan tercipta tanah pertanian yang kaya zat hara, berstruktur gembur atau remah, dan berwarna coklat kehitaman.

Menurut Novizan (2005), ciri-ciri pupuk kandang yang baik dapat dilihat secara fisik atau kimiawi. Ciri fisiknya ialah berwarna coklat kehitaman, cukup kering, tidak menggumpal dan tidak berbau menyengat. Ciri kimiawinya ialah C/N rasio kecil (bahan pembentuknya sudah tidak terlihat) dan suhunya relatif stabil. Pupuk kandang memiliki beberapa manfaat bagu tanaman, yaitu: (1) dapat menyediakan unsur hara makro dan mikro dan (2) memiliki daya ikat kation

tinggi sehingga dapat mengefektifkan penggunaan pupuk organik dengan meminimalkan kehilangan pupuk anorganik akibat penguapan dan tercuci oleh air hujan.

Peningkatan dosis pupuk kandang secara nyata meningkatkan kandungan bahan organik tanah karena pupuk kandang memiliki kandungan bahan organik yang tinggi sehingga makin tinggi pemberian bahan organik pada tanah maka akan meningkatkan kandungan bahan organik tanah itu sendiri (Syukur, 2008). Penggunaan pupuk kandang dengan dosis 9,5 ton ha⁻¹ mampu meningkatkan hasil biji kacang tanah 38,72 % dengan hasil 2,13 ton ha⁻¹ dan efek residunya untuk musim tanaman berikutnya mampu memberikan hasil lebih tinggi, yaitu sebesar 2,6 ton ha⁻¹ (Suntoro, 2001).

2.4.2 Biochar

Biochar adalah butiran halus, bahan arang yang berpori yang membedakan dari arang lainnya yang dimaksudkan sebagai amandemen tanah (Lehmann and Rondon, 2006). Biochar dihasilkan melalui proses pirolisis biomasa, seperti limbah-limbah pertanian, kotoran hewan, ataupun sampah kota. Pirolisis ini dilakukan dengan memaparkan biomasa pada temperatur tinggi tanpa adanya oksigen. Biochar memiliki karakteristik: *high surface area, high volume, micropores, density, macropores*, serta mengikat air. Karakteristik-karakteristik tersebut menyebabkan biochar mampu memasok karbon, biochar juga dapat mengurangi CO₂ dari atmosfer dengan cara mengikatnya ke dalam tanah.

Biochar lebih efektif menahan unsur hara untuk ketersediaannya bagi tanaman dibandingkan bahan organik lain seperti sampah dedaunan, kompos, atau pupuk kandang. Biochar juga menahan P yang tidak bisa diretensi oleh bahan organik tanah biasa. Lehman dan Rondon (2006) serta Rondon *et al.* (2007) melaporkan bahwa biochar juga menyediakan media tumbuh yang baik bagi berbagai mikroba tanah. Sifat biochar sangat beragam, tergantung dari bahan baku yang digunakan (Tabel 1).

Tabel 1. Pengaruh bahan baku terhadap sifat biochar (Kongres HITI, 2012)

Penelitian	Bahan baku	pH	C (%)	N (%)	P (%)	K (%)	KTK (me/100g)
Chan <i>et al.</i> , (2007)	Kotoran ayam	9,9	38,0	2,00	2,50	2,20	-
Islami <i>et al.</i> , (2011)	Pupuk kandang	7,9	25,5	0,78	0,82	0,79	17,7
Masulili <i>et al.</i> , (2010)	Jerami padi	8,7	38,7	0,00	0,12	0,20	17,7
Rondon <i>et al.</i> , (2007)	Eucaliptus	7,0	82,4	0,50	1,40	0,60	46,9
Sukartono <i>et al.</i> , (2011b)	Tempurung kelapa	9,9	80,0	0,34	0,10	0,84	11,7
Tagoe <i>et al.</i> , (2008)	Kotoran ayam	9,3	12,3	0,26	1,80	0,37	-
Widowati <i>et al.</i> , (2011)	Sampah kota	7,9	21,4	1,80	0,35	0,82	23,3

Beberapa penelitian telah menunjukkan dimana biochar mampu meningkatkan kesuburan tanah (Lehmann *et al.*, 2006), salah satunya adalah dengan menambahkan biochar ke dalam tanah, produktivitas panen akan meningkat. 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 tukar kation dan ameliorasi dari sifat-sifat fisik seperti retensi air tanah dan kemantapan agregat (Glaser *et al.*, 2002). Dari beberapa keuntungan yang diperoleh, terdapat keuntungan utama dari aplikasi biochar sebagai suplemen tanah yaitu deposit karbon di tanah, mereduksi gas rumah kaca, dan meningkatkan kesuburan tanah. Pada tabel 2 dapat dilihat beberapa kandungan C-organik dan kandungan unsur hara makro seperti N, P, dan K dari beberapa bahan pembuatan biochar.

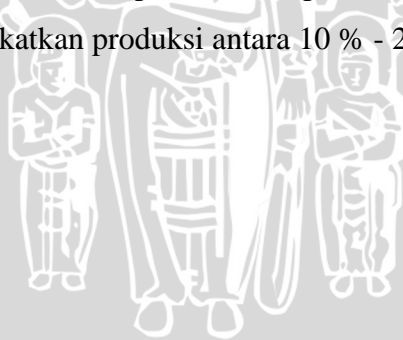
Tabel 2. Hasil analisis arang (biochar) dari beberapa limbah pertanian (Nurida, 2008)

Variabel	Tempurung Kelapa	Kulit Buah Kakao	Tempurung Kelapa Sawit	Sekam Padi
C-organik total (%)	24,33	37,50	37,53	35,98
Asam humat (%)	0,56	0,91	2,10	0,79
Asam fulfat (%)	0,71	3,31	2,36	1,57
Kadar abu (%)	2,09	13,65	10,04	27,05
Kadar N (%)	0,20	1,91	1,09	0,73
C/N rasio	122,00	20,00	34,00	49,00
Kadar P (%)	0,02	0,40	0,09	0,14
Kadar K (%)	0,01	0,47	0,01	0,03

2.5 Kacang Tanah

Kacang tanah merupakan tanaman pangan berupa semak yang berasal dari famili *Papilionaceae*. Jenis tanah yang sesuai untuk kacang tanah adalah jenis tanah yang gembur/bertekstur ringan dan subur dengan pH tanah antara 6,0-6,5. Penyinaran matahari secara penuh amat dibutuhkan bagi tanaman kacang tanah. 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).

Marzuki (2007) menyatakan bahwa pemupukan memegang peranan penting dalam peningkatan produksi kacang tanah. Kebutuhan N 15-20 kg ha⁻¹, P₂O₅ 45 kg ha⁻¹ dan K₂O 50-60 kg ha⁻¹. Tanah yang kurang bahan organiknya memerlukan bahan organik. Pengapuran diperlukan untuk tanah yang masam. Andrianto dan Indarto (2004) menyatakan kebutuhan Ca mencapai sekitar 300-400 kg ha⁻¹ yang berfungsi untuk pembentukan ginofor, sedangkan kebutuhan N cukup 25-50 kg ha⁻¹ dan untuk memenuhi kebutuhan N tersebut lewat penambahan N di udara melalui mikroba *rhizobium* yang mencapai 75-80 % dan Sutanto (2007) menyatakan *rhizobium* mampu mencukupi 80 % kebutuhan nitrogen tanaman legum dan meningkatkan produksi antara 10 % - 25 %.



III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Pembuatan dan penelitian biochar berlokasi di kebun percobaan Fakultas Pertanian, Desa Jatikerto, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2013 sampai dengan bulan Oktober 2013. 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

Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian adalah cangkul dan sekop untuk mengambil dan memindah tanah, polybag sebagai tempat tanah, timbangan untuk mengukur berat bahan yang digunakan, serta peralatan yang digunakan di laboratorium baik untuk analisis tanah maupun biochar, serta penggaris dan meteran untuk mengukur tinggi tanaman.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan seperti pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Bahan yang digunakan dalam penelitian

Bahan	Keterangan
Tanah ordo Alfisols	Pengambilan tanah di kebun percobaan Jatikerto
Pupuk kandang	Pupuk kandang sapi (kering)
Biochar	Biochar tempurung kelapa hasil pembakaran selama 1 jam
Benih kacang tanah	Varietas Kelinci

3.3 Metode Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan yang digunakan yaitu :

- P0 : Tanpa pemberian biochar dan Pupuk Kandang
- P1 : Pemberian biochar 5%
- P2 : Pemberian pupuk kandang 5%
- P3 : Pemberian biochar 4% + pupuk kandang 1%
- P4 : Pemberian biochar 1% + pupuk kandang 4%

Prosentase yang digunakan merupakan prosentase dari berat total tanah pada polybag yang digunakan. Tanaman ditanam pada polybag yang berukuran 5 kg. Pemberian biochar atau pupuk kandang 5% setara dengan 250 g/polybag, 4% setara dengan 200 g/polybag, 1% setara dengan 50 g/polybag.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pengambilan Contoh Tanah

Tanah yang digunakan adalah jenis tanah Alfisol yang diambil dari lahan Kebun Percobaan Jatikerto Malang. Selanjutnya tanah dikering anginkan selama satu hari sebelum dimasukkan ke dalam polybag. Pengambilan contoh tanah untuk analisis tanah dasar dilakukan sebelum masa tanam sedangkan analisis beberapa sifat-sifat tanah dilakukan pada 110 hari setelah tanam (HST).

3.4.2 Analisis Dasar

Analisis dasar dilakukan pada contoh tanah dan biochar. Analisis dasar meliputi : tekstur tanah, kemantapan agregat, berat isi, porositas, C-organik, pH (H₂O), N-total, dan KTK. Analisis dasar tanah dan metode analisis yang digunakan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Macam Analisis Dasar Tanah dan Metode yang digunakan

No.	Macam Analisis Dasar	Metode
1.	Tekstur	Pipet
2.	pH tanah	Glass Electrode
3.	C-organik (%)	Walkey + Black
4.	N-total (%)	Kjeldahl
5.	KTK (me.100 g ⁻¹)	NH ₄ O Ac 1 N pH 7
6.	Berat Isi (g cm ⁻³)	Ring sampel
7.	Kemantapan agregat (tetes)	Vilensky
8.	Porositas (%)	1-(bi/bj)

Analisis biochar dan pupuk kandang meliputi : C-organik, KTK, N-total dan pH (H₂O). Analisis biochar dan pupuk kandang serta metode analisis yang digunakan disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. 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.	N-total (%)	Kjeldahl
4.	KTK (me.100 g ⁻¹)	NH ₄ O Ac 1 N pH 7

3.4.3 Persiapan Media Tanam

3.4.3.1 Persiapan Biochar

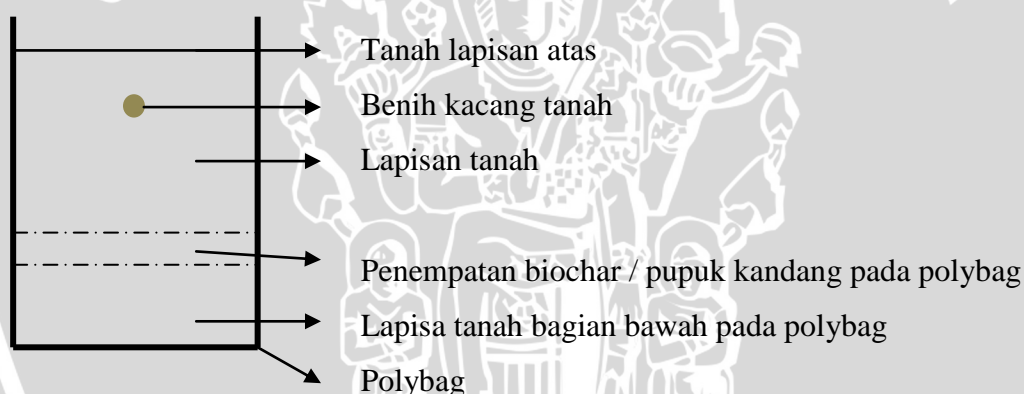
Biochar dibuat dari bahan dasar tempurung kelapa. Tempurung kelapa dihancurkan terlebih dahulu sebelum dilakukan proses pirolisis agar mendapatkan hasil pembakaran yang lebih merata. Proses pembakaran biochar dilakukan selama satu jam dengan suhu sebesar 300°C. Pembakaran biochar ditempatkan pada drum berukuran besar sehingga mampu menampung tempurung kelapa lebih banyak. Setelah satu jam, arang hasil pembakaran yang masih di dalam drum diaduk dan dibolak-balik agar panasnya merata dan arang yang berada di bagian bawah tidak menjadi abu. Setelah itu biochar yang sudah jadi didiamkan selama satu hari sebelum diaplikasikan ke dalam tanah. Pemberian biochar per polybag disajikan dalam Lampiran 4. Pemberian biochar disesuaikan dengan masing-masing perlakuan.

3.4.3.2 Persiapan Pupuk Kandang

Pupuk kandang yang digunakan merupakan pupuk kandang sapi kering. Perhitungan jumlah pupuk kandang per polybag disajikan dalam Lampiran 4. Pupuk kandang dibenamkan di dalam tanah setelah memasukkan tanah seberat 1 kg ke dalam polybag, kemudian ditutup kembali dengan tanah hingga berat total dalam polybag menjadi 5 kg.

3.4.3.3 Penempatan Bahan Pembenh Tanah pada Polybag

Bahan pembenh tanah yang digunakan dalam penelitian ini (biochar dan pupuk kandang) dibenamkan pada tanah yang ada pada polybag. Polybag terlebih dahulu diisi tanah seberat 1 kg, kemudian biochar dan pupuk kandang dimasukkan pada polybag sesuai dengan dosis perlakuan yang telah ditetapkan dan ditutup dengan tanah lagi hingga polybag berisi tanah seberat 5 kg (Gambar 1).



Gambar 1. Skema Penempatan Biochar dalam Polybag

3.4.4 Penanaman, Pemupukan dan Pemeliharaan

3.4.4.1 Penanaman

Persiapan awal adalah mempersiapkan polybag berukuran 5 kg sesuai dengan yang telah dirancang. Tiap polybag ditanami dengan 1 benih kacang tanah. Tanah yang digunakan diayak terlebih dahulu untuk memisahkan kerikil dari tanah.

3.4.4.2 Pemupukan

Pemupukan diberikan untuk membantu pertumbuhan tanaman kacang tanah yaitu Urea 0,5 g/polybag, KCl 0,5 g/polybag, dan SP-36 0,5 g/polybag. Pupuk anorganik Urea, pupuk KCl, dan pupuk SP-36 diberikan pada awal tanam sebagai pupuk dasar, biochar dan pupuk kandang diberikan satu kali yaitu bersama pada saat tanam.

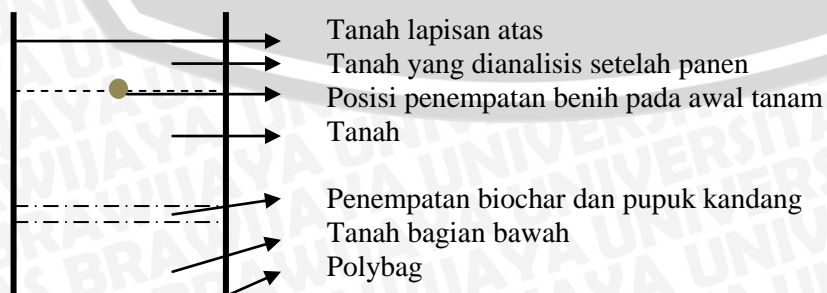
3.4.4.3 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan membersihkan gulma yang ada, sedangkan untuk pemberantasan hama dan penyakit tidak menggunakan pestisida atau senyawa kimia lainnya tetapi cukup dengan cara mekanik, karena selain jumlahnya sedikit juga untuk menjaga ketelitian data.

3.5 Pengamatan dan Analisis Data

3.5.1 Cara Pengamatan

Obyek pengamatan adalah tanah dan tanaman. Pengamatan tanah dilakukan pada saat sebelum tanam dan pada saat panen, yaitu pada 110 Hari Setelah Tanam (HST), sedangkan pengamatan tinggi tanaman dan jumlah daun hanya dilakukan pada 10 HST hingga 60 HST, sedangkan pengamatan jumlah polong hanya dilakukan pada saat panen, yaitu 110 HST. Pengambilan contoh tanah yang digunakan untuk analisis laboratorium diambil pada tanah lapisan atas (Gambar 2). Pengambilan contoh tanah untuk analisis fisika (berat isi dan kemantapan agregat) diambil sebelum tanaman kacang tanah dicabut. Namun pengambilan contoh tanah untuk analisis kimia (pH, C-organik, KTK, dan N-total) diambil ketika tanaman kacang tanah sudah dicabut dari polybag.



Gambar 2. Skema Pengambilan Contoh Tanah Untuk Analisis Laboratorium

Parameter pengamatan untuk tanah meliputi kemantapan agregat, berat isi tanah, porositas, C-organik, pH, N-total, dan KTK. Pengamatan tanah dilakukan secara destruktif, dimana dilakukan pada akhir tanam. Sedangkan pengamatan tanaman meliputi 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 seperti pada Tabel 6.

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

Pengamatan	Parameter	Metode	Waktu Pengamatan
Tanah	Kemantapan agregat (tetes)	Vilensky	110 HST
	Berat isi (g cm^{-3})	Clod	110 HST
	Porositas (%)	1-(bi / bj)	110 HST
	C-organik (%)	Walkey and Black	110 HST
	N-total (%)	Kjeldahl	110 HST
	KTK (me.100/g)	$\text{NH}_4\text{O Ac pH 7}$	110 HST
	pH	Glass Electrode	110 HST
Tanaman	Tinggi tanaman (cm)	Non destruktif	10 HST – 60 HST
	Jumlah daun (helai)	Non destruktif	10 HST – 60 HST
	Jumlah polong (polong)	Destruktif	110 HST

Ket : HST = Hari Setelah Tanam ; Rentang waktu pengamatan adalah 10 hari

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 yang kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan. 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.

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 C -Organik Tanah

Perlakuan pemberian biochar pada tanaman kacang tanah tidak berpengaruh terhadap ketersediaan C-organik tanah pada 110 HST (Lampiran 6). Dari hasil analisis dasar tanah, C-organik tanah percobaan termasuk dalam kategori sangat rendah (0,43%), sedangkan untuk kandungan C-organik biochar tempurung kelapa yang digunakan tergolong tinggi (27,68%) serta kandungan C-organik pupuk kandang sapi tergolong sedang (13,84%) (Lampiran 3).

Tabel 7. Residu C-Organik Berbagai Perlakuan pada 110 HST

Perlakuan	C-organik (%)
Kontrol (P0)	0,54 a
BTK 5% (P1)	0,80 ab
PKS 5% (P2)	0,91 b
BTK 4% + PKS 1% (P3)	0,88 ab
BTK 1% + PKS 4% (P4)	0,92 b

Keterangan : HST = Hari setelah tanam; BTK = biochar tempurung kelapa; PKS = pupuk kandang sapi; 5%, 4%, 1% = dosis 5%, 4%, 1% dari volume polybag yang digunakan; perbedaan notasi huruf pada angka 0,92 dan 0,91 dengan 0,54 menunjukkan adanya perbedaan nyata

Tabel 7 menunjukkan bahwa pemberian biochar tidak berpengaruh terhadap peningkatan C-organik dalam tanah, namun pemberian pupuk kandang 4% dan kombinasinya dengan biochar 1% berpengaruh terhadap peningkatan C-organik dalam tanah, begitu juga dengan pemberian pupuk kandang 5%. C-organik tertinggi berada pada perlakuan pemberian pupuk kandang sapi 4% + biochar tempurung kelapa 1% (P4) sebesar 0,92% atau meningkat sebesar 70,37% dibandingkan dengan perlakuan kontrol, kemudian diikuti oleh pemberian pupuk kandang sapi 5% (P2) sebesar 0,91% atau meningkat sebesar 68,52% dibandingkan kontrol, pemberian biochar tempurung kelapa 4% + pupuk kandang sapi 1% (P3) sebesar 0,88% atau meningkat sebesar 62,96% dibandingkan dengan kontrol, pemberian biochar tempurung kelapa 5% (P1) sebesar 0,81% atau meningkat sebesar 48,15% dibandingkan dengan kontrol, dan yang terendah ialah perlakuan kontrol (P0) sebesar 0,54%.

Menurut Diels *et al.* (2004) dalam Sukartono (2011) pada kondisi tropis, C-organik dari sumber pupuk kandang (*cattle manure*) mengalami dekomposisi

hampir secara sempurna dalam satu musim tanam. Berbeda dengan C-organik dari biochar dengan struktur C-aromatik bersifat lebih tahan terhadap dekomposisi (Lehman *et al.*, 2004 dalam Sukartono, 2011). Menurut Lehman *et al.* (2006) biochar merupakan materi yang kaya karbon hasil produksi dari proses pirolisis lambat dari sebuah biomassa dan memiliki sifat lama terdekomposisi.

4.1.2 pH Tanah

Perlakuan pemberian bahan organik (BO) pada tanaman kacang tanah berpengaruh terhadap pH pada 110 HST (Lampiran 5). Dari hasil analisis dasar tanah, pH tanah percobaan termasuk dalam kategori agak masam (6,42), sedangkan untuk pH biochar tempurung kelapa yang digunakan tergolong basa (7,61) serta pH pupuk kandang juga tergolong basa (7,22) (Lampiran 3).

Tabel 8. Pengaruh Perlakuan terhadap pH tanah pada 110 HST

Perlakuan	pH
Kontrol (P0)	6,30 a
BTK 5% (P1)	6,75 c
PKS 5% (P2)	6,54 b
BTK 4% + PKS 1% (P3)	6,58 bc
BTK 1% + PKS 4% (P4)	6,61 bc

Keterangan : HST = Hari setelah tanam; BTK = biochar tempurung kelapa; PKS = pupuk kandang sapi; 5%, 4%, 1% = dosis 5%, 4%, 1% dari volume polybag yang digunakan; perbedaan notasi huruf pada angka 6,75 dengan 6,3 menunjukkan adanya perbedaan nyata

Tabel 8 menunjukkan bahwa pemberian biochar dan pupuk kandang mampu meningkatkan pH tanah dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Perlakuan pemberian biochar tempurung kelapa 5% dari volume polybag (P1) pada tanah menghasilkan pH tanah tertinggi sebesar 6,75 selama 110 HST atau meningkat sebesar 7,14% dibandingkan dengan perlakuan kontrol, diikuti oleh pemberian biochar tempurung kelapa 1% + pupuk kandang sapi 4% (P4) sebesar 6,61 atau meningkat sebesar 4,92% dibandingkan dengan kontrol, pemberian biochar 4% + pupuk kandang sapi 1% (P3) sebesar 6,58 atau meningkat 4,44% dibandingkan dengan kontrol, pemberian pupuk kandang sapi 5% (P2) sebesar 6,54 atau meningkat 3,81% dibandingkan perlakuan kontrol, dan hasil terendah yaitu perlakuan kontrol sebesar 6,30.

Peningkatan pH tanah akan mempengaruhi aktivitas jasad mikro menjadi lebih aktif yang mana akan berpengaruh juga terhadap ketersediaan unsur hara

dalam tanah karena proses dekomposisi bahan organik semakin cepat. Okoro *et al.* (2005) menyatakan bahwa pH tanah mempengaruhi aktivitas mikroorganisme tanah dalam mendekomposisikan bahan organik.

4.1.3 N - Total Tanah

Hasil analisis dasar tanah menunjukkan N-total tanah yang digunakan untuk penelitian sebesar 0,32%. Sedangkan kandungan N-total biochar tempurung kelapa yang digunakan tergolong sedang, yaitu sebesar 0,43% dan kandungan N-total pada pupuk kandang sapi yang digunakan tergolong sangat tinggi, yaitu sebesar 1,34% (Lampiran 3). Perlakuan pemberian bahan organik pada tanaman kacang tanah berpengaruh terhadap kadar N-total pada 110 HST (Lampiran 7).

Tabel 9. Residu N-total Berbagai Perlakuan pada 110 HST

Perlakuan	N-total (%)
Kontrol (P0)	0,38 a
BTK 5% (P1)	0,51 abc
PKS 5% (P2)	0,58 bc
BTK 4% + PKS 1% (P3)	0,46 ab
BTK 1% + PKS 4% (P4)	0,63 c

Keterangan : HST = Hari setelah tanam; BTK = biochar tempurung kelapa; PKS = pupuk kandang sapi; 5%, 4%, 1% = dosis 5%, 4%, 1% dari volume polybag yang digunakan; perbedaan notasi huruf pada angka 0,63 dengan 0,38 menunjukkan adanya perbedaan nyata

Tabel 9 menunjukkan bahwa pemberian biochar dan pupuk kandang berpengaruh terhadap N-total dan pemberian perlakuan mampu meningkatkan N-total tanah dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hasil tertinggi berada pada perlakuan pemberian pupuk kandang 4% + biochar tempurung kelapa 1 % (P4) sebesar 0,63% atau lebih tinggi 65,79% dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Sedangkan perlakuan pemberian pupuk kandang sapi 5 % (P2) menghasilkan N-total terbesar kedua yaitu sebesar 0,59% atau lebih tinggi 52,63% dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan pemberian biochar 5% (P1) menghasilkan nilai 0,51% atau lebih tinggi 34,21% dibandingkan dengan kontrol. Sedangkan pada perlakuan pemberian biochar 4% + pupuk kandang sapi 1 % (P3) hanya menghasilkan N-total 0,46% atau lebih tinggi 21,05% dibandingkan dengan kontrol, dan perlakuan kontrol memiliki N-total terendah sebesar 0,38%. Hal tersebut menunjukkan bahwa dalam 110 HST pemberian biochar 5% (P1) maupun pemberian biochar 4% + pupuk kandang sapi 1% (P3) dapat meningkatkan N-total tanah namun

belum sebesar pada pemberian pupuk kandang sapi 5% (P2) maupun pemberian biochar 1% + pupuk kandang sapi 4% (P4).

4.1.4 Kapasitas Tukar Kation

Berdasarkan hasil analisis dasar tanah, kapasitas tukar kation tanah yang digunakan tergolong dalam kriteria sedang, yaitu sebesar 26,46 me/100g, sedangkan kapasitas tukar kation biochar tempurung kelapa sebesar 39,62 me/100g, dan kapasitas tukar kation pupuk kandang sapi sebesar 36,36 me/100g yang termasuk dalam kategori tinggi (Lampiran 3). Perlakuan pemberian bahan organik pada tanaman kacang tanah tidak berpengaruh terhadap kapasitas tukar kation tanah pada 110 HST (Lampiran 8).

Tabel 10. Pengaruh Perlakuan terhadap Kapasitas Tukar Kation (KTK) Alfisol pada 110 HST

Perlakuan	KTK (me/100g)
Kontrol (P0)	34,03
BTK 5% (P1)	35,21
PKS 5% (P2)	35,51
BTK 4% + PKS 1% (P3)	35,88
BTK 1% + PKS 4% (P4)	36,77

Keterangan : HST = Hari setelah tanam; BTK = biochar tempurung kelapa; PKS = pupuk kandang sapi; 5%, 4%, 1% = dosis 5%, 4%, 1% dari volume polybag yang digunakan; perbedaan notasi huruf menunjukkan adanya perbedaan nyata

Tabel 10 menunjukkan bahwa perlakuan pemberian biochar dan pupuk kandang tidak berpengaruh terhadap kapasitas tukar kation (KTK) tanah dalam 110 HST pada tanaman kacang tanah. Namun ada peningkatan dan perbedaan nilai KTK dari masing-masing perlakuan. Nilai KTK tertinggi dihasilkan oleh perlakuan pemberian biochar 1% + pupuk kandang 4% (P4) yaitu sebesar 36,77 me/100g atau lebih tinggi 8,05% dibandingkan dengan perlakuan kontrol, dan berturut-turut diikuti oleh perlakuan pemberian biochar 4% + pupuk kandang 1% (P3) sebesar 35,88 me/100g atau lebih tinggi 5,44% dibandingkan dengan kontrol, perlakuan pemberian pupuk kandang 5% (P2) sebesar 35,51 me/100g atau lebih tinggi 4,35% dibandingkan dengan kontrol, perlakuan pemberian biochar 5% (P1) sebesar 35,21 me/100g atau lebih tinggi 3,47% dibandingkan dengan kontrol, serta perlakuan kontrol dengan nilai terkecil, yaitu sebesar 34,03 me/100g. Hal ini menunjukkan bahwa dalam 110 HST pemberian pupuk kandang dapat

meningkatkan KTK tanah dibandingkan dengan pemberian biochar pada dosis yang sama, dan kombinasi dari keduanya akan menghasilkan peningkatan nilai kapasitas tukar kation yang lebih besar, walaupun pada hasil sidik ragam menunjukkan tidak berpengaruh nyata dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

4.1.5 Agregat Tanah

Berdasarkan hasil analisis dasar kemantapan agregat tanah, tanah dapat pecah dalam 12,78 tetes air dengan volume air sebesar 1,88 cm³ dan jari-jari tetesan sebesar 7,47 (Lampiran 3). Perlakuan pemberian bahan organik pada tanaman kacang tanah tidak berpengaruh terhadap kemantapan agregat tanah pada 110 HST (Lampiran 10).

Tabel 11. Pengaruh Perlakuan terhadap Kemantapan agregat pada 110 HST

Perlakuan	Kemantapan agregat (tetes)
Kontrol (P0)	12,80
BTK 5% (P1)	13,00
PKS 5% (P2)	13,60
BTK 4% + PKS 1% (P3)	13,20
BTK 1% + PKS 4% (P4)	13,80

Keterangan : HST = Hari setelah tanam; BTK = biochar tempurung kelapa; PKS = pupuk kandang sapi; 5%, 4%, 1% = dosis 5%, 4%, 1% dari volume polybag yang digunakan; perbedaan notasi huruf menunjukkan adanya perbedaan nyata

Tabel 11 menunjukkan bahwa perlakuan pemberian biochar dan pupuk kandang tidak berpengaruh pada perbaikan kemantapan agregat tanah dalam waktu 110 HST. Peningkatan kemantapan agregat tanah terbesar berada pada pemberian biochar 1% + pupuk kandang 4% (P4) yaitu sebesar 13,80 tetes untuk memecahkan agregat tanah atau lebih tinggi 7,81% dibandingkan dengan perlakuan kontrol, dan berturut-turut diikuti oleh perlakuan pemberian pupuk kandang 5% (P2) sebesar 13,60 tetes atau lebih tinggi 6,25% dibandingkan dengan kontrol, perlakuan pemberian biochar 4% + pupuk kandang 1% (P3) sebesar 13,20 tetes atau lebih tinggi 3,12% dibandingkan dengan kontrol, perlakuan pemberian biochar 5% (P1) sebesar 13,00 tetes atau lebih tinggi 1,56% dibandingkan dengan kontrol, dan yang terakhir perlakuan kontrol (P0) dengan nilai terkecil, yaitu sebesar 12,80 tetes untuk memecah tanah dengan jari-jari tetesan sebesar 7,58. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang sapi lebih memberikan efek positif terhadap peningkatan kemantapan agregat

tanah dibandingkan dengan dengan pemberian biochar pada dosis yang sama dalam waktu 110 HST.

4.1.6 Berat Isi Tanah

Berdasarkan hasil analisis dasar tanah, berat isi tanah yang digunakan sebesar $1,41 \text{ g cm}^{-3}$ sedangkan (Lampiran 3). Perlakuan pemberian bahan organik pada tanaman kacang tanah berpengaruh terhadap berat isi tanah pada 110 HST (Lampiran 9).

Tabel 12. Pengaruh Perlakuan terhadap Berat isi tanah pada 110 HST

Perlakuan	Berat isi tanah (g cm^{-3})
Kontrol (P0)	1,38 b
BTK 5% (P1)	1,38 b
PKS 5% (P2)	1,37 a
BTK 4% + PKS 1% (P3)	1,37 ab
BTK 1% + PKS 4% (P4)	1,36 a

Keterangan : HST = Hari setelah tanam; BTK = biochar tempurung kelapa; PKS = pupuk kandang sapi; 5%, 4%, 1% = dosis 5%, 4%, 1% dari volume polybag yang digunakan; perbedaan notasi huruf pada angka 1,36 dan 1,37 dengan 1,38 menunjukkan adanya perbedaan nyata

Tabel 12 menunjukkan bahwa perlakuan pemberian biochar tidak berpengaruh nyata terhadap perbaikan berat isi tanah, namun pemberian pupuk kandang serta kombinasi antara pupuk kandang (4%) dan biochar (1%) berpengaruh nyata pada peningkatan berat isi tanah dalam waktu 110 HST. Berat isi tanah terkecil berada pada perlakuan pemberian biochar 1% + pupuk kandang 4% (P4) yaitu sebesar $1,36 \text{ g cm}^{-3}$ atau lebih rendah 1,45% dibandingkan dengan perlakuan kontrol, kemudian berturut-turut diikuti oleh perlakuan pemberian biochar 4% + pupuk kandang sapi 1% (P3) sebesar $1,37 \text{ g cm}^{-3}$ atau lebih rendah 0,72% dibandingkan dengan kontrol, perlakuan pemberian pupuk kandang sapi 5% (P2) sebesar $1,37 \text{ g cm}^{-3}$ lebih rendah 0,72% dibandingkan perlakuan kontrol, perlakuan pemberian biochar 5% (P1) sebesar $1,38 \text{ g cm}^{-3}$, dan perlakuan kontrol (P0) sebesar $1,38 \text{ g cm}^{-3}$. Berdasarkan pada hasil penelitian diketahui bahwa penggunaan kombinasi antara biochar 1% + pupuk kandang 4% (P4) adalah perlakuan yang mampu menghasilkan berat isi tanah terendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

4.1.7 Porositas Tanah

Dari hasil analisis dasar tanah, porositas tanah yang digunakan sebesar 37% (Lampiran 3). Perlakuan pemberian bahan organik pada tanaman kacang tanah tidak berpengaruh terhadap porositas tanah pada 110 HST (Lampiran 11).

Tabel 13. Pengaruh Perlakuan terhadap Porositas Tanah pada 110 HST

Perlakuan	Porositas (%)
Kontrol (P0)	38,71 a
BTK 5% (P1)	38,90 ab
PKS 5% (P2)	39,61 b
BTK 4% + PKS 1% (P3)	39,35 ab
BTK 1% + PKS 4% (P4)	39,59 b

Keterangan : HST = Hari setelah tanam; BTK = biochar tempurung kelapa; PKS = pupuk kandang sapi; 5%, 4%, 1% = dosis 5%, 4%, 1% dari volume polybag yang digunakan; perbedaan notasi huruf pada angka 39,59 dan 39,61 dengan 38,71 menunjukkan adanya perbedaan nyata

Tabel 13 menunjukkan bahwa perlakuan pemberian biochar tidak berpengaruh nyata terhadap perbaikan porositas tanah dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Namun pemberian pupuk kandang serta kombinasinya dengan biochar yang lebih sedikit berpengaruh terhadap porositas tanah pada 110 HST. Porositas tertinggi berada pada perlakuan pemberian pupuk kandang sapi 5% (P2) sebesar 39,61% atau lebih tinggi 2,32% dibandingkan dengan perlakuan kontrol, kemudian berturut-turut diikuti oleh perlakuan pemberian biochar 1% + pupuk kandang sapi 4% (P4) sebesar 39,59% atau lebih tinggi 2,27% dibandingkan dengan kontrol, perlakuan pemberian biochar 4% + pupuk kandang 1% (P3) sebesar 39,35% atau lebih tinggi 1,65% dibandingkan dengan kontrol, perlakuan pemberian biochar 5% (P1) sebesar 38,90% atau lebih tinggi 0,49% dibandingkan dengan kontrol, dan perlakuan kontrol (P0) sebesar 38,71%. Meskipun pemberian biochar tidak berpengaruh nyata pada 110 HST, namun sudah terlihat pertambahan prosentase porositas tanah dibandingkan dengan perlakuan kontrol, walaupun masih lebih kecil dibandingkan dengan pemberian pupuk kandang.

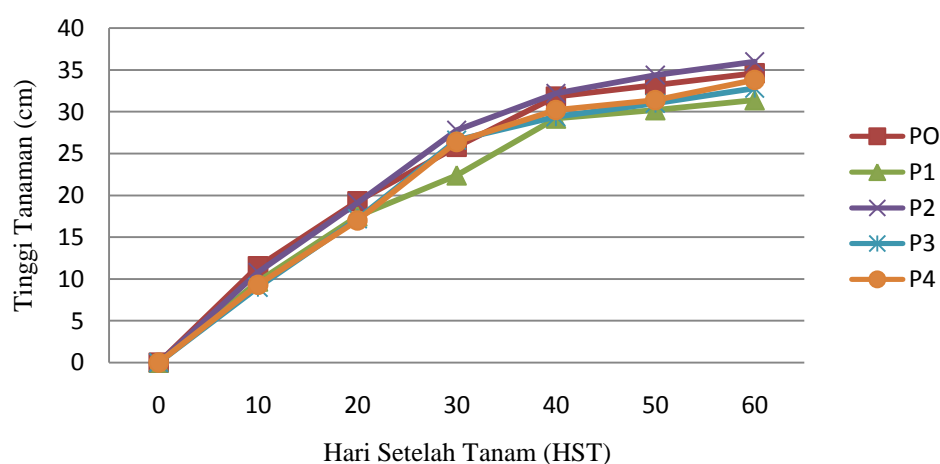
4.1.8 Pertumbuhan Tanaman Kacang Tanah

Percobaan dilakukan dengan menggunakan tanaman kacang tanah yang ditanam pada polybag berukuran 5 kg. parameter yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman kacang tanah ialah tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah bunga, serta jumlah polong.

4.1.8.1 Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman merupakan salah satu indikator yang dapat langsung diamati untuk mengetahui adanya pertumbuhan tanaman, sehingga untuk mengetahui pertumbuhan tanaman, salah satu caranya adalah dengan mengukur tinggi tanaman dari permukaan hingga pucuk daun tertinggi. Pemberian bahan organik pada tanaman kacang tanah yang ditanam pada polybag tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman pada 10 HST hingga 60 HST (Lampiran 12).

Rata-rata pertumbuhan tanaman tertinggi berada pada 60 HST. Hasil tertinggi berada pada perlakuan pemberian pupuk kandang 5% (P2) setinggi 36 cm atau lebih tinggi 4,05% dibandingkan dengan perlakuan kontrol, diikuti oleh perlakuan kontrol (P0) 34,6 cm, perlakuan pemberian biochar 1% + pupuk kandang 4% (P4) setinggi 33,8 cm atau lebih pendek 2,31% dibandingkan dengan perlakuan kontrol, perlakuan pemberian biochar 4% + pupuk kandang 1% (P3) setinggi 32,8 cm atau lebih pendek 5,20% dibandingkan dengan perlakuan kontrol, dan yang terkecil berada pada perlakuan pemberian biochar 5% (P1) setinggi 32,4 cm atau lebih pendek 6,36% dibandingkan dengan kontrol (Gambar 3). Kacang tanah bersifat indeterminat, bagian vegetatif tetap tumbuh pada saat tanaman sudah mulai generatif. Stadia pemacuan pertumbuhan yang dicirikan oleh penambahan bobot biomassa yang cepat terjadi sejak umur ± 26 hingga ± 75 hari setelah tanam (Kasno *et al.*, 1993).

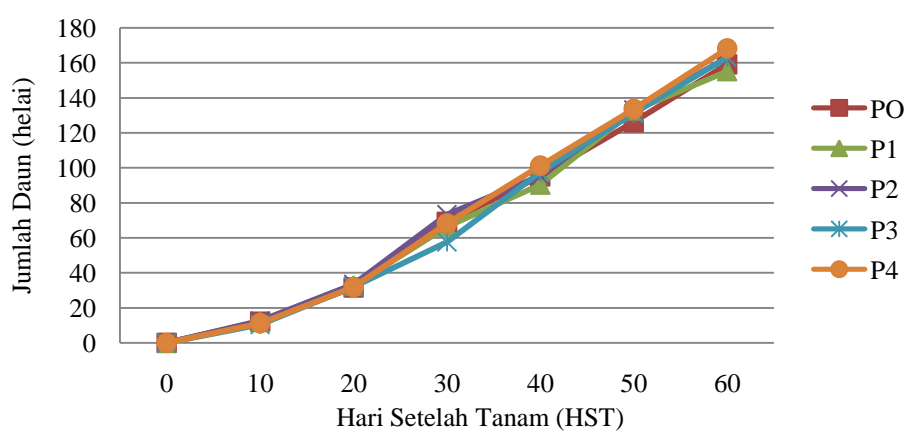


Gambar 3. Grafik Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman Kacang Tanah

4.1.8.2 Jumlah Daun

Jumlah daun juga merupakan salah satu indikator yang dapat diamati secara langsung untuk mengetahui adanya tumbuh kembang tanaman. Pengukuran jumlah daun tanaman kacang tanah dilakukan dengan menghitung jumlah daun yang tumbuh dan telah terbuka sempurna yang diamati tiap 10 hari mulai 10 HST hingga 60 HST. Perlakuan pemberian bahan organik pada tanaman kacang tanah ini tidak berpengaruh terhadap jumlah daun yang tumbuh pada 10 hingga 60 HST (Lampiran 13).

Jumlah daun dengan rata-rata tertinggi berada pada 60 HST. Perlakuan pemberian biochar 1% + pupuk kandang 4% (P4) menghasilkan jumlah daun tertinggi di antara perlakuan yang lain, yaitu sebanyak 168,2 helai daun atau lebih banyak 5,65% dibandingkan dengan perlakuan kontrol, diikuti berturut-turut oleh perlakuan pemberian biochar 4% + pupuk kandang 1% (P3) sebanyak 163,2 helai daun atau lebih banyak 2,51% dibandingkan dengan kontrol, perlakuan pemberian pupuk kandang 5% (P2) sebanyak 162,8 helai daun atau lebih banyak 2,26% dibandingkan dengan kontrol, perlakuan kontrol (P0) sebanyak 159,2 helai daun, dan hasil terkecil pada perlakuan pemberian biochar 5% (P1) sebanyak 155,2 helai daun atau lebih rendah 2,51% dibandingkan dengan kontrol (Gambar 4). Jumlah daun pada tanaman kacang tanah dengan pemberian biochar 1% + pupuk kandang 4% (P4), pemberian biochar 4% + pupuk kandang 1% (P3), pemberian pupuk kandang 5% (P2), dan pemberian biochar 5% (P1) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan perlakuan kontrol pada 60 HST.

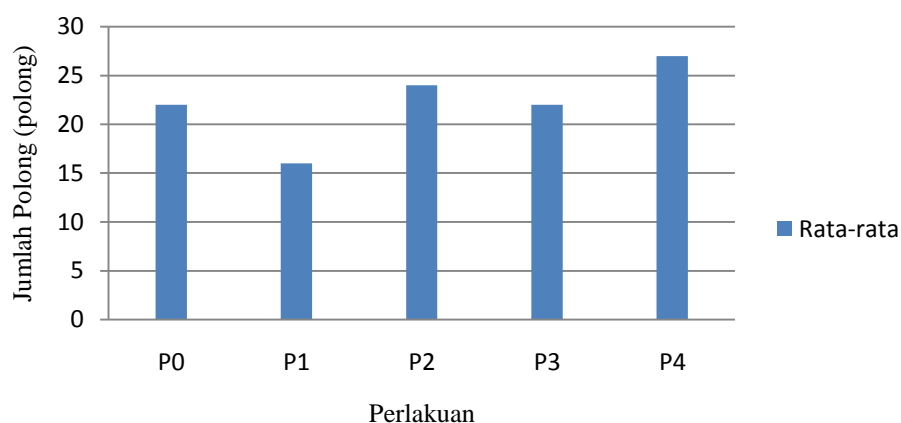


Gambar 4. Grafik Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Kacang Tanah

4.1.8.3 Jumlah Polong

Jumlah polong merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mengukur produktivitas tanaman kacang tanah. Perlakuan pemberian bahan organik pada tanaman kacang tanah tidak berpengaruh terhadap jumlah polong kacang tanah yang dihasilkan pada 110 HST (Lampiran 14). Hasil tertinggi dihasilkan pada perlakuan pemberian biochar 1% + pupuk kandang 4% (P4) yang menghasilkan 27 polong atau lebih tinggi 22,73% dibandingkan dengan perlakuan kontrol, diikuti berturut-turut oleh pemberian pupuk kandang (P2) sebanyak 24 polong atau lebih tinggi 9,09% dibandingkan dengan kontrol, pemberian biochar 4% + pupuk kandang 1% (P3) sebanyak 23 polong atau lebih tinggi 4,55% dibandingkan dengan kontrol, perlakuan kontrol (P0) sebanyak 22 polong, dan terakhir pemberian biochar 5% (P1) sebanyak 16 polong atau lebih rendah 27,27% dibandingkan dengan kontrol (Gambar 5).

Pemberian biochar 5% (P1) tidak berpengaruh terhadap jumlah polong tanaman kacang tanah pada 110 HST. Begitu juga dengan perlakuan pemberian pupuk kandang 5% (P2) dan pemberian biochar 5% + pupuk kandang 1% (P3). Perlakuan pemberian biochar 1% + pupuk kandang 5% berpengaruh nyata terhadap jumlah polong tanaman kacang tanah. Hal ini menunjukkan bahwa dalam 110 HST pemberian pupuk kandang yang lebih banyak dikombinasikan dengan biochar yang lebih sedikit lebih efektif dalam meningkatkan jumlah polong tanaman kacang tanah dibandingkan dengan pemberian biochar maupun kombinasi antara biochar yang lebih banyak dengan pupuk kandang yang lebih sedikit.



Gambar 5. Grafik Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Polong Kacang Tanah

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Bahan Organik terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tanah

Bahan organik tanah merupakan salah satu bahan pembentuk agregat tanah, yang mempunyai peran sebagai bahan perekat antar partikel tanah untuk bersatu menjadi agregat tanah, sehingga agregat tanah lebih mantap. Agregasi tanah yang baik secara tidak langsung mampu memperbaiki ketersediaan unsur hara. Hal ini karena agregasi tanah yang baik akan menjamin tata udara dan air tanah yang baik pula, sehingga aktivitas mikroorganisme dapat berlangsung dengan baik dan meningkatkan ketersediaan unsur hara. 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 tukar kation dan ameliorasi dari sifat-sifat fisik seperti retensi air tanah dan kemantapan agregat (Glaser *et al.*, 2002).

Penambahan bahan organik memperbaiki sifat fisik tanah karena mampu membentuk agregat tanah yang stabil. Melalui penambahan bahan organik maka agregat tanah akan menjadi semakin baik. Pengaruh lain dari perubahan bahan organik ialah mampu menurunkan berat isi tanah dan meningkatkan porositas tanah dalam 110 HST. Hasil dari penelitian ini menunjukkan dalam waktu 110 HST pemberian bahan organik mampu menurunkan berat isi tanah dan mampu meningkatkan porositas tanah walaupun tidak secara signifikan dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Dalam hubungannya dengan sifat fisika tanah, bahan organik berupa pupuk kandang dan kompos dapat berperan dalam pembentukan agregat yang mantap, karena dapat mengikat butiran primer menjadi butiran sekunder (Sutono *et al.*, 1996 dalam Juarsah *et al.*, 2001). 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.

Pengaruh bahan organik terhadap sifat kimia tanah adalah meningkatkan daya tukar kation (KTK) tanah, sehingga dari peningkatan nilai KTK tersebut

akan semakin memudahkan tanaman dalam menyerap unsur hara. Sedangkan peningkatan N-total di dalam tanah akan bertambah melalui proses dekomposisi bahan organik dan juga berasal dari suplai N melalui pemupukan N, P, K yang berada dalam bentuk tersedia (Thorne dan Thorene, 1979 dalam Tejaswarna dan Fagi, 1990). Bahan organik juga berfungsi sebagai penyimpan unsur hara yang secara perlahan akan dilepaskan ke dalam tanah dan disediakan bagi tanah. Selain itu 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).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi C-organik yang ada di dalam tanah, maka kandungan N total serta pH dalam tanah akan semakin tinggi pula. Begitu juga dengan KTK tanah, penambahan C-organik pada tanah diikuti dengan bertambahnya KTK tanah. Bahan organik memberikan kontribusi yang nyata terhadap KTK tanah. Sekitar 20 – 70 % kapasitas pertukaran tanah pada umumnya bersumber pada koloid humus, sehingga terdapat korelasi antara bahan organik dengan KTK tanah (Stevenson, 1982). Peningkatan KTK akibat penambahan bahan organik dikarenakan pelapukan bahan organik akan menghasilkan humus (koloid organik) yang mempunyai permukaan dapat menahan unsur hara dan air. Penambahan bahan organik akan meningkatkan muatan negatif sehingga akan meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK).

4.2.2 Pengaruh Sifat Fisik Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Usaha untuk memperbaiki sifat fisik tanah, terutama kemantapan agregat akan berpengaruh terhadap peningkatan porositas tanah, yang mana mengakibatkan berat isi tanah menjadi lebih rendah. Rendahnya berat isi tanah akan mengurangi terjadinya pemadatan tanah. Sedangkan banyaknya ruang pori yang tersedia di dalam tanah akan mempermudah pergantian udara dan air yang dibutuhkan oleh tanaman sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik.

4.2.2.1 Pengaruh Kemantapan Agregat Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaeae* L.) membutuhkan tanah yang gembur/bertekstur ringan dan subur. Kekurangan air akan menyebabkan tanaman

mati kurus, kerdil, layu, dan akhirnya mati. Tanah berdrainase dan beraerasi baik atau lahan tidak terlalu becek dan tidak terlalu kering baik bagi pertumbuhan tanaman kacang tanah (BPTP, 2000). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan agregat tanah memberikan respon negatif pada peningkatan tinggi tanaman pada 110 HST. Berdasarkan uji regresi linier antara kemantapan agregat tanah dengan tinggi tanaman menghasilkan $R^2 = 0,028$ (Tabel 14), yang mana menunjukkan bahwa kemantapan agregat tanah hanya berpengaruh terhadap tinggi tanaman kacang tanah sebesar 2,8%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa meningkatnya kemantapan agregat tanah maka meningkat pula jumlah daun tanaman kacang tanah. Berdasarkan uji linier antara kemantapan agregat tanah dengan jumlah daun diketahui bahwa kemantapan agregat tanah hanya mempengaruhi jumlah daun sebesar 38% ($R^2 = 0,383$; Tabel 14). Hal tersebut menunjukkan bahwa sebesar 38% peningkatan jumlah daun tanaman kacang tanah dipengaruhi oleh kemantapan agregat tanah, dan sisanya (62%) peningkatan jumlah daun dipengaruhi oleh faktor lainnya.

Perbaikan kemantapan agregat akan meningkatkan jumlah daun dan jumlah polong tanaman kacang tanah. Berdasarkan hasil uji regresi linier, kemantapan agregat cukup berpengaruh terhadap jumlah polong tanaman kacang tanah, yaitu sebesar 54% ($R^2 = 0,543$; Tabel 14). Wahjunie (2003) mengemukakan bahwa penambahan bahan organik ke dalam tanah dapat memperbaiki kondisi tanah seperti *soil hardening* pada tingkat sedang, meningkatkan stabilitas agregat tanah sehingga mengurangi *surface sealing* dan meningkatkan laju infiltrasi. Oleh karena itu dengan meningkatnya stabilitas agregat tanah dan laju infiltrasi tanah akan menyebabkan rambut-rambut akar menjadi lebih mudah dalam pergerakannya sehingga nutrisi yang ada di dalam tanah dapat diserap secara optimum oleh tanaman.

Tabel 14. Hubungan Kemantapan Agregat dengan Pertumbuhan Tanaman

Hubungan	Nilai R^2	Rumus Regresi
Kemantapan agregat (tetes) dan Tinggi tanaman (cm)	0,028	$y = 0.735x + 15.74$
Kemantapan agregat (tetes) dan Jumlah daun (helai)	0,383	$y = 16.01x - 59.36$
Kemantapan agregat (tetes) dan Jumlah polong (polong)	0,543	$y = 7.151x - 72.76$

4.2.2.2 Pengaruh Berat Isi Tanah Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Hasil penelitian menunjukkan bahwa antara berat isi tanah dengan tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah polong memiliki hubungan yang terbalik, artinya semakin rendah berat isi maka semakin tinggi hasil tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah polong. Begitu juga sebaliknya apabila berat isi tanah semakin tinggi maka akan menyebabkan hasil dari tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah polong yang semakin rendah. Berdasarkan hasil analisis regresi linier, terlihat bahwa berat isi hanya memberikan pengaruh sebesar 8,7% ($R^2 = 0,087$; Tabel 15). Hal ini menunjukkan bahwa berat isi tanah tidak terlalu memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman. Sedangkan untuk jumlah daun dipengaruhi oleh berat isi tanah sebesar 56% ($R^2 = 0,564$; Tabel 15). Hal ini menunjukkan bahwa faktor berat isi tanah lebih dominan dalam mempengaruhi banyak tidaknya jumlah daun tanaman kacang tanah dibandingkan dengan faktor lainnya yang hanya sebesar 44%.

Berat isi tanah juga secara dominan mempengaruhi jumlah polong tanaman kacang tanah, yaitu sebesar 58% ($R^2 = 0,580$ Tabel 15). Hal ini menunjukkan bahwa faktor berat isi tanah lebih mempengaruhi banyak tidaknya jumlah polong yang dihasilkan oleh tanaman kacang tanah dibandingkan dengan faktor lainnya yang hanya sebesar 42%. Menurut De Freitas *et al.* (1996) dalam Bakri. (2001) bahwa berat isi tanah yang tinggi tidak dapat menunjang laju pertumbuhan tanaman dengan baik, tanaman tidak dapat tumbuh secara normal bila berat isi tanah lebih besar dari $1,40 \text{ g cm}^{-3}$, sedangkan menurut Bayer, 1972 dalam Bakri, 2001 tanah dengan berat isi $1,60 \text{ g cm}^{-3}$ pertumbuhan akar akan terhenti.

Tabel 15. Hubungan Berat Isi Tanah dengan Pertumbuhan Tanaman

Hubungan	Nilai R^2	Rumus Regresi
Berat isi tanah (g cm^{-3}) dan Tinggi tanaman (cm)	0,087	$y = -58.18x + 105.4$
Berat isi tanah (g cm^{-3}) dan Jumlah daun (helai)	0,564	$y = -873.2x + 1352.$
Berat isi tanah (g cm^{-3}) dan Jumlah polong (polong)	0,580	$y = -332.1x + 478.3$

4.2.2.3 Pengaruh Porositas Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi ketersediaan ruang pori dalam tanah akan meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, serta jumlah polong pada tanaman kacang tanah. Melalui penambahan bahan organik aerasi tanah tanah menjadi lebih baik karena ruang pori tanah (porositas) bertambah akibat terbentuknya agregat, dan dengan peningkatan porositas tanah, maka ketersediaan air dan udara dalam tanah akan meningkat, sehingga akan dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan hasil analisis regresi linier, hubungan antara porositas tanah dengan tinggi tanaman menghasilkan nilai positif yang ditandai dengan garis linier yang semakin ke kanan semakin naik. Namun pengaruh dari porositas tanah terhadap tinggi tanaman tidak terlalu signifikan karena hanya mempengaruhi sebesar 6,2% ($R^2 = 0,062$; Tabel 16). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan porositas tanah tidak begitu mempengaruhi peningkatan tinggi tanaman kacang tanah, karena masih ada 93,8% faktor lainnya yang lebih mempengaruhi peningkatan tinggi tanaman kacang tanah.

Tabel 15 menunjukkan analisis regresi linier antara porositas dengan jumlah daun, yang mana peningkatan porositas tanah mempengaruhi peningkatan jumlah daun sebesar 44,7% ($R^2 = 0,447$; Tabel 16). Hal ini membuktikan bahwa peningkatan porositas tanah cukup memberikan efek bagi peningkatan jumlah daun, sedangkan peningkatan jumlah daun dipengaruhi oleh faktor lainnya sebesar 55,3%.

Meningkatnya porositas tanah juga mempengaruhi jumlah polong tanaman kacang tanah. Hal tersebut dibuktikan dari hasil analisis regresi linier antara porositas dengan jumlah polong, yang mana porositas tanah mempengaruhi jumlah polong sebesar 47,1% ($R^2 = 0,471$; Tabel 16). Tersedianya ruang pori yang cukup akan membantu tanaman kacang tanah dalam pembentukan polong, karena dengan meningkatnya porositas tanah maka pembentukan dan pertumbuhan polong akan semakin optimal.

Tabel 16. Hubungan Porositas Tanah dengan Pertumbuhan Tanaman

Hubungan	Nilai R ²	Rumus Regresi
Porositas (%) dan Tinggi tanaman (cm)	0,062	$y = 1.107x - 17.94$
Porositas (%) dan Jumlah daun (helai)	0,447	$y = 17.54x - 534.8$
Porositas (%) dan Jumlah polong (polong)	0,471	$y = 6.755x - 242.8$

4.2.3 Pengaruh Sifat Kimia Terhadap Pertumbuhan Tanaman

4.2.3.1 Pengaruh pH Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Kemasaman tanah (pH) yang sesuai untuk budidaya kacang tanah (*Arachis hypogaeae* L.) berkisar antara pH 5,0 – 6,3. Pada lahan yang sangat asam efisiensi bakteri dalam mengikat N dari udara akan berkurang. Sedangkan pada tanah yang terlalu basa, unsur haranya kurang tersedia (Weiss, 1983). Penyinaran matahari secara penuh sangat 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 dalam tanah juga dipengaruhi oleh pH tanah. Nilai pH tanah dipengaruhi oleh kejenuhan basa, sifat koloid dan macam kation yang terjerap (Hakim *et al.*, 1986).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa antara pH tanah dengan tinggi tanaman memiliki hubungan terbalik yang mana apabila pH tanah meningkat maka tinggi tanaman akan menurun. Berdasarkan hasil analisis regresi linier diketahui bahwa pH tanah mempengaruhi tinggi tanaman kacang tanah sebesar 66,8% ($R^2 = 0,668$; Tabel 17). Hal ini berarti hanya 33,2% faktor lain mempengaruhi tinggi tanaman kacang tanah. Begitu juga dengan hubungan pH tanah dengan jumlah daun menunjukkan semakin meningkat pH tanah maka jumlah daun juga akan meningkat. Berdasarkan hasil analisis regresi linier antara pH tanah dengan jumlah daun diketahui bahwa pH tanah tidak terlalu mempengaruhi jumlah daun yang dihasilkan oleh tanaman kacang tanah, yaitu sebesar 16,9% ($R^2 = 0,169$; Tabel 17). Faktor lain selain pH tanah mempengaruhi jumlah daun tanaman kacang tanah lebih besar, yaitu 83,1%.

Hubungan antara pH tanah dengan hasil polong kacang tanah menunjukkan bahwa semakin tinggi pH tanah maka hasil polong kacang tanah juga akan semakin meningkat. Dari hasil analisis regresi linier antara pH tanah dengan

jumlah polong, diketahui bahwa pH tanah mempengaruhi jumlah polong hanya sebesar 13,1% ($R^2 = 0,131$; Tabel 17). Hal ini menandakan bahwa walupun menghasilkan korelasi positif antara pH tanah dengan jumlah polong kacang tanah, namun pengaruhnya tidak terlalu signifikan, karena faktor lainnya mempengaruhi jumlah polong yang lebih besar dibandingkan dengan pH tanah, yaitu sebesar 86,9%. Truog dalam Gardner, dkk. (1991) menyatakan pH tanah merupakan faktor utama yang mempengaruhi daya larut dan mempengaruhi ketersediaan nutrisi tanaman, lebih lanjut dikatakan nutrisi lebih banyak tersedia dalam pH antara 6,0 dan 7,0.

Tabel 17. Hubungan pH Tanah dengan Pertumbuhan Tanaman

Hubungan	Nilai R^2	Rumus Regresi
pH tanah dan Tinggi tanaman (cm)	0,668	$y = -9.056x + 84.87$
pH tanah dan Jumlah daun (helai)	0,169	$y = -26.90x + 329.6$
pH tanah dan Jumlah polong (polong)	0,131	$y = -8.905x + 80.57$

4.2.3.2 Pengaruh C-Organik Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Hasil penelitian menunjukkan apabila C-organik semakin tinggi maka tinggi tanaman kacang tanah juga akan semakin bertambah. Berdasarkan hasil analisis regresi, faktor C-organik mempengaruhi tinggi tanaman sebesar 4,3% ($R^2 = 0,043$; Tabel 18). Hal ini menunjukkan bahwa cukup kecil bagi C-organik tanah untuk mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman, karena faktor lain selain C-organik memiliki pengaruh yang sangat besar, yaitu sebesar 95,7%. Peningkatan C-organik mempengaruhi peningkatan jumlah daun. Berdasarkan hasil analisis regresi linier, C-organik mempengaruhi jumlah daun sebesar 8,7% ($R^2 = 0,087$; Tabel 18). Sedangkan faktor lain selain C-organik memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap jumlah daun, yaitu sebesar 91,3%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan C-organik tidak diikuti dengan peningkatan jumlah polong tanaman kacang tanah. Dari hasil analisis regresi linier, faktor C-organik hanya mempengaruhi jumlah polong sebesar 8,8% ($R^2 = 0,088$; Tabel 18). Sedangkan faktor lain selain C-organik memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap pembentukan jumlah polong yang dihasilkan oleh tanaman kacang tanah, yaitu sebesar 91,2%.

Tabel 18. Hubungan C-Organik Tanah dengan Pertumbuhan Tanaman

Hubungan	Nilai R^2	Rumus Regresi
C-Organik tanah (%) dan Tinggi tanaman (cm)	0,043	$y = -2.447x + 27.49$
C-Organik tanah (%) dan Jumlah daun (helai)	0,087	$y = 20.37x + 136.8$
C-Organik tanah (%) dan Jumlah polong (polong)	0,088	$y = 7.719x + 15.94$

4.2.3.3 Pengaruh N-Total Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah N-total dalam tanah akan menyebabkan semakin tinggi pula tinggi tanaman kacang tanah. Namun dari hasil analisis regresi linier diketahui bahwa pengaruh dari N-total tanah terhadap tinggi tanaman kacang tanah cukup kecil, yaitu sebesar 1,4% ($R^2 = 0,014$; Tabel 19). Sedangkan faktor lainnya yang mempengaruhi tinggi tanaman kacang tanah lebih besar, yaitu sebesar 98,6%.

Hubungan antara N-total tanah dengan jumlah daun menunjukkan bahwa semakin tinggi N-total maka semakin banyak pula jumlah daun yang dihasilkan oleh tanaman kacang tanah. Berdasarkan hasil analisis regresi linier diketahui bahwa N-total tanah hanya memberikan pengaruh yang cukup kecil bagi banyak daun yang dihasilkan, yaitu sebesar 8,4% ($R^2 = 0,084$; Tabel 19). Sedangkan faktor lainnya selain N-total mempengaruhi jumlah daun lebih besar, yaitu sebesar 91,6%. Menurut Lakitan (1996), unsur hara yang paling berpengaruh dalam pertumbuhan dan perkembangan daun adalah nitrogen, konsentrasi nitrogen tinggi umumnya menghasilkan jumlah daun yang lebih besar. Menurut Susilo (1991), dengan adanya nitrogen yang cukup dalam tanah dapat meningkatkan sintesis protein untuk pembelahan dan pembesaran sel yang menyebabkan bertambahnya jumlah dan peningkatan ukuran sel sehingga pertumbuhan tanaman dan jumlah daun meningkat.

Hasil penelitian juga menunjukkan semakin tinggi N-total dalam tanah maka akan semakin tinggi pula jumlah polong yang dihasilkan oleh tanaman kacang tanah. Berdasarkan hasil analisis regresi linier diketahui bahwa faktor N-total mempengaruhi jumlah polong sebesar 22,9% ($R^2 = 0,229$; Tabel 19). Sedangkan faktor lainnya mempengaruhi jumlah polong sebesar 77,1%.

Tabel 19. Hubungan N-Total Tanah dengan Pertumbuhan Tanaman

Hubungan	Nilai R ²	Rumus Regresi
N-total tanah (%) dan Tinggi tanaman (cm)	0,014	y = -2.243x + 26.66
N-total tanah (%) dan Jumlah daun (helai)	0,084	y = 31.62x + 137.1
N-total tanah (%) dan Jumlah polong (polong)	0,229	y = 19.52x + 12.19

4.2.3.4 Pengaruh KTK Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Kapasitas tukar kation berpengaruh pada pertumbuhan tanaman karena berhubungan 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). Hasil penelitian menunjukkan peningkatan KTK akan diikuti dengan peningkatan laju pertumbuhan tanaman, yaitu meningkatnya tinggi tanaman. Berdasarkan hasil analisis regresi linier, KTK tanah hanya mempengaruhi tinggi tanaman sebesar 4,4% ($R^2 = 0,044$; Tabel 20). Hal ini menunjukkan bahwa dalam 110 HST peningkatan KTK tanah belum terlalu mempengaruhi tinggi tanaman kacang tanah, karena faktor lain selain KTK tanah memiliki pengaruh yang lebih besar, yaitu sebesar 95,6%.

Hubungan antara KTK tanah dengan jumlah daun menunjukkan bahwa meningkatnya KTK dalam tanah tidak diikuti oleh meningkatnya jumlah daun tanaman kacang tanah. Dari hasil analisis regresi linier, KTK tanah mempengaruhi jumlah daun sebesar 21,8% ($R^2 = 0,218$; Tabel 20). Hal ini menunjukkan bahwa dalam penelitian ini selama 110 HST faktor lain lebih mempengaruhi banyak jumlah daun yang dihasilkkan oleh tanaman kacang tanah, yaitu sebesar 78,2%. Peningkatan KTK tanah belum mampu meningkatkan produksi tanaman kacang tanah dalam waktu 110 HST. Berdasarkan hasil analisis regresi linier, KTK tanah mempengaruhi jumlah polong sebesar 25,4% ($R^2 = 0,254$; Tabel 20). Sedangkan faktor lainnya lebih berpengaruh terhadap pembentukan jumlah polong yang dihasilkan oleh tanaman kacang tanah sebesar 74,6%.

Tabel 20. Hubungan Kapasitas Tukar Kation dengan Pertumbuhan Tanaman

Hubungan	Nilai R ²	Rumus Regresi
KTK tanah (me/100 g) dan Tinggi tanaman (cm)	0,044	y = -0.384x + 39.15
KTK tanah (me/100 g) dan Jumlah daun (helai)	0,218	y = 5.019x - 24.78
KTK tanah (me/100 g) dan Jumlah polong (polong)	0,254	y = 2.030x - 49.85

4.2.4 Pembahasan Umum

Pemberian biochar sebagai bahan organik secara umum tidak berpengaruh nyata pada perbaikan sifat fisik dan kimia tanah, walaupun pada grafik yang ada menunjukkan adanya peningkatan dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Pengaruh biochar hanya terlihat pada perbaikan pH tanah. Sedangkan C-organik, berat isi tanah, porositas, peningkatan N-total dan jumlah polong lebih dipengaruhi oleh pemberian pupuk kandang sapi dan kombinasinya dengan biochar. Hal ini dikarenakan proses dekomposisi dari biochar membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan pupuk kandang. Sukartono (2011) menyatakan aplikasi biochar dan pupuk kandang mampu memperbaiki sifat tanah. Konsentrasi hara yang lebih tinggi menunjukkan adanya kontribusi positif pembenah organik dalam memperbaiki ketersediaan hara. Namun demikian untuk melanggengkan pengaruh positif ini maka pupuk kandang seharusnya diaplikasikan setiap musim tanam, sementara waktu aplikasi tunggal biochar dapat mempertahankan pengaruh tersebut dalam waktu yang relatif lama.

Dari hasil penelitian, pemberian biochar tidak berpengaruh nyata terhadap berat isi tanah pada 110 HST, sedangkan pemberian pupuk kandang sapi dengan penambahan biochar berpengaruh terhadap perbaikan berat isi tanah dan porositas pada 110 HST. Hal ini dikarenakan mulai terbentuknya porositas tanah yang lebih banyak dan pembedakan agregat tanah yang lebih baik sehingga mampu menurunkan berat isi tanah, walaupun dari hasil sidik ragam pemberian biochar dan pupuk kandang serta kombinasi dari keduanya tidak berpengaruh terhadap kemantapan agregat tanah pada 110 HST. Pemberian biochar juga meningkatkan nilai pH, namun pemberian pupuk kandang lebih berpengaruh terhadap peningkatan N total tanah. Berdasarkan penelitian Putri (2011), pemberian pupuk kandang yang diperkaya dengan biochar dengan cara dicampur rata dengan tanah dan penambahan cacing tanah berpengaruh sangat nyata terhadap kandungan N total dalam tanah dan pH H₂O serta menghasilkan kandungan N total tanah tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hasil penelitian dari Masulili (2010) yang dilakukan pada tanah sulfat masam menunjukkan bahwa terjadi peningkatan dari pH kontrol (3,36) menjadi 4,40 yang dicapai pada amandemen biochar sekam padi merupakan pH tertinggi, berbeda

nyata dibanding tanah yang diberi amandemen jerami (3,68), sekam padi (3,96), dan abu sekam padi (3,98).

Pemberian biochar tidak berpengaruh nyata terhadap C-organik, KTK tanah, kemantapan agregat tanah, serta porositas tanah. Hal ini dikarenakan proses dekomposisi yang cukup lama dari biochar, sehingga belum mampu menghasilkan penambahan C-organik tanah dan KTK tanah. Walaupun tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan kontrol, namun pemberian biochar telah menunjukkan sedikit peningkatan dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Gani (2010) bahwa penambahan biochar ke tanah meningkatkan ketersediaan kation utama dan fosfor, total N dan kapasitas tukar kation (KTK) yang pada akhirnya meningkatkan hasil. Amriadi (2013) menyatakan bahwa perlakuan biochar yang dikombinasikan dengan bahan organik (paitan) dan menggunakan dosis tinggi dapat menghasilkan kandungan C yang tinggi pula, artinya semakin besar biochar dan bahan organik dari paitan yang diberikan maka semakin rendah C yang dilepas. Masulili (2010) menyatakan bahwa peningkatan KTK di tanah dengan amandemen organik terjadi karena muatan negatif yang muncul dari kelompok karboksil senyawa organik.

Begitu juga yang terlihat pada kemantapan agregat dan porositas tanah, walaupun tidak dipengaruhi nyata oleh biochar, namun sudah terlihat perbedaannya dibandingkan perlakuan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa dalam 110 HST belum ada pengaruh yang signifikan dari biochar untuk meningkatkan C-organik, KTK, kemantapan agregat, serta porositas tanah. Hasil penelitian Aulia (2011) menunjukkan bahwa pemberian bahan organik berpengaruh terhadap sifat fisik tanah karena merangsang granulasi dalam tanah dan juga membantu membentuk agregat tanah yang stabil. Verheijen *et al.* (2010) menyatakan bahwa ada potensi yang baik dari biochar untuk dapat meningkatkan KTK tanah, namun efektivitas dan durasi efek setelah penambahan ke tanah masih kurang dipahami. Selain itu penambahan biochar sebagai bahan organik juga tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman kacang tanah. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian biochar tidak signifikan terhadap peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman kacang tanah, yang mana hal tersebut juga dipengaruhi oleh tidak signifikannya pengaruh biochar pada KTK dan C-organik

tanah dibandingkan dengan perlakuan kontrol, sehingga turut mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman kacang tanah. Banyak penelitian menunjukkan sedikit peningkatan produktivitas ketika hanya mengaplikasikan biochar sendiri dan menghasilkan peningkatan yang tinggi ketika dikombinasikan dengan penambahan pupuk (misalnya pupuk kandang atau kompos) (Hottle, 2013). Berbagai penjelasan untuk peningkatan produktivitas telah disediakan oleh banyak penulis yang mempelajari mempelajari biochar. Ini termasuk peningkatan efek pupuk secara langsung, peningkatan efisiensi pupuk, peningkatan pH, penurunan toksisitas (terutama dari Al), peningkatan retensi air, dan menurunkan berat isi tanah. Efek ini cenderung memiliki interaksi yang kompleks dan bersamaan (Chan dan Xu, 2009 *dalam* Hottle, 2013).



V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Pemberian biochar tempurung kelapa 50g/polybag berpengaruh nyata terhadap peningkatan pH tanah, namun tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan C-organik tanah, N-total tanah, KTK tanah, kemantapan agregat tanah, berat isi tanah, dan porositas tanah. Sedangkan kombinasi biochar 50 g/polybag + pupuk kandang 200g/polybag berpengaruh nyata terhadap peningkatan C-organik tanah, N-total tanah.
2. Pemberian biochar tempurung kelapa tidak berpengaruh terhadap peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman kacang tanah pada Alfisol Jatikerto. Hasil tertinggi dari tinggi tanaman diperoleh pada perlakuan pemberian pupuk kandang 250g/polybag, sedangkan hasil tertinggi dari jumlah daun dan jumlah polong diperoleh pada perlakuan pemberian biochar 50g/polybag + pupuk kandang 200g/polybag.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan sebagai saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Disarankan untuk menggunakan lebih dari satu jenis biochar dan kombinasinya untuk mengetahui bahan terbaik dalam pengaplikasiannya di lapangan dengan menggunakan tanaman.
2. Disarankan menggunakan jenis tanaman yang memiliki masa tanam lebih dari 110 HST untuk mengetahui hasil yang lebih baik dari biochar.
3. Disarankan menggunakan tanaman yang sensitif terhadap unsur hara dan yang tidak mampu menambat N melalui bintil akar.
4. Disarankan adanya penelitian lanjutan untuk mengetahui dosis yang tepat sebagai rekomendasi sesuai dengan komoditi yang digunakan.
5. Disarankan melakukan pencampurann antara biochar dengan tanah agar mendapatkan hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

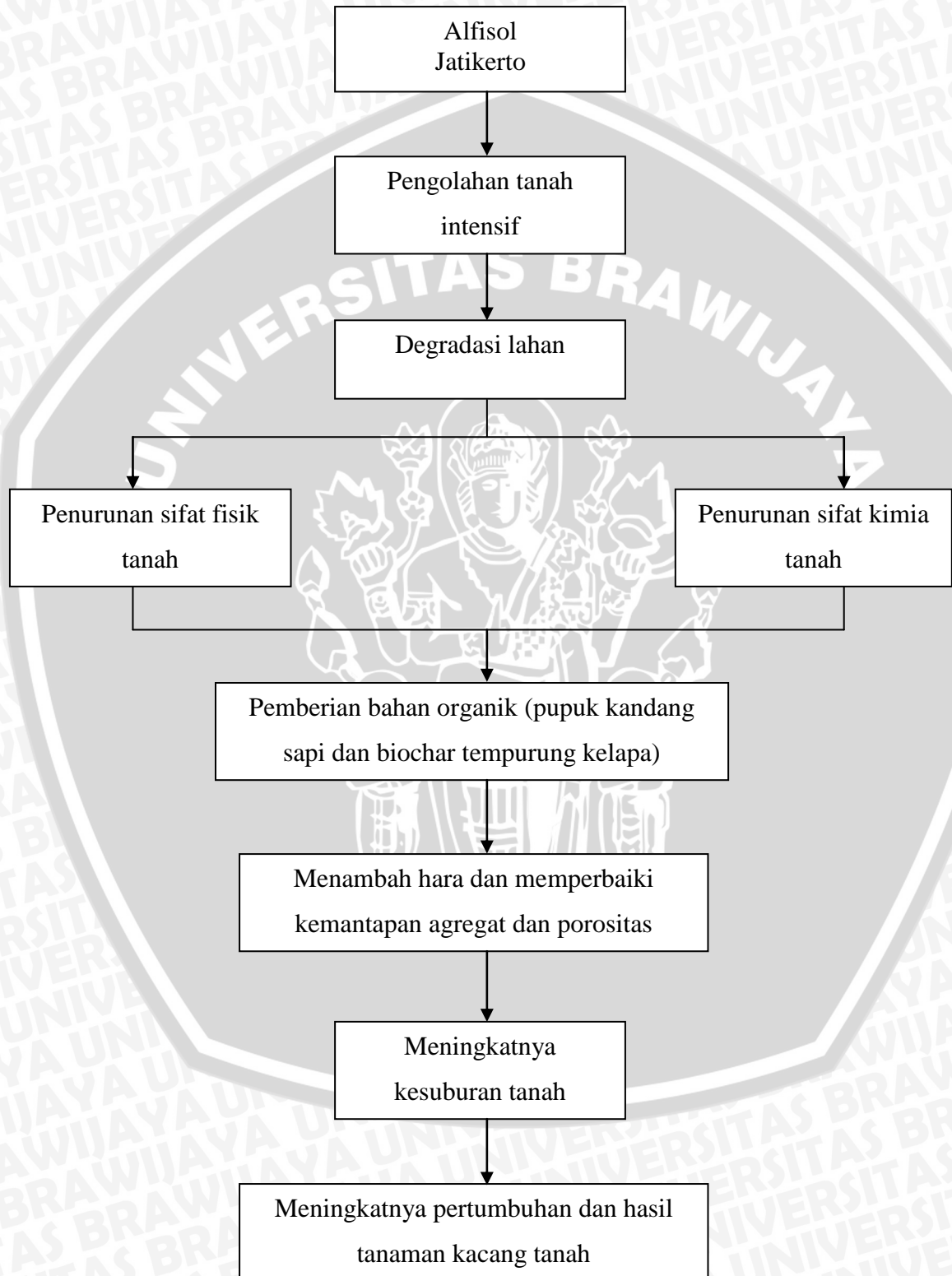
- Amriadi. 2013. Pengaruh Biochar (Arang Hayati) Pada Pelepasan C dan N dari Bahan Organik Segar (*Tithonia Diversifolia* dan *Leucaena leucocephala*) Pada Alfisol Malang. Skripsi. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Andrianto, T.T., Indarto, N. 2004. Budidaya dan Analisis Usaha Tani Buncis, Kacang Tanah, Kacang Tunggak. Yogyakarta: Absolut.
- Arsyad, S. 2000. Konservasi Tanah dan Air. UPT Produksi Media Informasi. Lembaga Sumberdaya Informasi. Institut Pertanian Bogor, IPB Press, Bogor.
- Aulia, R. 2011. Peran Biochar pada Perbaikan Beberapa Sifat-sifat Alfisol Jatikerto Terdegradasi serta Pertumbuhan Tanaman Jagung dan Kacang Tanah dalam Sistem Tumpangsari. Skripsi. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Bakri. 2001. Pengaruh Lindi Dan Kompos Sampah Kota Terhadap Beberapa Sifat Inceptisol Dan Hasil Jagung (*Zea mays. L.*). Agrista Volume 5 No 2: 114 - 119
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Karangploso. 2000. Rakitan Teknologi Budidaya Padi, Jagung, dan Kedelai. BPTP Karangploso. Malang.
- Bellows, B.C. 2005. Soil Management : National Organic Program Regulation. A Publication of ATTRA, the National Sustainable Agriculture Information Service. 1-800-346-9240.
- Enters, T. 2001. Valuing the Off-site Effects of Land Degradation. In: Response to Land Degradation. Science Publishers, Inc. Enfield (NH), USA.
- Firmansyah, M. A. 2003. Resiliensi tanah terdegradasi. Makalah pengantar falsafah sains. IPB.
- Foth, H. D. 1994. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Erlangga. Jakarta.
- Gani, A. 2010. Multiguna Arang – Hayati Biochar. Balai Besar Penelitian Padi. Sinar Tani Edisi 13-19 Oktober 2010.
- Gardner, EP., Pearce, R.B., and Mitchell. 1991. *Physiology of crop Plants*. The Iowa State University, Press.
- Glaser, B., J. Lehmann, and W. Zech. 2002. Ameliorating Physical And Chemical Properties Of Highly Weathered Soils In The Tropics With Charcoal: A Review. *Biol. Fertil. Soils* 35:219-230.
- Hakim, N., M. Y. Nyakpa, A. M. Lubis, S. G. Nugroho, M. R. Saul, M. A. Diha, G. B. Hong, dan H. H. Bailey. 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Penerbit Universitas Lampung. Lampung.
- Hanafiah, K. A. 2004. Dasar-dasar Ilmu Tanah. PT Raja Grafindo. Jakarta
- Handayanto, E.; K. Hairiah; Y. Nuraini; B. Prasetyo dan F. K. Aini. 2006. Biologi Tanah. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Hardjowigeno, S. 2003. Ilmu Tanah. Akademika Presindo. Jakarta.
- Hottle, R. D. 2013. Impact of Biochar on Plant Productivity and Soil Properties Under a Maize Soybean Rotation on a Alfisol in Central Ohio. Dissertation. The Ohio State University.

- Juarsah, I, Yustika R. D. dan Abdurachman A. 2001. Pengendalian Erosi Dan Kahat Bahan Organik Tanah Pada Lahan Kering Berlereng Mendukung Produksi Pangan Nasional.
- Kasno, A., A. Winarto, dan Sunardi. 1993. Kacang Tanah. BPPP Tanaman Pangan. Monograf Balitta (12) : 24-27
- Kononova, M. M., 1961. Soil Organic Matter. T. Z. Nowakowski and Greenwood (trans.). Pergamon, Oxford.
- Lal, R. 1986. Soil Surface Management in the Tropics for Intensive Landuse and High and Sustained Production. Steward, B. A. (editor). Advances in Soil Science Volume 5. Springer-Verlag New York Inc. p:1-110.
- Lehman, 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.
- Lehmann J., Gaunt J and Rondon M., 2006. Bio-Char Sequestration In Terrestrial Ecosystems. A Review, Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. 11:403-427
- Marzuki, R. 2007. Bertanam Kacang Tanah. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Masulili, A. 2010. Kajian Pemanfaatan Biochar Sekam Padi Untuk Memperbaiki Beberapa Sifat Tanah Sulfat Masam dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Padi (*Oryza sativa* L.). Disertasi. Pogram Pascasarjana. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- McVay, Kent A. & Rice, Charles W. 2002. Soil Organic Carbon and Global Carbon Cycle. Kansas: Kansas State University. <http://oznet.ksu.edu>. [24 Februari 2013].
- Minardi, S. 2002. Kajian Komposisi Pupuk NPK Terhadap Hasil Beberapa Varietas Tanaman Buncis Tegak di Tanah Alfisols. Sains Tanah Vol. 2 No.1, Juli 2002. UNS. Surakarta.
- Nancy, M. 2008. Nitrogen: The Essential Element. <http://pmep.cce.cornell.edu>. Diakses pada tanggal 14 November 2014.
- Novizan. 2005. Petunjuk Pemupukan yang Efektif. PT Agromedia Pustaka. Depok.
- _____. 2007. Petunjuk Pemupukan yang Efektif Edisi Revisi. PT Agromedia Pustaka Jakarta
- Nurida, N. L., A. Dariah, dan A. Rachman. 2008. Kualitas Limbah Pertanian Sebagai Bahan Baku Pembuat Biochar Untuk Rehabilitasi Lahan. Prosiding Seminar Nasional dan Dialog Sumberdaya Lahan Pertanian. Balai Besar penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. Hlm 211-218
- 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.
- Putri, S. P. C. 2011. Biofortifikasi Padi Beras Merah (*Oryza sativa* L) Melalui Pemberian Pupuk Kandang Sapi yang Diperkaya dan Pengelolaan Kadar Lengan. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Sarief, Saefuddin. 1986. Ilmu Tanah Pertanian. Bandung : Pustaka Buana.
- Seminar Nasional HITI. 2012. Ilmu Tanah Untuk Mendukung Pembangunan Nasional Berwawasan Lingkungan. UPN Surabaya.

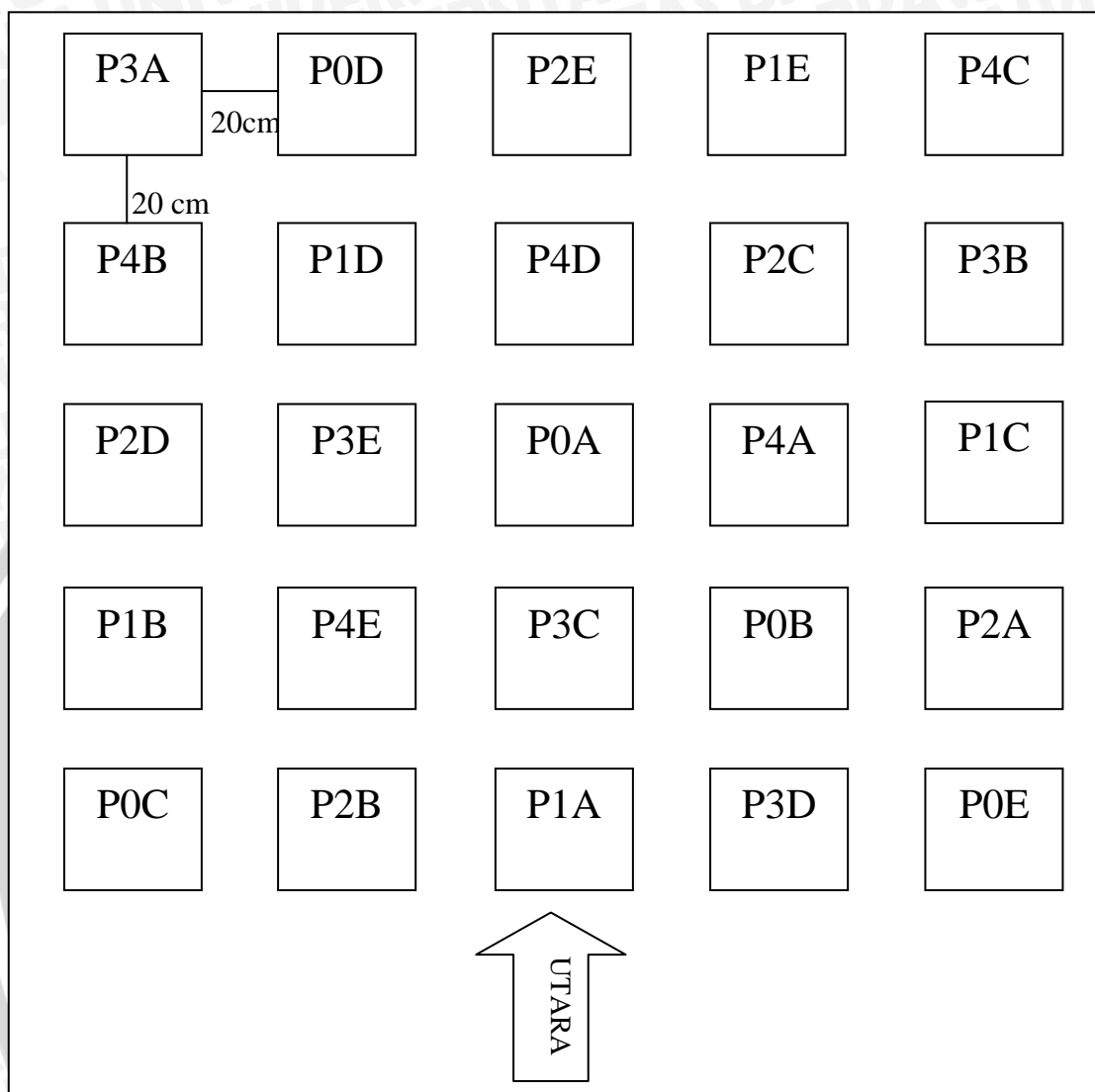
- Stevenson, F.T. (1982) Humus Chemistry. John Wiley and Sons, Newyork.
- Sukartono. 2011. Pemanfaatan Biochar Sebagai Bahan Amandemen Tanah Untuk Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Air dan Nitrogen Tanaman Jagung (*Zea mays*) di Lahan Kering Lombok Utara. Laporan Hasil Penelitian Disertasi Doktor Tahun Anggaran 2011. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sulastri, E. 2006. Perubahan Kapasitas Tukar Kation dan Kadar Fosfat Tanah Akibat Perlakuan Pupuk Organik dalam Sistem Budidaya Sayuran Organik. Departemen Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor. 38 hal.
- Sumekto, R. 2006. Pupuk Kandang. Yogyakarta: Citra Aji Pratama.
- Supardi. G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Institut Pertanian Bogor.
- 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 Monokultur; Kajian Perubahan Makro Porositas Tanah. Jurnal Penelitian Pertanian Universitas Brawijaya. 60-68.
- Susilo, H. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Universitas Indonesia Press Salemba. Jakarta. Hal 113 – 121.
- Sutanto, R. 2007. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Konsep dan Kenyataan. Yogyakarta: Kanisius.
- Syukur A dan Harsono ES. 2008. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan NPK Terhadap Beberapa Sifat Kimia dan Fisika Tanah Pasir Pantai Samas Bantul. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan (8) (2): 138-145.
- Tejaswarna, R. dan Fagi, A.M. 1990. Pengaruh Beberapa Metode Pemupukan Urea terhadap Hasil Padi Sawah Kultivar Dodokan terhadap Upaya Penghematan Pupuk. Kompilasi Hasil Penelitian 1988/1989. Balai Penelitian Tanaman Pangan. Vol. 2. Padi (Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan). Bogor.
- Verheijen, F., S. Jeffery, A.C. Bastos, M. van der Valde, I. Diafas. 2010. Biochar Application to Soils : A Critical Scientific Review of Effects on Soil Properties, Processes and Function. European Comission. Joint Research Centre. Institute for Environment and Sustainability.
- Wahjunie, E.D, 2003. Surface Sealing-Crusting, Pembentukan dan Pengendaliannya. http://tumoutou.net/702_07134/07134.htm, diakses tanggal 3 Maret 2014
- Weiss, E. A. 1983. Oil Seed Crop. Tropical Agriculture Series Longmand. London and New York.
- Wolf, B dan Snyder, G.H. 2003. Sustainable Soils : The Place of Organic Matter in Sustaining Soils and Their Productivity. An Imprint of The Haworth Press, Inc. New York.
- Yamato, Masahide, Y. Okimori, I. F. Wibowo, S. Anshori, M. Ogawa. 2006. Effect of The Application of Charred Bark 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.
- Yuwono, N.W dan Rosmakam, A. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Alur Pikir Penelitian



Lampiran 2. Denah Penelitian



Keterangan : P0 = kontrol ; P1 = biochar 5% ; P2 = pupuk kandang 5% ; P3 = biochar 4% + pupuk kandang 1% ; P4 = biochar 1% + pupuk kandang 4% ; polybag berukuran 5 kg

Lampiran 3. Hasil Analisis Dasar Tanah dan Bahan Organik

Jenis Analisis	Tanah	Biochar	Pupuk kandang
pH	6,42	7,61	7,22
C-Organik (%)	0,43	27,68	13,84
N-total (%)	0,32	0,43	1,34
C/N	1,34	64,37	10,33
KTK (me/100 g)	26,46	39,62	36,36
Berat Isi (g cm ⁻³)	1,41		
Kemantapan Agregat -Agregat Pecah (tetes)	12,78		
Porositas (%)	37,00		
Tekstur (%)	Lempung		
	Pasir 39,3		
	Debu 44,2		
	Liat 16,5		

Lampiran 4. Perhitungan dosis Biochar dan Pupuk Kandang per Polybag

Diketahui :

Kedalaman lapisan olah tanah = 20 cm

Berat isi tanah = 1,41 g cm⁻³

Untuk tiap 1 ha lapisan olah (HLO) = kedalaman x BI x luas 1 ha
 = 20 cm x 1,41 g cm⁻³ x 10⁸ cm²
 = 2,82.10⁹ g ha⁻¹
 = 2,82.10⁶ kg ha⁻¹
 = 2,82.10³ ton ha⁻¹

- Biochar atau Pupuk kandang (5%)

Diketahui :

Berat total tanah di polybag = 5 kg

Biochar atau Pupuk kandang (5%) = $\frac{5}{100} \times 5 \text{ kg} = \frac{25}{100} \text{ kg} = 0,25 \text{ kg}$
 = 250 g / polybag

Konversi pada lahan 1 ha = $\frac{25.10 \text{ g}}{5.10^3 \text{ g}} \times 2,82 \cdot 10^9 \text{ g ha}^{-1}$
 = 141.10⁶ g ha⁻¹
 = 141 ton ha⁻¹

- Biochar atau Pupuk Kandang (4%)

Diketahui :

$$\text{Berat total tanah di polybag} = 5 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Biochar atau Pupuk kandang (4\%)} &= \frac{4}{100} \times 5 \text{ kg} = \frac{20}{100} \text{ kg} = 0,20 \text{ kg} \\ &= 200 \text{ g / polybag} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konversi pada lahan 1 ha} &= \frac{20.10 \text{ g}}{5.10^3 \text{ g}} \times 2,82 \cdot 10^9 \text{ g ha}^{-1} \\ &= 112,8.10^6 \text{ g ha}^{-1} \\ &= 112,8 \text{ ton ha}^{-1} \end{aligned}$$

- Biochar atau Pupuk Kandang (1%)

Diketahui :

$$\text{Berat total tanah di polybag} = 5 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Biochar atau Pupuk kandang (1\%)} &= \frac{1}{100} \times 5 \text{ kg} = \frac{5}{100} \text{ kg} = 0,05 \text{ kg} \\ &= 50 \text{ g / polybag} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konversi pada lahan 1 ha} &= \frac{5.10 \text{ g}}{5.10^3 \text{ g}} \times 2,82 \cdot 10^9 \text{ g ha}^{-1} \\ &= 28,2.10^6 \text{ g ha}^{-1} \\ &= 28,2 \text{ ton ha}^{-1} \end{aligned}$$

Lampiran 5. Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap pH Tanah

Sumber ragam	JK	dB	KT	F	Sig.
Perlakuan	.545	4	.136	6.352	.002
Galat	.429	20	.021		
Total	1075.372	25			

Lampiran 6. Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap C-Organik Tanah

Sumber ragam	JK	dB	KT	F	Sig.
Perlakuan	.481	4	.120	1.886	.152
Galat	1.277	20	.064		
Total	18.177	25			

Lampiran 7. Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap N-Total

Sumber ragam	JK	dB	KT	F	Sig.
Perlakuan	.191	4	.048	5.298	.004
Galat	.180	20	.009		
Total	6.914	25			

Lampiran 8. Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Kapasitas Tukar Kation

Sumber ragam	JK	dB	KT	F	Sig.
Perlakuan	19.918	4	4.980	.677	.616
Galat	147.206	20	7.360		
Total	31640.013	25			

Lampiran 9. Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Isi Tanah

Sumber ragam	JK	dB	KT	F	Sig.
Perlakuan	.002	4	.000	3.492	.026
Galat	.001	20	.000		
Total	47.146	25			

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

Sumber ragam	JK	dB	KT	F	Sig.
Perlakuan	3.440	4	.860	.166	.953
Galat	103.600	20	5.180		
Total	4516.000	25			

Lampiran 11. Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Porositas Tanah

Sumber ragam	JK	dB	KT	F	Sig.
Perlakuan	3.333	4	.833	3.283	.032
Galat	5.076	20	.254		
Total	38491.079	25			

Lampiran 12. Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman

Source	JK	dB	KT	F	Sig.
Perlakuan	65.840	4	16.460	.1.304	.302
Galat	252.400	20	12.620		
Total	16600.000	25			

Lampiran 13. Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun

Sumber ragam	JK	dB	KT	F	Sig.
Perlakuan	2323.840	4	580.960	.739	.576
Galat	15712.400	20	758.620		
Total	606939.000	25			

Lampiran 14. Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Polong

Sumber ragam	JK	dB	KT	F	Sig.
Perlakuan	331.040	4	82.760	2.323	.092
Galat	712.400	20	35.620		
Total	13903.000	25			

Lampiran 15. Pengaruh Perlakuan Terhadap C-Organik

C-Organik

Uji Duncan

Perlakuan	N	Notasi	
		a	b
P0	5	.5440	
P1	5	.8060	.8060
P3	5	.8780	.8780
P2	5		.9060
P4	5		.9180
Sig.		.060	.529

Lampiran 16. Pengaruh Perlakuan Terhadap pH

pH

Uji Duncan

Perlakuan	N	Notasi		
		a	b	c
P0	5	6.2980		
P2	5		6.5420	
P3	5		6.5760	6.5760
P4	5		6.6080	6.6080
P1	5			6.7540
Sig.		1.000	.509	.083

Lampiran 17. Pengaruh Perlakuan Terhadap N-Total Tanah

N-Total

Uji Duncan

Perlakuan	N	Notasi		
		a	b	c
P0	5	.3820		
P3	5	.4580	.4580	
P1	5	.5080	.5080	.5080
P2	5		.5820	.5820
P4	5			.6280
Sig.		.059	.063	.072

Lampiran 18. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kapasitas Tukar Kation

KTK

Uji Duncan

Perlakuan	N	Notasi
		a
P0	5	34.0320
P1	5	35.2120
P2	5	35.5160
P3	5	35.8800
P4	5	36.7660
Sig.		.167

Lampiran 19. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemantapan Agregat Tanah

Kemantapan Agregat

Uji Duncan

Perlakuan	N	Notasi
		a
P0	5	12.8000
P1	5	13.0000
P3	5	13.2000
P2	5	13.6000
P4	5	13.8000
Sig.		.540

Lampiran 20. Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Isi Tanah

Berat Isi Tanah

Uji Duncan

Perlakuan	N	Notasi	
		a	b
P4	5	1.3640	
P2	5	1.3660	
P3	5	1.3700	1.3700
P1	5		1.3820
P0	5		1.3840
Sig.		.427	.071

Lampiran 21. Pengaruh Perlakuan Terhadap Porositas Tanah

Porositas

Uji Duncan

Perlakuan	N	Notasi	
		a	b
P0	5	38.7100	
P1	5	38.9060	38.9060
P3	5	39.3500	39.3500
P4	5		39.5920
P2	5		39.6120
Sig.		.070	.054

Lampiran 22. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman

Tinggi Tanaman

Uji Duncan

Perlakuan	N	Notasi
		a
P1	5	22.6000
P4	5	25.2000
P3	5	25.8000
P0	5	26.8000
P2	5	27.2000
Sig.		.079

Lampiran 23. Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun

Jumlah Daun		
Uji Duncan		
Perlakuan	N	Notasi
		a
P1	5	1.3520
P0	5	1.5320
P2	5	1.5740
P3	5	1.5880
P4	5	1.6280
Sig.		.176

Lampiran 24. Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Polong

Jumlah Polong			
Uji Duncan			
Perlakuan	N	Notasi	
		a	b
P1	5	16.6000	
P0	5	22.0000	22.0000
P3	5	22.4000	22.4000
P2	5	24.8000	24.8000
P4	5		27.6000
Sig.		.058	.188

Lampiran 25. Dokumentasi Hasil Kacang Tanah pada Berbagai Perlakuan



POA



POB



POC



POD



POE



P1B



P1C



P1D



P1E



P2A



P2B



P2C



P2D



P2E



P3A



P3B





P3C



P3D



P3E



P4A



P4B



P4C



P4D



P4E

Keterangan :

P0 = Perlakuan kontrol (tanpa biochar dan pupuk kandang)

P1 = Perlakuan pemberian biochar 250 g/polybag

P2 = Perlakuan pemberian pupuk kandang 250 g/polybag

P3 = Perlakuan pemberian biochar 200 g/polybag + pupuk kandang 50 g/polybag

P4 = Perlakuan pemberian biochar 50 g/polybag + pupuk kandang 200 g/polybag

Huruf A, B, C, D, dan E merupakan ulangan dari masing-masing perlakuan

