



**PENGARUH BIOCHAR TONGKOL JAGUNG DIPERKAYA AMMONIUM
SULFAT ((NH₄)₂SO₄) TERHADAP KEMANTAPAN AGREGAT TANAH,
BEBERAPA SIFAT KIMIA TANAH DAN PERTUMBUHAN TANAMAN
JAGUNG (*Zea mays L*)**

Oleh
YOGA PRABOWO



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2019**



**PENGARUH BIOCHAR TONGKOL JAGUNG DIPERKAYA AMMONIUM
SULFAT ((NH₄)₂SO₄) TERHADAP KEMANTAPAN AGREGAT TANAH,
BEBERAPA SIFAT KIMIA TANAH DAN PERTUMBUHAN TANAMAN
JAGUNG (*Zea mays* L)**

YOGA PRABOWO

145040201111242

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN**

SKRIPSI

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
MALANG
2019**



LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan dari komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar diperguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Juli 2019

Yoga Prabowo

**LEMBAR PERSETUJUAN**

Judul Penelitian : Pengaruh Biochar Tongkol Jagung Diperkaya Ammonium Sulfat ((NH₄)₂SO₄) Terhadap Kemantapan Agrerat Tanah, Beberapa Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L)
Nama Mahasiswa : Yoga Prabowo
NIM : 145040201111242
Jurusan : Tanah
Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui
Pembimbing Utama,

Ir. Endang Listyarini, M.S.
NIP. 19570514 198403 2 001

Diketahui
Ketua Jurusan,

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU.
NIP. 195405011981031006

Tanggal Persetujuan :

**LEMBAR PENGESAHAN**

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU

NIP. 19540501 198103 1006

Penguji III

Prof. Dr. Ir. Mochammad Munir, MS

NIP. 19540520 198103 1 002

Tanggal Lulus :

Penguji II

Ir. Endang Listyarini, MS

NIP. 19570514 198403 2 001

Penguji IV

Dr. Ir. Budi Prasetya, MP

NIP. 19610701 198703 1 002

RINGKASAN

YOGA PRABOWO. 145040201111242. Pengaruh Biochar Tongkol Jagung Diperkaya Ammonium Sulfat ((NH₄)₂SO₄) Terhadap Kemantapan Agregat Tanah, Beberapa Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). Di bawah bimbingan Endang Listyarini sebagai pembimbing utama.

Kesuburan tanah merupakan kemampuan tanah dalam menyediakan unsur hara. Ketersediaan unsur hara dalam jumlah yang cukup pada tanah adalah salah satu faktor untuk menunjang pertumbuhan tanaman. Salah satu upaya untuk meningkatkan ketersediaan hara dengan pemberian bahan pembenah tanah Biochar Tongkol Jagung diperkaya ammonium sulfat. Bahan pembenah tanah (*soil conditioner*) adalah bahan alami yang dapat memperbaiki sifat-sifat tanah, sehingga dapat mendukung pertumbuhan tanaman (Sutono dan Abdurachman, 2005). Selain itu pemberian bahan pembenah tanah dapat meningkatkan kemantapan agregat, porositas tanah dan kadar air tanah pF 4,2-2,54. Hal ini dikarenakan bahan organik yang digunakan sebagai pembenah tanah mengalami proses dekomposisi dan menghasilkan dekomposer dan menghasilkan substansi organik yang berperan sebagai perekat dalam proses terbentuk agregat tanah. (Zulkarnain *et al.*, 2013). Selain bermanfaat untuk perbaikan tanah, biochar tongkol jagung diperkaya ammonium sulfat juga dapat menunjang pertumbuhan tanaman jagung sehingga akan memberikan manfaat terhadap produksi jagung di Indonesia. Penelitian ini dilakukan pada lahan di daerah Tlogomas, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, pada bulan Agustus 2018 sampai dengan November 2018.

Metode penelitian yang digunakan yakni dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan biochar tongkol jagung diperkaya ammonium sulfat, biochar, NPK, Pupuk kandang dan kontrol. Dosis pupuk yang digunakan yaitu urea 120 g/petak, TSP 240 g/petak, KCl 160 g/petak, pupuk kandang 5 kg/petak, biochar tongkol jagung 8 kg/petak, dan biochar yang diperkaya ammonium sulfat 8 kg/petak. Parameter analisis akhir tanah yang dilakukan yaitu Kemantapan agregat, pH, C-organik, KTK, dan N-total. Untuk analisis biochar dilakukan analisis dengan parameter C-organik, pH, N, P, K. Selain itu, dilakukan analisis tinggi tanaman dan jumlah daun pada tiap 2 minggu sekali sebagai parameter pertumbuhan tanaman jagung.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan biochar diperkaya ammonium sulfat memberikan hasil yang lebih tinggi dan mampu meningkatkan kemantapan agregat sebesar 56 %, pH 14%, C-organik 24,8%, KTK 57% dan N-total 18%. dibandingkan dengan perlakuan biochar, NPK, pupuk kandang dan kontrol. Di samping itu perlakuan biochar yang diperkaya ammonium sulfat memberikan hasil yang lebih tinggi dan mampu meningkatkan tinggi tanaman pada minggu ke dua sebesar 50 %, ke empat 20 %, ke enam 42%, ke delapan 46 % dan ke sepuluh 40 %. Peningkatan pada jumlah daun sebesar 37 % pada minggu ke dua, 22 % pada minggu ke empat, 44 % pada minggu ke enam, 35 % pada minggu ke delapan, dan 29 % pada minggu ke sepuluh.

SUMMARY

YOGA PRABOWO. 145040201111242. The Effect of Corn Cob Biochar with Ammonium Sulfat ((NH₄)₂SO₄) to Solidation Soil, Chemistry Compound in Soil and The Growth of Corn (*Zea mays* L). Supervised by Endang Listyarini as the main supervisor.

Soil fertility is the ability of soil to supply nutrient for plant. The viability nutrient in soil is one of factor to support the successfulness of plant growth. The addition of corn cob biochar with Ammonium Sulfat increase the viability of nutrient in soil. Soil conditioner is natural compound that are able to increase soil fertility so it can support the plant growth (Sutono and Abdurachman, 2005). Soil conditioner addition is able to increase the soil solidity, soil aereacy and water ground pF 4,2-2,54. It's caused by the used organic compound are decomposed and produce organic substant to soliding the soil (Zulkarnain *et al.*, 2013). Corn cob biochar has ammonium sulfat that can be used to support the growth of corn plant going to develop the corn production in Indonesia. This research was conducted in Tlogomas research field, Lowokwaru district, Malang, from August 2018 until November 2018.

The analysisist method was analyst design. The treatment are giving the addition of ammonium sulfat in corn cob biochar, biochar, NPK, manure, and control treatment. Dose of manure are urea 120 g/field, TSP 240 g/field, KCl 160 g/field, manure 5 kg/field, corn cob biochar 8 kg/field, and the addition of ammonium sulfat in corn cob biochar 8 kg/field. The parameter in soil analyst are soil solidity, pH, C-organic, CEC, and N-total. Biochar analysis using C-organic, pH, N, P, K parameter. Plant analyst is used to see the growth of height and leaf total of corn plant.

The result of this research show that Biochar treatment with Ammonium sulfat has the best outcome and be able to develop soil solidity up to 56%, pH 14%, C-organic 24.8%, CEC 57%, and Total N up to 18%. Besides, this treatment has the best result to the plant height growth in second week up to 50%, forth week 20%, sixth week 42%, eight week 46% and the growth in tenth week is 40%. Enhancement the total leaf is up to 37% in second week, 22% in the fourth week, 44% in the sixth week, 35% in the eighth week and 29% in the tenth week.





KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang dengan rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa dilimpahkan sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi penelitian dengan judul “Pengaruh Biochar Tongkol Jagung Diperkaya Ammonium Sulfat ((NH₄)₂SO₄) Terhadap Kemantapan Agregat Tanah, Beberapa Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays L*)”.

Dalam penyusunan proposal skripsi ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya,
2. Orangtua dan keluarga yang telah memberikan motivasi serta doa sehingga penelitian ini dapat terselesaikan,
3. Ibu Ir. Endang Listyarini, MS. selaku dosen pembimbing utama,
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya
5. Teman-teman dan semua pihak yang telah mendukung terselesaikannya hasil penelitian ini.

Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Juli 2019

Yoga Prabowo



RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Yoga Prabowo. Penulis dilahirkan di Desa Perkebunan Hessa Kecamatan Simpang Empat Kabupaten Asahan Provinsi Sumatra Utara pada tanggal 29 Januari 1997 sebagai anak kedua dari dua bersaudara dari Bapak Ermansyah dan Ibu Nuraidah Harahap.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN 010033 Simpang Empat pada tahun 2002 dan selesai pada tahun 2008. Pada tahun 2008 sampai tahun 2011 penulis melanjutkan pendidikan di SMP N 6 Kisaran. Kemudian pada tahun 2011 sampai dengan 2014 penulis melanjutkan ke tingkat menengah atas di SMA N 2 Kisaran. Pada tahun 2014, penulis melanjutkan pendidikan sebagai mahasiswa S1 Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif mengikuti organisasi intra kampus. Pada tahun 2015-2016 penulis menjabat sebagai staf Kementrian Advokasi Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Pada tahun 2016-2017 penulis menjabat sebagai Dirjen Propaganda dan Aksi Solutif Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Pada tahun 2017-2018 penulis menjabat sebagai Koordinator Majelis Permusyawaratan Mahasiswa (MPM) dan menjabat sebagai Ketua Komisi Advokasi Dewan Perwakilan Mahasiswa (DPM) Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Dan pada tahun 2018-2019 penulis menjabat sebagai anggota Kongres Mahasiswa (KM) Universitas Brawijaya dan mejabat sebagai anggota Hukum dan Perundang-undangan Dewan Perwakilan Mahasiswa (DPM) Universitas Brawijaya.

Penulis juga aktif dalam kegiatan kepanitiaan yakni Inaugurasi, Pemilihan Wakil Mahasiswa, Pemilihan Mahasiswa Raya, Program Orientasi Mahasiswa Terpadu, Indonesian Student Summit, Sekolah Legislasi, Survey Tanah dan Evaluasi Lahan dan Soil Launch Anniversary.

DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN.....	i
SUMMARY.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RIWAYAT HIDUP.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah Penelitian.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Hipotesis.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Alur Pikir.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Biochar.....	5
2.2. Biochar Diperkaya Ammonium Sulfat.....	5
2.3. Pupuk Kandang.....	6
2.4. Pengaruh Biochar Terhadap Kemantapan Agregat Tanah.....	7
2.5. Pengaruh Biochar Terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah.....	7
2.5. Tanaman Jagung.....	9
2.6. Pengaruh Biochar Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung.....	10
III. METODE PENELITIAN.....	11
3.1. Tempat dan Waktu.....	12
3.2. Alat dan Bahan.....	12
3.3. Metode Pelaksanaan.....	13
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	13
3.5. Analisis Data.....	17
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1. Analisis Awal Tanah.....	18
4.2. Analisis Biochar Tongkol Jagung.....	18
4.3. Hasil Analisis Akhir Tanah.....	19
4.4. Pertumbuhan Tanaman.....	26
4.5. Pembahasan Umum.....	28
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	32
5.1. Kesimpulan.....	32
5.2. Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA.....	33
LAMPIRAN.....	37





DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Analisis Awal Biochar.....	15
2.	Analisis Awal Tanah.....	16
3.	Parameter Pengamatan Akhir Tanah.....	16
4.	Hasil Analisis Awal Tanah.....	18
5.	Hasil Analisis Awal Biochar.....	18
6.	Daerah Serapan Biochar Tongkol Jagung Diperkaya Ammonium Sulfat...	19
7.	Daerah Serapan Biochar Tongkol Jagung tidak Diperkaya.....	20
8.	Pengaruh Biochar dan Beberapa Perlakuan Lain Terhadap Kemantapan Agregat Tanah Pada 15 MST.....	21
9.	Pengaruh Biochar dan Beberapa Perlakuan Lain Terhadap pH Tanah Pada 15 MST.....	22
10.	Pengaruh Biochar dan Beberapa Perlakuan Lain Terhadap C-organik Pada 15 MST.....	23
11.	Pengaruh Biochar dan Beberapa Perlakuan Lain Terhadap KTK Pada 15 MST.....	24
12.	Pengaruh Biochar dan Beberapa Perlakuan Lain Terhadap N-Total Pada 15 MST.....	25
13.	Rerata Tinggi Tanaman Pada 15 MST.....	26
14.	Rerata Jumlah Daun Pada 15 MST.....	27



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Alur Pikir.....	4
2.	Hubungan C-organik dengan KTK.....	29
3.	Hubungan C-organik dengan N-total.....	30
4.	Hubungan N-total dengan Tinggi Tanaman.....	31



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Denah Penelitian.....	37
2.	Deskripsi Varietas Jagung Hibrida Pertiwi-3.....	38
3.	Hasil Analisis Tanah Pada Akhir Percobaan.....	39
4.	Rerata Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun Pada 2 sampai 10 MST.....	40
5.	Tabel Anova Kemantapan Agregat.....	41
6.	Tabel Anova pH Tanah.....	41
7.	Tabel Anova C-organik Tanah.....	41
8.	Tabel Anova KTK.....	41
9.	Tabel Annova N-total.....	41
10.	Tabel Annova Tinggi Tanaman 2 sampai 10 MST.....	42
11.	Tabel Annova Jumlah Daun 2 sampai 10 MST.....	43
12.	Tabel Korelasi.....	44
13.	Perhitungan Kebutuhan Pupuk.....	45
14.	Hasil analisis awal biochar.....	46
15.	Hasil analisis FTIR Biochar diperkaya Ammonium Sulfat.....	47
16.	Hasil analisis FTIR Biochar tidak diperkaya.....	47
17.	Dokumentasi Penelitian.....	48



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L) merupakan tanaman semusim (*annual*) salah satu tanaman pangan penghasil karbohidrat yang penting di dunia, selain gandum dan padi. Sebagai sumber karbohidrat, sebagian masyarakat memanfaatkan jagung untuk makanan pokok sehari-hari. Oleh karena itu, tak heran apabila kebutuhan jagung dari tahun ke tahun terus meningkat. Selain sebagai bahan makanan pokok, jagung juga digunakan sebagai bahan olahan minyak goreng, tepung maizena, etanol, asam organik, dan industri pakan ternak. Menurut Suryana (2005) dalam beberapa tahun terakhir proporsi penggunaan jagung oleh industri pakan telah mencapai 50% dari total keseluruhan kebutuhan nasional. Penggunaan jagung dalam 20 tahun kedepan diperkirakan terus meningkat bahkan setelah tahun 2020 penggunaan jagung untuk kebutuhan pakan diperkirakan lebih dari 60% dari total kebutuhan nasional.

Tanaman jagung membutuhkan media tanam serta kualitas tanah untuk meningkatkan dan menjaga produksi tanaman jagung. Menurut Novriani (2010) tanaman jagung membutuhkan media tumbuh yang gembur dan subur dengan drainase dan aerasi yang baik. Kualitas tanah yang baik juga menentukan keberhasilan dari pertumbuhan tanaman jagung. Pemberian pupuk yang tepat dan lingkungan yang sesuai juga akan mempengaruhi pertumbuhan dari jagung. Ketersediaan unsur hara dalam jumlah yang cukup pada tanah adalah salah satu faktor yang menunjang tanaman untuk pertumbuhan yang baik. Selain ketersediaan unsur hara, salah satu faktor tidak optimalnya suatu lahan pertanian dipengaruhi oleh reaksi tanah (pH). Nilai pH yang masam mengakibatkan kurang optimalnya lahan pertanian di sana. Tidak optimalnya tanah masam disebabkan karena koloid organik didominasi oleh gugus karboksil dan fenol yang bersifat racun bagi tanaman (Maas, 1997).

Upaya peningkatan kualitas tanah dapat dilakukan dengan menggunakan bahan pembenah tanah. Bahan pembenah tanah (*soil conditioner*) merupakan bahan alami yang dapat memperbaiki sifat-sifat tanah, sehingga dapat mendukung pertumbuhan tanaman (Sutono dan Abdurachman, 2005). Pembenah tanah dalam bentuk polimer organik mempunyai kemampuan yang lebih baik dalam memperbaiki sifat-sifat



tanah, baik sifat fisik, kimia maupun biologi tanah (Sutono dan Adhimihardja, 1997). Bahan pembenah tanah yang mudah diperoleh dan relatif murah adalah penggunaan limbah pertanian tongkol jagung. Tingginya total produksi berbanding lurus dengan meningkatnya limbah tongkol jagung sehingga pemanfaatan ini dirasa efisien sebagai bahan pembuatan biochar.

Biochar adalah arang hitam hasil dari proses pemanasan biomassa pada keadaan oksigen terbatas atau tanpa oksigen (Glaser, 2002). Biochar memiliki manfaat untuk memperbaiki sifat fisika, kimia tanah dan pertumbuhan tanaman (Eira, 2016). Pemberian biochar dapat meningkatkan kemantapan agregat, porositas tanah dan kadar air tanah pF 4,2-2.54. Hal ini dikarenakan bahan organik yang digunakan sebagai pembenah tanah mengalami proses dekomposisi dan menghasilkan substansi organik yang berperan sebagai perekat dalam proses terbentuknya agregat tanah. Gugus fungsional humus bermuatan negatif mampu berikatan dengan partikel tanah yang bermuatan positif, sehingga membentuk agregat tanah dan menjadikan agregat tanah menjadi mantap (Zulkarnain *et al.*, 2013). Perbaikan pada sifat kimia tanah ditunjukkan dengan meningkatnya kandungan C-organik, dan pH tanah. C-organik dan pH tanah sangat erat kaitannya, pH tanah merupakan salah satu sifat kimia tanah yang dapat mencerminkan ketersediaan hara pada tanah tersebut sehingga dapat digunakan sebagai indikator kesuburan tanah (Hanafiah, 2012).

Menurut Chan *et al.*, (2007) Biochar yang berasal dari bahan baku tanaman seringkali rendah unsur haranya, terutama nitrogen. Maka dari itu selain pemberian biochar, penambahan pupuk ammonium sulfat dapat memberikan tambahan unsur hara karena mengandung belerang 24% dalam bentuk anion sulfat yang mudah diserap tanaman dan nitrogen 21% nitrogen dalam bentuk kation ammonium yang mudah melepaskan nitrogen. Pemupukan nitrogen dalam bentuk ammonium sulfat pada tanaman jagung dapat meningkatkan bobot volume total tanaman dan bobot hasil panen segar tanaman (Arif, 2014).

Efisiensi penggunaan biochar mampu menjadi rekomendasi yang baik guna memperbaiki kualitas tanah serta meningkatkan dan menjaga produksi tanaman jagung. Akan tetapi, di Indonesia penelitian tentang aplikasi penggunaan biochar masih belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, penting untuk dilakukan penelitian



tentang pengaruh biochar terhadap beberapa sifat tanah serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman. Secara ringkas disajikan dalam alur pikir pada Gambar 1.

1.2. Rumusan Masalah Penelitian

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Apakah pemberian biochar yang diperkaya ammonium sulfat dapat mempengaruhi kemantapan agregat tanah dan sifat kimia tanah?
2. Apakah pemberian biochar yang diperkaya ammonium sulfat dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman jagung?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh pemberian biochar yang diperkaya ammonium sulfat terhadap kemantapan agregat tanah dan sifat kimia tanah.
2. Menganalisis pengaruh pemberian biochar yang diperkaya ammonium sulfat terhadap pertumbuhan tanaman jagung.

1.4. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. Pemberian biochar yang diperkaya ammonium sulfat memberikan hasil yang baik terhadap kemantapan agregat tanah dan sifat kimia tanah.
2. Pemberian biochar yang diperkaya ammonium sulfat dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan nilai guna kepada masyarakat bahwa pengaplikasian biochar dapat memperbaiki kemantapan agregat serta sifat kimia tanah dan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung.

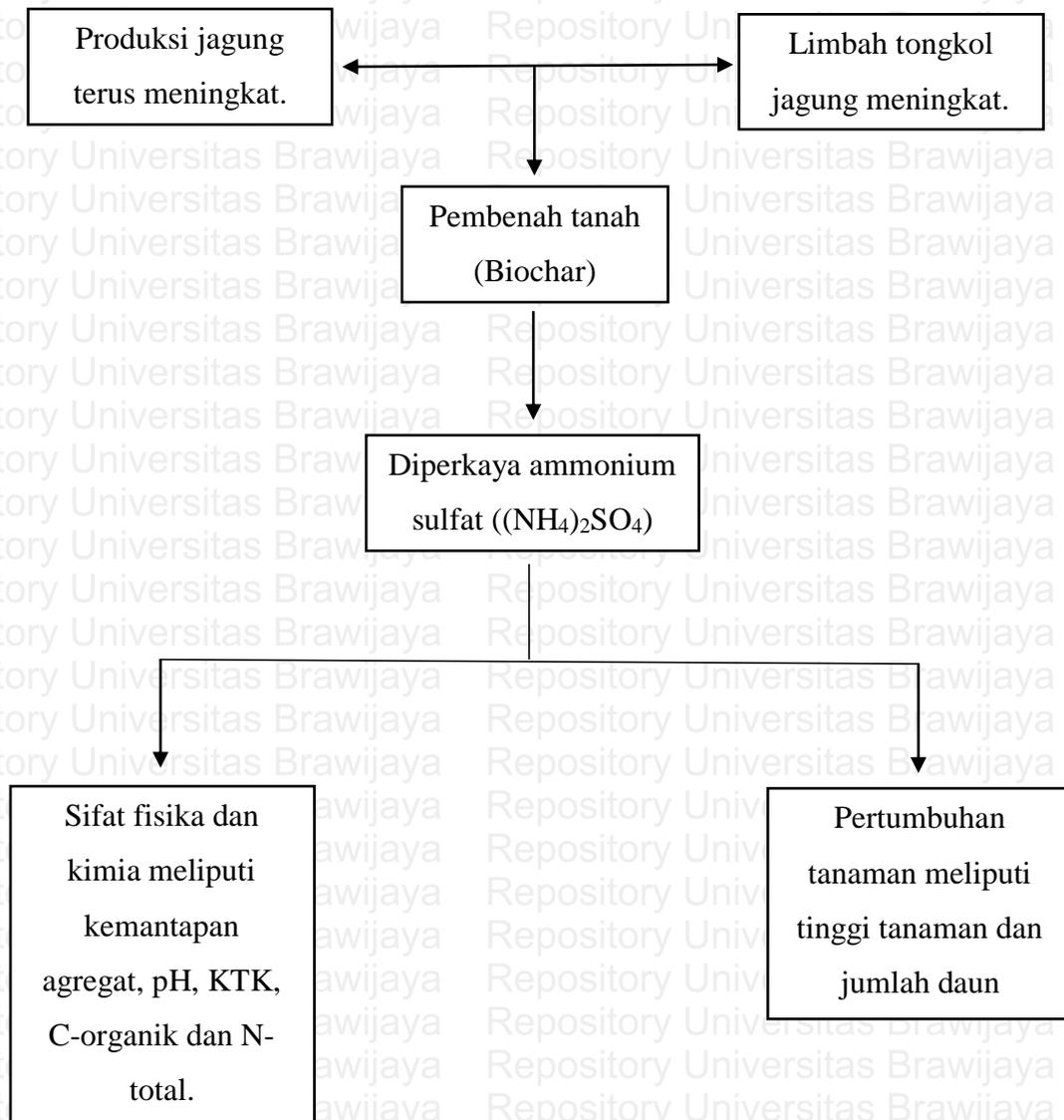
1.6. Alur Pikir

Tingginya total produksi tanaman jagung berbanding lurus dengan meningkatnya limbah tongkol jagung sehingga pemanfaatannya sebagai bahan pembenah tanah menjadi salah satu alternatif untuk mengurangi limbah tersebut.

Pembenah tanah (biochar) mempunyai kemampuan yang lebih baik dalam memperbaiki sifat-sifat tanah, baik sifat fisik, kimia maupun biologi tanah.

Penambahan pupuk ammonium sulfat dapat memberikan tambahan unsur hara untuk menunjang pertumbuhan tanaman jagung. Secara ringkas tersaji pada

Gambar 1.



Gambar 1. Alur Pikir



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Biochar

Biochar adalah arang hitam hasil dari proses pemanasan biomassa pada keadaan oksigen terbatas atau tanpa oksigen. Biochar merupakan bahan organik yang memiliki sifat stabil dapat dijadikan pembenah tanah. Penggunaan biochar selain sebagai sumber bahan organik segar, dalam pengelolaan tanah bertujuan pemulihan dan peningkatan kualitas kesuburan tanah terdegradasi atau tanah lahan pertanian kritis sehingga berkembang dan sekarang ini menjadi fokus perhatian penting para ilmuwan tanah dan lingkungan (Glaser, 2002). Biochar yang berasal dari limbah pertanian sangat baik digunakan. Limbah pertanian menjadi sumber yang terbaik dalam ketersediaan dan jumlahnya yang cukup melimpah, terutama pada limbah pertanian yang sulit mengalami dekomposisi atau memiliki C/N rasio tinggi seperti kulit buah kakao, sekam padi dan tongkol jagung (Nurida *et al.*, 2009).

Dalam bidang pertanian biochar bermanfaat sebagai bahan pembenah tanah yang berfungsi untuk memperbaiki kualitas tanah. Secara fisik dapat meningkatkan kapasitas menahan air dan memperbaiki berat isi tanah (Laird *et al.*, 2010), memperbaiki stabilitas agregat dan menurunkan ketahanan tanah (Busscher *et al.*, 2010). Secara kimia dapat meningkatkan pH tanah dan kapasitas tukar kation (KTK) (Chan *et al.*, 2007). Secara biologi dapat meningkatkan fiksasi N, koloni jamur mikoriza dan serapan CH₄ (Rondon *et al.*, 2007). Selain dapat memperbaiki kualitas tanah biochar mampu memperbaiki dan mengoptimalkan pertumbuhan serta produksi tanaman, mengurangi penggunaan pupuk, serta mengurangi jumlah nutrisi yang akan diserap tanaman yang hilang akibat tercuci (Chan *et al.*, 2007).

2.2. Biochar diperkaya Ammonium Sulfat

Pupuk ammonium sulfat (NH₄)₂SO₄ adalah pupuk kimia buatan yang dirancang untuk memberi tambahan hara nitrogen dan belerang bagi tanaman. Menurut Arif (2014) mengatakan pemupukan nitrogen dalam bentuk ammonium sulfat pada tanaman jagung manis dapat meningkatkan bobot volume total tanaman, begitu pula bobot hasil panen segar tanaman. Pupuk ammonium sulfat (NH₄)₂SO₄ mengandung belerang 24% dan nitrogen 21%. Kandungan nitrogennya hanya separuh dari urea, sehingga biasanya pemberiannya dimaksudkan sebagai sumber pemasok hara belerang pada tanah-tanah yang miskin unsur belerang serta memiliki



reaksi kerja agak lambat sehingga cocok digunakan untuk pupuk dasar (Soemarno, 2013).

Pupuk ammonium sulfat juga dapat diaplikasikan pada penggunaan biochar. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Toosi *et al.*, (2012) bahwa perlakuan biochar yang diperkaya ammonia dengan penggunaan ammonium sulfat mengalami peningkatan pH secara berturut-turut pada setiap perlakuan yaitu menjadi 8,5 ; 9,1 ; 8,8 dan 8,4. Respon tanaman dan tanah juga baik terhadap perlakuan biochar diperkaya ammonium. Setelah 25 hari penambahan biochar diperkaya ammonia, hasil panen berat kering daun meningkat 2 hingga 3 kali lipat dan hasil panen berat kering akar meningkat juga 2 kali lipat. Respon tanah terhadap biochar setelah 25 hari rata-rata dari penggunaan nitrogen pada setiap bahan perlakuan yang diperkaya ammonia yang dilepaskan hampir sama yaitu 10,6 %, 9,7 %, 2,5 %, dan 4,5 % dari kandungan nitrogen pada bahan biochar. Penelitian Toosi *et al.*, (2012) menunjukkan bukti konsep penggunaan kebocoran N dari sistem pertanian dan daur ulangnya dapat dilakukan dengan menggunakan biochar untuk menangkap emisi NH₃. Demikian pula injeksi langsung ammonia menghasilkan konsentrasi NH₃ secara signifikan di dalam tanah yang rentan terhadap penguapan.

2.3. Manfaat dan Pengertian Pupuk Kandang

Pupuk kandang adalah pupuk yang berasal dari ekstreta padat dan kotoran hewan, urine dan sisa-sisa tanaman (pakan ternak) yang membusuk dengan bantuan mikroorganisme tanah. Pupuk kandang memiliki sifat-sifat yang berbeda-beda tergantung jenis, umur, kesehatan dan produksi ternak, serta tingkat kematangannya. Proses perombakan bahan organik pada tahap awal bersifat hidrolisis karena proses ini berlangsung dengan adanya air dan enzim hidrolisa ekstra selular yang menghasilkan senyawa yang lebih sederhana dan mudah larut dalam air sehingga mikroorganisme dapat memanfaatkan. Selain itu, hasil perombakan lainnya adalah bahan yang dapat menyebabkan partikel-partikel tanah menyatu dan membentuk agregat. Agregat terbentuk sebagai akibat dari adanya interaksi antara partikel tanah, mikroorganismen, dan bahan senyawa yang dihasilkan pupuk kandang yang berfungsi sebagai perekat. Sebagai hasilnya gerakan air ke dalam dan di dalam tanah diperbaiki dan menjadi tersedia bagi tanaman (Syahrudin dan Nuraini, 1999).



2.4. Pengaruh Biochar Terhadap Kemantapan Agregat Tanah

Biochar dapat mempengaruhi kemantapan agregat tanah karena biochar berinteraksi dengan bahan organik tanah, mikroorganisme dan mineral (Piccolo *et al.*, 1997). Biochar dimasukkan ke dalam tanah, permukaan biochar secara bertahap menjadi teroksidasi. Proses oksidasi dapat menyebabkan permukaan oksigen pada biochar (Boehm, 1994) membentuk karboksilat, fenol, hidroksil, karbonil, atau bentuk kuinon C (Lau *et al.*, 1986). Oksidasi partikel tersebut dapat menyebabkan tidak hanya untuk mineralisasi bentuk C-organik dalam tanah yang sangat stabil dan secara bertahap menjadi humus yang mantap, namun dapat membuat permukaan negatif (Glaser *et al.*, 2005). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa zat humat dapat digunakan sebagai pembenah tanah untuk meningkatkan kemantapan agregat (Imbufe *et al.*, 2002).

2.5. Pengaruh Biochar Terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah

Fungsi utama tanah adalah sebagai tempat akar untuk mencari ruang penetrasi (menelusup), baik secara horisontal maupun vertikal. Kerapatan porositas menentukan kemudahan air untuk bersirkulasi dengan udara (drainase dan aerasi). Selain itu, tersedianya bahan organik yang cukup sangat berpengaruh terhadap sifat tanah. Biochar sebagai bahan pembenah tanah memiliki sifat rekalsitran yaitu lebih tahan terhadap oksidasi dan lebih stabil dalam tanah sehingga memiliki pengaruh jangka panjang terhadap perbaikan kualitas kesuburan tanah (Steiner *et al.*, 2007). Pengaruh biochar terhadap terhadap beberapa sifat kimia tanah menurut beberapa peneliti yang telah dilakukan.

2.5.1. Derajat Kemasaman Tanah

Derajat kemasaman tanah atau yang biasa dikenal dengan pH tanah salah satu sifat kimia tanah yang penting untuk diketahui karena dapat mencerminkan ketersediaan hara sehingga dapat digunakan sebagai indikator kesuburan tanah (Hanafiah, 2012). Masam, netral atau alkalin adalah reaksi tanah yang paling penting yang menunjukkan sifat yang dinilai berdasarkan konsentrasi H^+ dan dinyatakan dengan nilai pH (Utami, 2009).

Pada penelitian yang telah dilakukan pada perlakuan biochar, pH biochar adalah 7,6 saat pertama kali ditempatkan di air deionisasu dan kemudian meningkat menjadi 8,2 setelah 7 hari (Laird *et al.*, 2010). Selain itu berdasarkan penelitian



yang dilakukan oleh Darmayanti (2017) menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan biochar ammonium sulfat mampu meningkatkan pH sebesar 2,32 % pada tekstur lempung berpasir, 4,35 % pada tekstur lempung dan 5,71 pada tekstur liat.

2.5.2 C-Organik Tanah

Bahan organik adalah segala bahan-bahan atau sisa-sisa yang berasal dari tanaman, hewan atau manusia yang terdapat di permukaan atau di dalam tanah dengan tingkat pelapukan yang berbeda (Hasibuan, 2006). Kandungan bahan organik dalam tanah merupakan salah satu faktor yang berperan dalam menentukan keberhasilan suatu budidaya tanaman. Hal ini dikarenakan bahan organik dapat meningkatkan kesuburan kimia, fisika dan biologi tanah (Utami, 2009).

Penelitian yang dilakukan Laird *et al.*, (2002) melaporkan bahwa perlakuan biochar secara signifikan meningkatkan C-organik (sampai 69%). Selain itu, penelitian yang dilakukan Darmayanti (2017) menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan ammonium sulfat mampu meningkatkan bahan organik sebesar 43,51% pada tekstur lempung berpasir, 72% pada tekstur lempung dan 72,7% pada tekstur liat yang diaplikasikan pada tanaman padi pada musim pertama.

2.5.3. Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Kapasitas Tukar Kation (KTK) adalah jumlah muatan negatif tanah baik yang bersumber dari permukaan koloid anorganik (liat) maupun koloid organik (humus) yang merupakan sisa pertukaran kation-kation (Hanafiah, 2012).

Menurut Hardjowigeno (2015) kapasitas tukar kation memiliki hubungan dengan kesuburan tanah. Tanah dengan KTK tinggi dapat menjerap dan menyediakan unsur hara lebih baik daripada tanah dengan KTK yang rendah. Tingginya nilai KTK didasari oleh kandungan kation basa seperti Ca, Mg, K dan Na sedangkan kation asam seperti Al dan H akan mengakibatkan KTK rendah atau mengurangi kesuburan tanah.

2.5.4. Nitrogen Total

Nitrogen adalah unsur hara makro utama yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah yang banyak. Nitrogen diserap tanaman dalam bentuk ammonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-). Pada umumnya Nitrogen merupakan faktor pembatas dalam budidaya tanaman. Biomassa tanaman rata-rata mengandung N sebesar 1 % dan 2 % san mungkin sebesar 4 % sampai 6 % (Utami, 2009).



Di dalam tanah N organik dalam bentuk kimianya tidak dapat begitu saja diserap oleh tanaman, perlu adanya proses mineralisasi nitrogen terlebih dahulu yang terdiri dari amonifikasi (protein menjadi $R-NH_2$), amonifikasi ($R-NH_2$ menjadi NH_4^+), dan nitrifikasi (NH_4^+ menjadi NO_3^-) (Hardjowigeno, 2015). Menurut Syekhiani (2013) mengatakan bahwa secara umum tanaman jagung membutuhkan asupan Nitrogen sebanyak 90 hingga 135 kg/ha. Sehingga dibutuhkan tambahan dari sumber Nitrogen lainnya yang dapat berupa bahan organik ataupun pupuk anorganik untuk mencukupi kebutuhan akan tanaman jagung.

2.5. Syarat Tumbuh Tanaman Jagung

Jagung merupakan tanaman semusim (annual). Satu siklus hidupnya diselesaikan dalam 80-150 hari. Paruh pertama dari siklus merupakan tahap pertumbuhan vegetatif dan paruh kedua untuk tahap pertumbuhan generatif. Tinggi tanaman jagung sangat bervariasi. Meskipun tanaman jagung umumnya berkecambah antara 1m sampai 3m, ada varietas yang dapat mencapai tinggi 6m. Tinggi tanaman biasa diukur dari permukaan tanah hingga ruas teratas sebelum bunga jantan. Meskipun beberapa varietas dapat menghasilkan anakan (seperti padi), pada umumnya jagung tidak memiliki kemampuan ini. Akar jagung tergolong akar serabut yang dapat mencapai kedalaman 8m meskipun sebagian berada pada kisaran 2 meter. Pada tanaman yang sudah cukup dewasa muncul akar adventif dari buku-buku batang bagian bawah yang membantu menyangga tegaknya tanaman (Barnito, 2009).

Batang jagung tegak dan mudah terlihat, sebagaimana sorgum dan tebu, namun tidak seperti padi dan gandum. Terdapat mutan yang batangnya tidak tumbuh pesat sehingga tanaman berbentuk roset. Batang beruas-beruas. Ruas terbungkus pelepah daun yang muncul dari buku. Batang jagung cukup kokoh namun tidak banyak mengandung lignin. Daun jagung adalah daun sempurna. Bentuknya memanjang antara pelepah dan helai daun terdapat ligula. Tulang daun sejajar dengan ibu tulang daun. Permukaan daun ada yang licin dan ada yang berambut. Stoma pada daun jagung berbentuk halter, yang khas dimiliki familia Poaceae. Setiap stoma di kelilingi epidermis berbentuk kipas. Struktur ini berperan penting dalam respon tanaman menanggapi defisit air pada sel-sel daun. Jagung memiliki bunga jantan dan bunga betina yang terpisah (diklin) dalam satu tanaman (monoecious). Tiap



kuntum bunga memiliki struktur khas bungadari suku Poaceae yang di sebut floret. Pada jagung, dua floret dibatasi oleh sepasang glumae (tunggal:gluma). Bunga jantan tumbuh di bagian puncak tanaman, berupa karangan bunga (inflorescence). Serbuk sari berwarna dan beraroma khas. Bunga betina tersusun dalam tongkol. Tongkol tumbuh dari buku,diantara batang dan pelepah daun. Pada umumnya, satu tanaman hanya dapat menghasilkan satu tongkol produktif meskipun memiliki sejumlah bunga betina. Beberapa varietas unggul dapat menghasilkan lebih dari satu tongkol produktif, dan disebut sebagai varietas prolitik. Bunga jantan jagung cenderung siap untuk penyerbukan 2-5 hari lebih dini daripada bunga betinanya (protandri). Bunga betina jagung berupa “tongkol” yang terbungkus oleh semacam pelepah dengan “rambut”. Rambut jagung sebenarnya adalah tangkai putik (Barnito, 2009).

Jagung dapat tumbuh pada jenis tanah yang beragam, jagung di tanam di dataran rendah sampai dataran tinggi yang memiliki ketinggian +- 1000 mdpl atau lebih. Curah hujan yang ideal untuk pertumbuhan tanaman jagung adalah +- 250 mm/tahun. Kebutuhan air yang cukup diperlukan pada saat pertumbuhan terutama pada saat berbunga dan pengisian biji (Warisno, 1998). Tanaman jagung merupakan tanaman yang dapat beradaptasi terhadap iklim yang bervariasi. Suhu optimum yang diperlukan tanaman jagung untuk dapat tumbuh dengan baik antara 24-30°C. Tanaman jagung merupakan C4 yang memerlukan penyinaran matahari penuh untuk dapat berfotosintesis sempurna (Novriani, 2010). Tumbuhan tanaman jagung memerlukan media tumbuh yang baik, seperti tanah yang gembur dan subur karena tanaman jagung memerlukan aerasi dan drainase yang baik. Jagung mampu tumbuh baik pada berbagai jenis tanah asalkan mendapat pengelolaan yang baik.

2.6 Pengaruh Biochar Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung

Pertumbuhan tanaman bergantung pada kondisi tanah serta lingkungannya. Apabila tanah serta lingkungan mendukung pertumbuhan tanaman maka akan berlangsung baik begitu juga sebaliknya. Biochar merupakan bahan pembenah tanah yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman serta mampu memperbaiki tanah sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman.

Penelitian Theresia (2015) membuktikan bahwa penggunaan biochar dapat berpengaruh terhadap tinggi tanaman, luas daun, dan biomassa kering tanaman



jagung. Luas daun akan semakin baik apabila dilakukan dengan pemberian biochar dibandingkan hanya dengan pupuk KCl (Widowati *et al.*, 2012). Selain itu, hasil penelitian Nurida *et al.*, (2013) mengatakan pengaruh pemberian biochar terhadap hasil jagung sangat nyata baik terhadap biomas kering maupun pipilan kering. Pemberian biochar 10 t/ha menghasilkan total biomasa tertinggi, namun tidak menghasilkan pipilan kering yang tertinggi.



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2018 sampai dengan November 2018. Penelitian ini dilakukan di lahan percobaan Universitas Tribhuwana Tungadewi Kec. Lowokwaru, Kota Malang. Kegiatan analisis sifat fisika dan kimia tanah dilaksanakan di Laboratorium Fisika dan Kimia Jurusan Tanah Fakultas Pertanian, Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Brawijaya Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pembuatan biochar dengan proses *pyrolysis* (pembakaran tidak sempurna), alat pembuatan ammonium sulfat berupa gelas ukur, tabung Erlenmeyer, botol container, suntikan, dan kertas watman dan alat untuk analisis sifat kimia dan fisika tanah yang terdiri dari satu set ayakan basah untuk menganalisis kemantapan agregat tanah. Analisis pH tanah dengan alat pH meter merk *Schoot Handylab* pH. Analisis KTK tanah dengan *sentrifuge*, *Vortexer* bermerek BioRad, alat destilasi merk Gerhardt dan alat titrasi Buret mikro. C-organik tanah dengan Buret makro digunakan sebagai alat titrasi. Analisis N total tanah dengan labu Kjedhal, alat titrasi Buret Mikro dan alat destruksi digunakan sebagai alat analisis pendukung di laboratorium. Alat yang digunakan untuk pengamatan tinggi tanaman dengan menggunakan meteran bangunan dari dasar sampai titik tertinggi. Pengamatan jumlah daun dengan menghitung daun dan tunas baru tanaman dan pengambilan gambar bentuk fisik tanaman dengan menggunakan kamera.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biochar tongkol jagung, biochar tongkol jagung yang telah di perkaya ammonium sulfat, pupuk urea, pupuk TSP, KCl sesuai dosen perlakuan, benih jagung manis hibrida F1 Pertiwi serta bahan yang digunakan untuk analisis beberapa sifat tanah. Bahan yang digunakan dalam pembuatan ammonium sulfat adalah NaOH, tongkol jagung yang sudah melalui tahap pirolisis, aquades, Ammonium Sulfat ((NH₄)₂SO₂), dan Asam sulfat H₂SO₄. Bahan yang digunakan sebagai analisis C-organik adalah H₃PO₄ 85%,



$K_2Cr_2O_7$, H_2SO_4 pekat, difenilamina dan $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. Pereaksi yang digunakan adalah $K_2Cr_2O_7$ 1N, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 1N dan difenilamina. Bahan yang digunakan untuk analisis Nitrogen total tanah dan tanaman adalah H_2SO_4 (P.A), K_2SO_4 , $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, Se, H_3BO_3 (P.A), $NaOH$, Brom kresol hijau, Etanol dan Metil merah. Adapun bahan yang digunakan sebagai pereaksi Nitrogen total ialah campuran Selen dan Asam borat, $NaOH$ 40%, H_2SO_4 0,01 N. Bahan yang digunakan untuk analisis KTK adalah CH_3COOH (P.A), NH_3 (P.A), Etanol, $NaCl$, NH_4Cl , KCl , H_2SO_4 (P.A). Titriplex III ($C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8 \cdot 2H_2O$), $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, KHP, Conway, Brom Cresol Green, KCN, Metil merah, Hidroksilamin Hidroklorid, Triethanolamine, Calcon, EBT, (Eriokrom Black T), HCl (P,A) dan HNO_3 (P,A). Bahan preaksi yang digunakan untuk analisis KTK yaitu H_2SO_4 0,1 N, $NaOH$ 0,1N dan NH_4OAc 1N pH 7,0.

3.3 Metode Pelaksanaan

Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Rancangan penelitian ini dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan sehingga terdapat 20 satuan pengamatan. Denah penempatan penanaman dilakukan secara acak (Lampiran 1). Adapun perlakuan penelitian sebagai berikut :

- 1) Kontrol : 100 % Tanah
- 2) BioN : Biochar Tongkol Jagung (8 kg/petak)
- 3) BioP : Biochar Tongkol Jagung + Ammonium Sulfat (8 kg/petak)
- 4) NPK : Aplikasi pupuk NPK (urea 120 g/petak, TSP 240 g/petak, KCl 160 g/petak)
- 5) Pukan : Aplikasi pupuk kandang (5 kg/petak)

3.4. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan 5 tahapan yaitu (1) pengolahan tanah, membuat petak lahan dan analisis dasar biochar (2) pembuatan biochar berbahan dasar tongkol jagung dan persiapan pupuk (3) penanaman jagung, pemberian pupuk dasar, aplikasi biochar dan pemupukan (4) pemeliharaan tanaman (5) pengamatan dan pengambilan data.

3.4.1 Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah dilakukan dengan mengolah tanah menggunakan cangkul. Kegiatan yang dilakukan sebelum pengolahan tanah adalah pembersihan tanah dari



gulma ataupun sisa panen. Pembuatan petak dilakukan sebanyak 20 petak yang berukuran 3,5 m x 5,2 m dengan tinggi petak masing-masing 20-30 cm. Analisis dasar biochar dilakukan sebelum dilakukannya penanaman.

3.4.2 Pembuatan Biochar dan Persiapan Pupuk NPK

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan biochar ini yaitu tongkol jagung menggunakan proses *pyrolysis* yaitu dekomposisi kimia suatu bahan organik sehingga menghasilkan bahan dengan kondisi suhu tinggi dan hampa udara. Dalam proses pembakaran dilakukan kurang lebih 4 jam dengan suhu mencapai 250-350°C sehingga menghasilkan arang. Dalam tahapan awal tongkol jagung dimasukan ke dalam suatu tabung reactor kemudian dibakar dari dalam. Kemudian ketika kondisi api cukup besar *blower* 2 inchi dari bagian bawah dinyalakan dan tungku ditutup rapat. Kemudian diberikan air pada sekeliling tutup tungku dengan tujuan menghindari kebocoran asap. Asap dari *pyrolysis* masuk ke dalam *cyclone* yang memiliki fungsi sebagai pemisah gas fraksi berat dan fraksi ringan, kemudian gas fraksi ringan dibuang dan gas fraksi berat dimasukkan ke dalam kondensor untuk mengubah gas menjadi cair. Terdapat dua thermometer pada bagian atas dan bawah kondensor. Batas maksimal suhu pada bagian atas 80°C dan bagian bawah 40°C, bila suhu melebihi batas maksimal maka pembakaran harus dihentikan katena bisa merusak polarisator. Langkah selanjutnya sisa dari asap yang tidak berubah menjadi cair dibuang melalui filter. Selanjutnya *blower* dapat dimatikan ketika panas sudah mencapai bagian bawah tungku. Kemudian tungku dibuka ketika semua permukaan tungku tidak panas. Setelah proses pendinginan sudah selesai maka biochar bisa dikeluarkan. Setelah itu biochar tongkol jagung dihaluskan sehingga mudah diaplikasikan ke dalam tanah.

Pembuatan biochar yang diperkaya ammonium sulfat dengan menggunakan alat berupa gelas ukur, tabung Erlenmeyer, botol container, suntikan, dan kertas watman. Serta bahan yang dipersiapkan adalah NaOH, tongkol jagung yang sudah melalui tahap pirolisis, aquades, Ammonium Sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, dan Asam sulfat H_2SO_4 . Setelah alat dan bahan dipersiapkan, tahapan selanjutnya adalah membuat larutan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ /Ammonium Sulfat dengan konsentrasi 0,05 M, kemudian membuat larutan NaOH 0,1 M. Setelah itu, memasukkan 19,8 ml larutan NaOH 0,1 M di botol yang sudah dipersiapkan, selanjutnya biochar tongkol jagung yang sudah



dipersiapkan tadi dimasukkan ke dalam botol yang sama dengan larutan NaOH 0,1 M. Tutup botol dengan rapat agar tidak terdapat udara yang masuk. Tahap selanjutnya, Tambahkan ammonium sulfat 0,05 M sebanyak 9 ml dalam kondisi botol tidak terbuka / tetap tertutup (gunakan suntikan). Tunggu selama satu minggu supaya larutan dalam botol tersebut tercampur. Setelah satu minggu, Tambahkan 0,5 ml H₂SO₄ kedalam botol dalam kondisi botol tetap tertutup (gunakan suntikan), diamkan selama 2 jam. Tahapan terakhir adalah membuka botol, saring dan dipisahkan antara biochar dengan larutan. Biochar yang sudah disaring dikering udarkan selama 24 jam dan siap untuk diaplikasikan. Biochar juga dilakukan analisis laboratorium yang tersaji dalam Tabel 1.

Tabel 1. Analisis Awal Biochar

Analisis	Metode
C-organik	Titrasi redoks
Derajat kemasaman (pH)	pH H ₂ O
N-total	Spektrofometri
P-total	Spektrofometri
K	AAS (Atomic Absorbsion Spectroscopy)
Fourier Transform Infrared (FTIR)	

Pupuk NPK yang digunakan yakni Urea sebagai pupuk N, TSP sebagai pupuk P, dan KCl sebagai pupuk K. Adapun dosis pupuk yang digunakan yaitu urea 120g/petak, TSP 240 g/petak, KCl 160 g/petak, pupuk kandang 5 kg/petak, biochar tongkol jagung 8 kg/petak, dan biochar yang diperkaya ammonium sulfat 8 kg/petak. Pupuk N, P dan K juga digunakan/diberikan sebagai pupuk dasar pada semua petak.

3.4.3. Penanaman Jagung, Aplikasi Biochar dan Pemupukan

Penanaman benih jagung ditanam pada lubang tanam sedalam 3 cm yang memiliki jarak tanam 80 cm x 30 cm dengan jumlah benih jagung per lubang sebanyak 2 butir. Benih jagung yang ditanam adalah jenis varietas Pertiwi 3. Aplikasi bahan pembenah biochar dilakukan dengan membenamkan biochar kedalam tanah dengan kedalaman 5 cm – 10 cm. Dosis yang digunakan adalah 8 kg/petak. Pemberian biochar dilakukan secara langsung dengan membenamkan biochar kedalam tanah pada petak sesuai perlakuan. Pemberian biochar hanya dilakukan satu kali pada saat awal penanaman.



Sedangkan perlakuan pupuk NPK dengan masing-masing dosis 120 g/petak pemupukan urea sebagai kebutuhan N, 240 g/petak pemupukan TSP sebagai kebutuhan P, dan 160 g/petak pemupukan KCl sebagai kebutuhan K. Pemupukan dasar dilakukan pada saat awal penanaman ke semua perlakuan dengan cara dibenamkan pada tanah dengan kedalaman 5-10 cm dari permukaan tanah selanjutnya pemupukan dilakukan 2 kali pada saat 4 MST dan 8 MST menggunakan pupuk urea dengan dosis 120 g/petak.

3.4.4. Pengamatan dan Pengambilan Data

Pengamatan dilakukan pada dua periode yakni pada saat sebelum panen dan saat sesudah panen. Pada saat sebelum panen dilakukan analisa tanah dan analisa biochar sebagai pedoman awal (Tabel 2) dan pengamatan pertumbuhan tanaman jagung pada umur 2 sampai dengan 10 MST (Minggu Setelah Tanam). Pengamatan meliputi tinggi tanaman dan jumlah daun. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan menggunakan meteran. Tinggi tanaman diukur menggunakan meteran dari atas permukaan tanah hingga daun tertinggi. Jumlah daun diperhitungkan setelah daun memiliki bentuk sempurna dalam satu helai daun. Setelah 15 MST dilakukan analisis akhir tanah, sedangkan analisis tanah dilakukan di laboratorium sesuai dengan parameter yang diamati (Tabel 3).

Tabel 2. Analisis Awal Tanah

Analisis	Metode
C-organik	Walkey + Black
Derajat kemasaman (pH)	pH H ₂ O
N-total	Kjeldahl
KTK	Titrasi (NH ₄ O Ac 1 N pH 7)
Kemantapan agregat	Ayakan basah

Tabel 3. Parameter Pengamatan Akhir Tanah

Pengamatan	Parameter	Metode	Waktu Pengamatan
Tanah	C-organik	Walkey + Black	15 MST
	N-total	Kjeldahl	
	Derajat kemasaman (pH)	pH H ₂ O	
	KTK	Titrasi (NH ₄ O Ac 1N pH 7)	
Tanaman	Kemantapan Agregat	Ayakan Basah	2 MST-10 MST.
	Tinggi tanaman	Kuantitatif	
	Jumlah daun	Kuantitatif	



3.4.5. Pemeliharaan Tanaman

Penyiraman dilakukan sebagai pemeliharaan guna memenuhi kebutuhan air tanaman. Penyiraman dilakukan menyesuaikan dengan kondisi tanah. Selain itu, pemeliharaan tanaman dilakukan dengan pembersihan gulma pada sekitar tanaman.

Untuk pemberantasan hama dilakukan secara mekanik dengan mengambil langsung hama yang ada. Pengendalian OPT tidak dilakukan menggunakan pestisida atau senyawa kimia lainnya.

3.5. Analisis Data

Seluruh data yang diperoleh dari hasil percobaan dianalisis menggunakan sidik ragam atau *analysis of variance* (ANOVA). Masing- F hitung dibandingkan dengan F tabel pada level sangat nyata 1% dan level nyata 5%. Apabila faktor-faktor tersebut berpengaruh nyata maka perlu dilakukan uji lanjut untuk mengetahui perlakuan mana yang memberikan berbeda nyata. Pada percobaan ini menggunakan uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil) atau *Least Significant Different* (LSD). Selain itu dilakukan juga uji regresi dan korelasi. Uji regresi dilakukan untuk mempelajari dan mengukur hubungan statistik yang terjadi antara dua variabel atau lebih variabel. Sedangkan uji korelasi bertujuan untuk mengukur seberapa kuat atau derajat kedekatan suatu relasi yang terjadi antar variabel dengan Aplikasi *Genstat Discovery Edition 4* dan Ms. Excel 2010.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Awal Tanah

Penelitian ini dilakukan di lahan percobaan Universitas Tribhuwana Tungadewi Kec. Lowokwaru, Kota Malang. Sebelum dilakukan penambahan biochar tongkol jagung, biochar tongkol jagung diperkaya ammonium sulfat, NPK dan juga pupuk kandang, tanah-tanah tersebut dilakukan pengujian sebagai analisis dasar yang bertujuan untuk mengetahui kondisi dan kandungan hara tanah. Berikut adalah hasil analisis dasar yang dilakukan tersaji dalam Tabel 4.

Tabel 1. Hasil Analisis Awal Tanah

No	Jenis Analisis	Nilai	Status	Sumber
1.	Kemantapan Agregat (mm)	3,15	Stabil	(Titiek, 1995)
2.	Kemasaman Tanah (pH)	5	Masam	(Hanafiah, 2012)
3.	C-organik (%)	1,40	Rendah	(Hardjowigeno, 2015)
4.	KTK (me/100g)	48,24	Sangat Tinggi	(Muklis, 2007)
5.	N-Total (%)	0,11	Rendah	(Muklis, 2007)

Pada analisis awal tanah didapati kemantapan agregat stabil yaitu 3,15 dan kandungan pH yang masam yaitu 5. Kemudian pada C-organik dan N-total masih dalam kategori rendah yaitu 1,40 dan 0,11 %. Dan KTK pada analisis awal tanah ini memiliki kategori yang sangat tinggi yaitu 48,24 me/100 g.

4.2. Analisis Biochar Tongkol Jagung

Pada analisis awal biochar, dilakukan beberapa pengujian analisis sifat kimia meliputi pH, C-Organik, N-Total, P-total, dan K. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi dan kandungan hara pada biochar. Berikut hasil analisis pH, C organik, N-total, P, dan K tersaji pada Tabel 5.

Tabel 2. Hasil Analisis Awal Biochar

Biochar	Kemasaman Tanah (pH)	C-organik %	N-total	K
Biochar Tongkol Jagung	8,8	6,71	1,41	3,52
Biochar Tongkol Jagung diperkaya Ammonium Sulfat	6,1	5,17	7,76	1,11

Pada analisis awal biochar tongkol jagung mengandung pH yang basa yaitu 8,8. Kemudian pada C-organik, N-total dan K masing-masing dalam kategori yang sangat tinggi yaitu 6,71, 1,41 dan 3,52 %. Sedangkan pada analisis awal biochar diperkaya ammonium sulfat mengandung pH yang basa yaitu 6,1 dan pada C



organik, N-total dan K masing-masing dalam kategori yang sangat tinggi yaitu 5,17, 7,76 dan 1,11 %.

Selain beberapa sifat kimia diatas dilakukan juga analisis *Fourier Transform Infrared* (FTIR) terhadap biochar. FTIR merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk identifikasi senyawa organik. Analisis dilakukan dengan melihat bentuk spektrumnya, dengan melihat puncak-puncak spesifik yang menunjukkan jenis gugus fungsional yang dimiliki oleh senyawa tersebut. Dengan demikian analisis FTIR tersebut berfungsi guna mengetahui tipe senyawa/gugus fungsi biochar tongkol jagung yang diperkaya ammonium sulfat maupun yang tidak diperkaya (Lampiran 15 dan Lampiran 16). Berikut ini daerah serapan dan gugus fungsi hasil analisis biochar menggunakan FTIR tersaji pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 3. Daerah Serapan Biochar Tongkol Jagung Diperkaya Ammonium Sulfat

Daerah serapan biochar (cm ⁻¹)	Ikatan	Tipe senyawa/gugus fungsi	Daerah frekuensi (cm ⁻¹)	Intensitas
3429,96	O-H	Alkohol ikatan hidrogen, fenol	3200-3600	Berubah-ubah terkadang melebar
3146,44	C-H	Cincin Aromatik	3010-3100	Sedang
1632,43	C=C	Alkena	1610-1680	Berubah-ubah
1400,99	C-H	Alkana	1340-1470	Kuat
1119,4	C-O	Alkohol, Eter, Asam Karbonat, Ester	1050-1300	Kuat
982,46	C-H	Alkena	675-995	Kuat
619,94	C-H	Alkena	675-995	Kuat

Dari tabel diatas dapat diketahui tipe senyawa/gugus fungsi yang terdapat pada biochar tongkol jagung yang diperkaya ammonium sulfat. Pada daerah serapan 3429,96 mengandung senyawa alkohol ikatan hydrogen, fenol pada daerah frekuensi 3200-3600 dengan intensitas berubah-ubah terkadang melebar. Pada daerah serapan 3146,44 mengandung senyawa cincin aromatik pada daerah frekuensi 3010 – 3100 dengan intensitas sedang. Pada daerah serapan 1632,43 mengandung senyawa alkena pada daerah frekuensi 1610 – 1680 dengan intensitas berubah-ubah. Pada daerah serapan 1400,99 mengandung senyawa alkana pada daerah frekuensi 1340 – 1470 dengan intensitas kuat. Pada daerah serapan 1119,4 mengandung senyawa alkohol, eter, asam karbonat, ester pada daerah frekuensi 1050 – 1300 dengan intensitas kuat. Dan Pada daerah serapan 982,46, 619,94



masing-masing mengandung senyawa alkena pada daerah serapan 675 – 995 dengan intensitas kuat.

Tabel 4. Daerah Serapan Biochar Tongkol Jagung tidak Diperkaya

Daerah serapan biochar (cm ⁻¹)	Ikatan	Tipe senyawa/gugus fungsi	Daerah frekuensi (cm ⁻¹)	Intensitas
3152,23	C-H	Cincin aromatik	3050-3100	Sedang
1684,5	C=C	Alkena	1610-1680	Berubah-ubah
1590	C=C	Cincin aromatik	1500-1600	Berubah-ubah
1375,91	C-H	Alkana	1340-1470	Kuat
1273,69	C-O	Alkohol, Eter, Asam Karbonat, Ester	1050-1300	Kuat
1119,4	C-O	Alkohol, Eter, Asam Karbonat, Ester	1050-1300	Kuat
891,81	C-H	Alkena	690-995	Kuat
837,81	C-H	Alkena	690-995	Kuat
619,87	C-H	Alkena	690-995	Kuat
479,08	C-H	Alkena	690-995	Kuat

Tabel diatas merupakan tipe senyawa/gugus fungsi yang terdapat pada biochar tongkol jagung yang tidak diperkaya ammonium sulfat. Pada daerah serapan 3152,23 mengandung senyawa cincin aromatic pada daerah frekuensi 3200 -3600 dengan intensitas sedang. Pada daerah serapan 1684,5 mengandung senyawa alkena pada daerah frekuensi 1610 – 1680 dengan intensitas berubah-ubah. Pada daerah serapan 1590 mengandung senyawa cincin aromatik pada daerah frekuensi 1500 – 1600 dengan intensitas berubah-ubah. Pada daerah serapan 1375,91 mengandung senyawa alkena pada daerah frekuensi 1340 – 1470 dengan intensitas kuat. Pada daerah serapan biochar 1273,69 dan 1119,4 mengandung senyawa alkohol, eter, asam karbonat, ester pada daerah frekuensi 1050 – 1300 dengan intensitas kuat. Dan Pada daerah serapan 891,81, 837,81, 619,87, 479,08 masing-masing mengandung senyawa alkena pada daerah frekuensi 675 – 995 dengan intensitas kuat. Perbedaan tipe senyawa/gugus fungsi pada biochar yang diperkaya ammonium sulfat dan tidak diperkaya adalah pada biochar yang tidak diperkaya tidak memiliki gugus fungsi Alkohol ikatan hidrogen, fenol.

4.3. Hasil Analisis Akhir Tanah

Analisis akhir tanah dilakukan setelah tanam pada 15 MST. Dimana tanah tersebut di uji sifat kimia dan juga sifat fisiknya. Beberapa sifat kimia yang di uji yaitu pH, C-organik, N-total dan KTK sedangkan sifat fisiknya yaitu kemantapan



agregat tanah. Pada hasil akhir analisis setiap perlakuan memberikan nilai yang berbeda disetiap perlakuan. Berikut adalah hasil analisis akhir tanah dan tanaman.

4.3.1 Kemantapan Agregat Tanah

Kemantapan agregat tanah dapat didefinisikan sebagai kemampuan tanah untuk bertahan terhadap gaya-gaya yang akan merusaknya. Gaya-gaya tersebut dapat berupa kikisan angin, pukulan hujan, daya urai air pengairan, dan beban pengolahan tanah. Agregat tanah yang mantap akan mempertahankan sifat-sifat tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman, seperti porositas dan ketersediaan air lebih besar dibandingkan dengan agregat tanah tidak mantap. Berdasarkan hasil analisa keragaman yang dilakukan, perlakuan biochar diperkaya ammonium sulfat menghasilkan kemantapan agregat yang lebih tinggi dan berpengaruh sangat nyata apabila dibandingkan dengan yang lainnya. Berikut hasil analisis kemantapan agregat tersaji pada Tabel 8.

Tabel 5. Pengaruh Biochar dan Beberapa Perlakuan Lain Terhadap Kemantapan Agregat Tanah Pada 15 MST

Perlakuan	Kemantapan Agregat (mm)
Kontrol	2,98 a
NPK	3,25 ab
Pupuk Kandang	3,53 bc
Biochar	4,02 c
Biochar Diperkaya	4,65 d
BNT (5%)	0,50

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata bedasarkan uji BNT 5 %.

Dari hasil kemantapan agregat menunjukkan bahwa kemantapan agregat tertinggi didapatkan pada perlakuan biochar yang diperkaya ammonium sulfat yaitu 4,56 sedangkan nilai kemantapan terendah pada perlakuan kontrol sebesar 2,98. Jika dibandingkan dengan kondisi tanah pada sebelum perlakuan (analisis dasar) maka pemberian biochar tongkol jagung diperkaya ammonium sulfat dapat meningkatkan kemantapan agregat tanah. Hal ini dikarenakan bahan organik yang terkandung didalam biochar yang diperkaya ammonium sulfat mengalami proses dekomposisi dan menghasilkan substansi organik yang berperan sebagai perekat dalam proses terbentuk argegat tanah.

Hasil penelitian ini sesuai menurut Zinn *et al.*, (2005) bahan organik berperan sebagai agen perekat agregat tanah, karena bahan organik dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah yang menghasilkan senyawa-senyawa organik



yang dapat merekatkan butir butir fraksi tanah sehingga tanah memiliki gumpalan agregat yang lebih besar, kuat dan stabil.

4.3.2 Derajat Kemasaman Tanah (pH)

Tingkat kemasaman tanah atau pH merupakan salah satu sifat kimia tanah yang penting untuk diketahui karena dapat menggambarkan mudah tidaknya kandungan hara diserap tanaman (Hardjowigeno, 2015). Derajat kemasaman (pH) adalah tingkat keasaman atau kebasaan pada tanah yang menunjukkan tinggi rendahnya konsentrasi ion hidrogen (H^+) di dalam tanah. Apabila didalam tanah ditemukan ion H^+ lebih banyak dari OH^- , maka disebut asam. Apabila ion H^+ sama dengan ion OH^- maka disebut netral, dan apabila ion OH^- lebih banyak dari pada H^+ maka disebut basa atau alkalis. Berdasarkan hasil analisa keragaman yang dilakukan, perlakuan biochar diperkaya ammonium sulfat menghasilkan nilai pH yang lebih tinggi dan berbeda nyata dengan yang lainnya. Berikut hasil analisis pH tanah tersaji pada Tabel 9.

Tabel 6. Pengaruh Biochar dan Beberapa Perlakuan Lain Terhadap pH Tanah Pada 15 MST

Perlakuan	pH Tanah
NPK	4,80 a
Kontrol	5,00 b
Pupuk Kandang	5,25 c
Biochar	5,30 c
Biochar Diperkaya	5,50 d
BNT (5%)	0,20

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5 %.

Dari hasil pH tanah menunjukkan bahwa nilai pH tertinggi didapatkan pada perlakuan biochar yang diperkaya ammonium sulfat yaitu 5,50 sedangkan nilai pH terendah pada perlakuan NPK sebesar 4,80. Jika dibandingkan dengan kondisi tanah pada sebelum perlakuan (analisis dasar) maka pemberian biochar tongkol jagung diperkaya ammonium sulfat dapat meningkatkan pH, namun perubahannya tidak signifikan. Hal ini dikarenakan pH basa yang terdapat pada biochar tongkol jagung diperkaya ammonium sulfat mengandung bahan organik yang dapat mengikat Al membentuk senyawa kompleks (khelat), sehingga Al tidak terhidrolisis.

Hasil penelitian ini sesuai menurut Nurida (2009) bahwa biochar dapat berfungsi menaikkan pH. Penambahan biochar dapat meningkatkan pH pada tanah



masam karena adanya peningkatan konsentrasi logam alkali oksida (Ca^{2+} , Mg^{2+} dan K^{+}) di biochar yang dapat mengurangi konsentrasi Al^{3+} didalam tanah (DeLuca *et al.*, 2009).

4.3.3 C-organik Tanah

Karbon organik merupakan bagian fungsional dari bahan organik tanah yang berperan penting dalam kesuburan dan produktivitas tanah karena berpengaruh terhadap sifat fisik, biologi, dan kimia tanah (Wander *et al.*, 1994). Adanya bahan organik didalam tanah dapat menyediakan unsur hara yang bermanfaat terhadap pertumbuhan tanaman. Berdasarkan hasil analisa keragaman yang dilakukan, perlakuan biochar diperkaya ammonium sulfat mengandung kadar C-organik yang lebih tinggi dan berbeda nyata dengan yang lainnya. Berikut hasil analisis C-organik tanah tersaji pada Tabel 10.

Tabel 7. Pengaruh Biochar dan Beberapa Perlakuan Lain Terhadap C-organik Pada 15 MST

Perlakuan	C-organik (%)
NPK	1,29 a
Kontrol	1,39 b
Pupuk Kandang	1,42 b
Biochar	1,52 c
Biochar Diperkaya	1,61 d
BNT (5%)	0,06

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5 %.

Dari hasil C-organik menunjukkan bahwa nilai C-organik tertinggi didapatkan pada perlakuan biochar yang diperkaya ammonium sulfat yaitu 1,61 sedangkan nilai C-organik terendah pada perlakuan NPK sebesar 1,29. Jika dibandingkan dengan kondisi tanah pada sebelum perlakuan (analisis dasar) maka pemberian biochar tongkol jagung diperkaya ammonium sulfat dapat meningkatkan kadar C-organik. Hal ini dikarenakan bahan organik berperan meningkatkan aktivitas mikroorganisme menghasilkan senyawa organik yang dapat menyediakan atau meningkatkan hara tanaman sehingga penambahan bahan biochar tongkol jagung dapat meningkatkan bahan organik tanah.

Hasil penelitian ini sesuai menurut Glaser *et al.*, (2002) menyatakan bahwa pengkayaan karbon melalui pemberian pembenah tanah biochar dapat memberikan pengaruh yang positif terhadap kandungan C-organik tanah. Tingkat alkalinitas dalam biochar merupakan salah satu faktor biochar berkontribusi terhadap



potensinya sebagai kapur. Selain itu, biochar juga dapat mengikat C-organik di tanah sehingga tetap stabil dan tidak mudah terdekomposisi oleh mikroorganisme (Solaiman dan Anwar, 2015). Pemberian bahan organik dapat meningkatkan kandungan C-organik tanah dan juga dengan peningkatan C-organik tanah juga dapat mempengaruhi sifat tanah menjadi lebih baik secara fisik, kimia dan biologi. Karbon merupakan sumber makanan mikroorganisme tanah, sehingga keberadaan C-organik dalam tanah akan memacu kegiatan mikroorganisme sehingga meningkatkan proses dekomposisi tanah dan juga reaksi-reaksi yang memerlukan bantuan mikroorganisme, misalnya pelarutan P, dan fiksasi N (Utami, 2009).

4.3.3 Kapasitas Tukar Kation

Kapasitas Tukar Kation (KTK) erat hubungannya dengan kesuburan tanah. Pada umumnya tanah dengan KTK yang tinggi mampu menyerap dan menyediakan unsur hara lebih banyak dibandingkan tanah dengan KTK rendah. Berdasarkan hasil analisa keragaman yang dilakukan, perlakuan biochar diperkaya ammonium sulfat mengandung KTK yang lebih tinggi dan berbeda nyata dengan yang lainnya. Berikut hasil analisis KTK tersaji pada Tabel 11.

Tabel 8. Pengaruh Biochar dan Beberapa Perlakuan Lain Terhadap KTK Pada 15 MST

Perlakuan	Kapasitas Tukar kation (me/100g)
Kontrol	46,85 a
NPK	47,74 a
Pupuk Kandang	49,81 ab
Biochar	55,53 b
Biochar Diperkaya	73,75 c
BNT (5%)	5,90

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5 %.

Dari hasil KTK menunjukkan bahwa nilai KTK tertinggi didapatkan pada perlakuan biochar yang diperkaya ammonium sulfat yaitu 73,75 sedangkan nilai pH terendah pada perlakuan kontrol sebesar 46,85. Jika dibandingkan dengan kondisi tanah pada sebelum perlakuan (analisis dasar) maka secara keseluruhan pengaplikasian pemberian biochar tongkol jagung diperkaya ammonium sulfat memberikan pengaruh lebih baik dibandingkan dengan pengaplikasi lainnya namun perbedaannya tidak signifikan. Hal ini dikarenakan peningkatan KTK tanah dengan penambahan biochar akan meminimalkan resiko pencucian kation dan bahan organik yang terkandung dalam biochar berkorelasi positif terhadap KTK. Unsur



hara yang tersedia dari dekomposisi bahan organik akan memperbaiki strukturnya tanah, mengurangi terjadinya erosi dan berguna bagi pertumbuhan tanaman.

Hasil penelitian ini sesuai menurut Hardjowigeno (2015) Hasil KTK tanah yang tinggi erat kaitannya dengan kandungan bahan organik tanah. Bahan organik pada tanah memberikan kontribusi terhadap KTK tanah. Tanah dengan kandungan bahan organik yang tinggi atau kadar liat yang tinggi, secara nyata mempunyai nilai KTK yang lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan bahan organik yang rendah pada tanah-tanah berpasir. Peningkatan KTK akibat penambahan bahan organik dikarenakan pelapukan bahan organik sehingga menghasilkan humus (koloid organik) yang mempunyai permukaan dapat menahan unsur hara dan air. Tanah dengan KTK yang tinggi mampu menyerap dan menyediakan unsur hara lebih baik daripada tanah dengan KTK rendah (Harjowigeno, 2015). Perlakuan biochar mampu meningkatkan kapasitas menahan air, KTK, maupun menyediakan unsur hara dalam memperbaiki serapan hara oleh tanaman. Sehingga menyebabkan kesuburan tanah semakin tinggi (Lehmann and Joseph, 2009).

4.3.5 Nitrogen Total

Nitrogen merupakan unsur hara makro yang dibutuhkan oleh tanah sebagai penyedia unsur hara dan dibutuhkan oleh tanaman dalam proses pertumbuhannya. Berdasarkan hasil analisa keragaman yang dilakukan, perlakuan biochar diperkaya ammonium sulfat mengandung kadar nitrogen total lebih tinggi dan berbeda nyata dengan yang lainnya. Berikut hasil analisis nitrogen total tersaji pada Tabel 12.

Tabel 9. Pengaruh Biochar dan Beberapa Perlakuan Lain Terhadap N-Total Pada 15 MST

Perlakuan	N-Total (%)
Kontrol	0,11 a
NPK	0,11 a
Pupuk Kandang	0,12 b
Biochar	0,12 b
Biochar Diperkaya	0,13 c
BNT (5%)	0,0003

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5 %.

Dari hasil N-total menunjukkan bahwa nilai tertinggi didapati pada perlakuan biochar yang diperkaya ammonium sulfat yaitu 0,13 (rendah), kemudian yang terendah yaitu pada perlakuan kontrol sebesar 0,11 (rendah). Jika dibandingkan



dengan kondisi tanah pada sebelum perlakuan (analisis dasar) maka penambahan biochar terjadi peningkatan N-total tanah.

Peningkatan persentase N-total pada biochar diperkaya ammonium sulfat berasal dari mineralisasi bahan organik yang diberikan dan adanya substitusi nitrogen dari ammonium sulfat. Hasil penelitian sesuai menurut Stevenson (2009) menyatakan bahwa peningkatan N ini berasal dari adanya peningkatan bahan organik dengan pemberian biochar dan dari perkembangan mikrobia tanah. Aktivitas mikroba tanah, dapat mempengaruhi dan memperbaiki kimia, biologi dan fisika tanah (Murphy *et al.*, 1998).

4.4. Pertumbuhan Tanaman

4.4.1 Tinggi Tanaman

Pengamatan Tinggi Tanaman jagung dilakukan pada umur 2 sampai dengan 10 MST (Masa Setelah Tanam). Pengukuran tinggi tanaman dilakukan menggunakan meteran dari atas permukaan tanah hingga daun tertinggi. Berdasarkan hasil analisa keragaman yang dilakukan, perlakuan biochar diperkaya ammonium sulfat menunjukkan tinggi tanaman tertinggi dan berbeda nyata dengan yang lainnya. Berikut hasil analisis tinggi tanaman tersaji pada Tabel 13.

Tabel 10. Rerata Tinggi Tanaman Pada 15 MST

Perlakuan	Rerata Tinggi Tanaman (cm) pada Umur (MST)				
	2	4	6	8	10
Kontrol	14,43 a	67,16 a	116,70 a	126,70 a	140,94 a
Pupuk Kandang	15,50 b	70,41 b	140,22 b	156,80 b	166,10 b
NPK	16,81 c	72,97 c	147,58 c	161,61 c	176,21 c
Biochar	18,93 d	76,89 d	154,75 d	173,20 d	188,42 d
Biochar Diperkaya	21,70 e	81,06 e	165,63 e	185,76 e	198,16 e
BNT (5%)	1,00	2,55	4,15	4,48	4,39

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5 %.

Dari hasil tinggi tanaman menunjukkan bahwa hasil tinggi tanaman tertinggi pada perlakuan penambahan biochar yang diperkaya ammonium. Hal ini dikarenakan unsur hara makro nitrogen dan sulfur yang terkandung didalam biochar dapat berkontribusi dalam proses pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian sesuai menurut Sukartono dan Utomo (2012) bahwa tanaman jagung menunjukkan respon positif terhadap aplikasi biochar. Dan pengaplikasian biochar mampu menyerap unsur hara dan air sehingga unsur hara dapat tersedia bagi tanaman. Selain itu biochar mampu memperbaiki dan mengoptimalkan pertumbuhan serta produksi



tanaman dan mengurangi jumlah nutrisi yang akan diserap tanaman yang hilang akibat tercuci (Warnock *et al.*, 2007).

Tinggi tanaman pada setiap perlakuan memiliki peningkatan yang berbeda disetiap minggunya. Hal tersebut dikarenakan adanya pemberian pupuk pada tanaman, sehingga mengakibatkan tanaman dapat bertumbuh. Akan tetapi pada perlakuan pemberian biochar memiliki hasil tinggi tanaman yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan lain. Pemanfaatan biochar memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan kualitas tanah, yaitu berat volume dan K tersedia, selain itu juga berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman jagung (Rostaliana *et al.*, 2012).

4.4.2 Jumlah Daun

Pengamatan jumlah daun jagung dilakukan pada umur 2 sampai dengan 10 MST (Masa Setelah Tanam). Daun yang dihitung adalah yang sudah tumbuh sempurna. Peningkatan jumlah daun sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman.

Jumlah daun terkait dengan kemampuan tanaman memperoleh cahaya matahari untuk melakukan proses fotosintesis dan respirasi. Semakin banyak jumlah daun dalam suatu tanaman maka peluang mendapatkan cahaya matahari semakin besar.

Berdasarkan hasil analisa keragaman yang dilakukan, perlakuan biochar diperkaya ammonium sulfat menunjukkan jumlah daun tertinggi dan berbeda nyata dengan yang lainnya. Berikut hasil analisis jumlah daun tersaji pada Tabel 14.

Tabel 11. Rerata Jumlah Daun Pada 15 MST

Perlakuan	Rerata Jumlah Daun pada Umur (mst)				
	2	4	6	8	10
Kontrol	3,43 a	6,50 a	7,55 a	8,79 a	9,93 a
Pupuk Kandang	3,68 b	6,95 b	8,59 b	9,74 b	10,74 b
NPK	3,93 c	7,16 b	9,92 c	10,40 c	11,92 c
Biochar	4,29 d	7,56 c	10,11 c	11,12 d	12,35 d
Biochar Diperkaya	4,72 e	7,93 d	10,89 d	11,89 e	12,89 e
BNT (5%)	0,18	0,25	0,33	0,39	0,21

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5 %.

Dari hasil jumlah daun menunjukkan bahwa hasil jumlah daun tertinggi pada perlakuan penambahan biochar yang diperkaya ammonium. Adanya pengkayaan biochar dengan ammonium sulfat mampu menyediakan hara lebih tinggi dibandingkan perlakuan lain. Hal ini dikarenakan manfaat ammonium sulfat dalam menyediakan unsur hara makro yang dibutuhkan oleh tanah yaitu unsur nitrogen dan sulfur yang akan memacu pertumbuhan tanaman salah satunya jumlah daun.



Salah satu sumberdaya dalam tanah yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman merupakan ketersediaan unsur hara pada tanah, terutama Nitrogen yang merupakan salah satu unsur hara makro yang penting bagi tanaman yang diperlukan dalam pertumbuhan bagian-bagian vegetatif seperti akar, batang, dan daun (Arif, 2014).

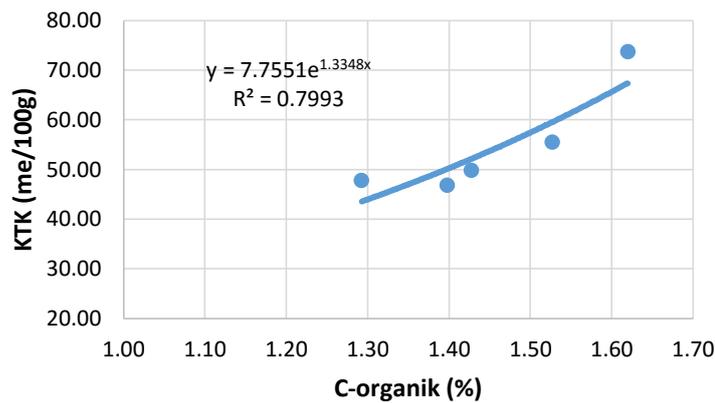
Selain itu, hal yang mendukung pertumbuhan tanaman yakni ketersediaan air yang tercukupi. Tinggi tanaman, peningkatan jumlah daun juga dipengaruhi oleh kondisi air dan nutrisi dalam tanah. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Subekti *et al.*, (2007) bahwa tanaman jagung pada umur 33-50 hari setelah perkecambahan memiliki kebutuhan air dan hara yang sangat tinggi, sehingga sangat sensitif terhadap cekaman kekeringan dan kekurangan hara.

4.5 Pembahasan Umum

Pemberian berbagai perlakuan memberikan hasil yang berbeda-beda di setiap parameter pengamatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian biochar yang diperkaya ammonium sulfat memiliki hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Sukartono dan Utomo (2012) bahwa tanaman jagung menunjukkan respon positif terhadap aplikasi biochar, dan berpengaruh terhadap hasil biji jagung. Berikut ini akan dijelaskan beberapa parameter pengamatan yang saling berhubungan.

4.5.1 Hubungan C-Organik Tanah dengan Kapasitas Tukar Kation

Kandungan bahan organik dalam tanah mampu meningkatkan KTK tanah, hal tersebut sangat erat kaitannya. Tanpa pemberian bahan organik dapat mengakibatkan degradasi kimia, fisika, biologi, dan nantinya akan merusak agregat tanah sehingga menyebabkan pemadatan. Selain kandungan bahan organik, tekstur tanah juga berpengaruh terhadap KTK tanah. Pada tanah dengan kandungan liat yang tinggi akan memiliki nilai KTK tanah yang tinggi (Foth, 1994). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semua perlakuan yang dilakukan memberikan hasil C-organik dan KTK yang berkorelasi positif dengan nilai keeratan sangat kuat, nilai r sebesar 0.733205 (Lampiran 10). Oleh karenanya dilakukan uji regresi linear (R^2) antara C-organik dengan KTK.



Gambar 2. Hubungan C-organik dengan KTK

Hubungan yang signifikan antara C-organik dalam meningkatkan KTK dikarenakan r yang dihasilkan pada uji korelasi 0,73 lebih besar dari 0,235 (r tabel 5 %). Besarnya pengaruh C-organik dalam meningkatkan KTK diketahui melalui uji regresi linear sederhana yang menunjukkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,79. Melalui nilai R^2 dapat diketahui 79 % peningkatan KTK dipengaruhi oleh C organik dan 21 % lainnya dipengaruhi oleh faktor lain.

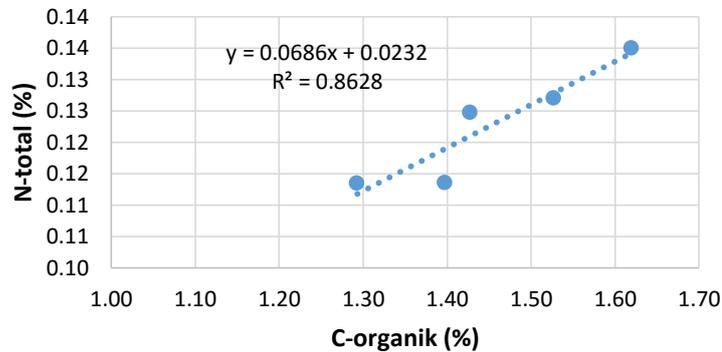
C-organik dapat berkorelasi positif terhadap KTK karena terdekomposisinya bahan organik akan menjadi humus yang dapat menahan unsur hara karena strukturnya yang kuat. Hasil ini sesuai menurut Stevenson (2009) bahwa sekitar 20 – 70 % kapasitas pertukaran tanah pada umumnya bersumber pada koloid humus, sehingga terdapat korelasi antara bahan organik dengan KTK tanah.

4.5.2 Hubungan C-Organik Tanah dengan N-Total Tanah

Bahan organik dalam tanah merupakan salah satu faktor yang penting dalam meningkatkan kesuburan tanah. Penerapan kandungan bahan organik dilakukan berdasarkan jumlah C-organik. Sedangkan nitrogen merupakan unsur hara esensial. Menurut Hardjowigeno (2015) nitrogen dalam tanah berasal dari bahan organik (bahan organik halus dan bahan organik kasar), pengikatan oleh mikroorganisme dari N udara, pupuk dan air hujan. C-organik penting untuk mikroorganisme, tidak hanya sebagai unsur hara, tetapi juga sebagai pengkondisi sifat fisik yang mempengaruhi karakteristik agregat dan air. Selain itu mikroorganisme setelah mengalami proses dekomposisi dari bahan organik akan membebaskan kandungan nitrogen. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semua perlakuan yang dilakukan memberikan hasil C-organik dan N-total yang berkorelasi positif dengan nilai



keeratn sangat kuat, nilai r sebesar 0.597914 (Lampiran 10). Oleh karenanya dilakukan uji regresi linear (R^2) antara C-organik dengan N-total.



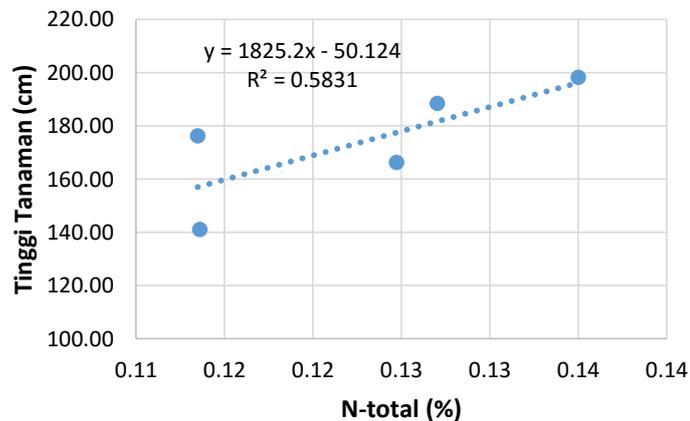
Gambar 3. Hubungan C-organik dengan N-total

Hubungan yang signifikan antara C-organik dalam meningkatkan N-total dikarenakan r yang dihasilkan pada uji korelasi 0,59 lebih besar dari 0,266 (r tabel 5 %). Besarnya pengaruh C-organik dalam meningkatkan N-total diketahui melalui uji regresi linear sederhana yang menunjukkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,86. Melalui nilai R^2 dapat diketahui 86 % peningkatan N-total dipengaruhi oleh C-organik dan 14 % lainnya dipengaruhi oleh faktor lain.

Pemberian bahan organik memberikan respon yang positif dalam menyediakan hara N dalam tanah akibat dari terdekomposisinya bahan organik yang dapat menyediakan unsur hara N dalam tanah. Hal ini sesuai menurut Stevenson (2009) menyatakan bahwa peningkatan N ini berasal dari adanya peningkatan bahan organik dengan pemberian biochar dan dari perkembangan mikrobia tanah. Dan manfaat bahan organik dalam tanah sangat banyak, baik terhadap sifat fisik, kimia maupun biologi tanah.

4.5.3 Hubungan N-Total dengan Tinggi Tanaman

Nitrogen didalam tanah terdapat dalam berbagai bentuk yaitu protein (bahan organik), senyawa-senyawa amino, ammonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-). Dalam hal ini bentuk nitrogen yang dapat diserap tanaman yaitu ammonium ammonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semua perlakuan yang dilakukan memberikan hasil N-total dan tinggi tanaman yang berkorelasi positif dengan nilai keeratn sangat kuat, nilai r sebesar 0,581782 (Lampiran 10). Oleh karenanya dilakukan uji regresi linear (R^2) antara N-total dengan tinggi tanaman.



Gambar 4. Hubungan N-total dengan Tinggi Tanaman

Hubungan yang signifikan antara N-total dalam meningkatkan Tinggi tanaman dikarenakan r yang dihasilkan pada uji korelasi 0,58 lebih besar dari 0,266 (r tabel 5 %). Besarnya pengaruh N-total dalam meningkatkan N-total diketahui melalui uji regresi linear sederhana yang menunjukkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,58. Melalui nilai R^2 dapat diketahui 58 % peningkatan Tinggi tanaman dipengaruhi oleh N-total dan 42 % lainnya dipengaruhi oleh faktor lain.

Kandungan nitrogen dalam biochar akan membantu memacu pertumbuhan tanaman salah satunya ialah tinggi tanaman. Hal ini sesuai menurut Hardjowigeno (2015) bahwa perubahan-perubahan bentuk nitrogen dalam tanah dari bahan organik melalui beberapa tahapan yaitu asimilasi suatu pembentukan senyawa amino dari bahan organik oleh bermacam-macam mikroorganisme, kemudian amonifikasi yaitu pembentukan ammonium dari senyawa-senyawa amino oleh mikroorganisme, dari nitrifikasi yaitu perubahan dari ammonium menjadi nitrit.

Menurut Syarifuddin *et al.*, (2007) pemberian bahan organik akan meningkatkan ketersediaan N dalam tanah. Tanaman dapat tumbuh baik pada tanah dengan penambahan bahan organik sehingga mampu menyediakan unsur N dalam tanah. Unsur N terus-menerus diserap tanaman sampai mendekati matang.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah :

1. Pemberian biochar yang diperkaya ammonium sulfat memberikan hasil yang lebih tinggi dan mampu meningkatkan kemantapan agregat sebesar 56 %, pH, 14%, C-organik 24,8%, KTK 57% dan N-total 18%. dibandingkan dengan perlakuan biochar, NPK, pupuk kandang dan kontrol.
2. Pemberian biochar yang diperkaya ammonium sulfat memberikan hasil yang lebih tinggi dan mampu meningkatkan tinggi tanaman pada minggu ke dua sebesar 50 %, ke empat 20 %, ke enam 42%, ke delapan 46 % dan ke sepuluh 40 %. Peningkatan pada jumlah daun sebesar 37 % pada minggu ke dua, 22 % pada minggu ke empat, 44 % pada minggu ke enam, 35 % pada minggu ke delapan, dan 29 % pada minggu ke sepuluh.

5.2 Saran

Saran dari hasil penelitian ini adalah :

1. Pengujian lanjutan tentang biochar yang diperkaya ammonium sulfat untuk mengetahui apakah masih tersedia kandungan biochar didalam tanah.
2. Penelitian lanjutan tentang biochar yang diperkaya ammonium sulfat terhadap pertumbuhan tanaman jagung dengan penanaman lebih dari satu musim tanam.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A. dan S. Sutono. 2005. Teknologi Pengendalian Erosi Lahan Berlereng. Dalam Teknologi Pengelolaan Lahan Kering: Menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Arif. 2014. Pengaruh Umur *Transplanting* Benih dan Pemberian Berbagai Macam Pupuk Nitrogen terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays L. saccharata* Sturt.)
- Barnito, N. 2009. Budidaya Tanaman Jagung. Suka Abadi. Yogyakarta. 96 hlm.
- Boehm, H. P. 1994. *Some aspects of surface chemistry of carbon blacks and other carbons*. Carbon, 32; 759-770
- Busscher, W.J., Novak, J.M., Evans, D.E., Watts, D.W., Niandou, M.A.S and Ahmedna, M. 2010. *Influence of Pecan Biochar on Physical Properties of a Norfolk Loamy Sand*. Soil Science 175 : 10-14
- Chan, K.Y.L Van Zweiten: I. Meszaros; A. Downie and S. Joseph. 2007. *Using Poultry Litter Biochars As Soil Ammandements*. Australian Journal Of Soil Research, 2008, 46, 437-444.
- Darmayanti, A. D. 2017. Pengaruh Biochar Kotoran Ayam diperkaya Ammonium Sulfat ((NH₄)₂SO₄) terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Padi (*Oryza Sativa L.*) pada Berbagai Macam Tekstur Tanah. Skripsi. Minat Manajemen Sumberdaya Lahan. Program Studi Agroekoteknologi. Universitas Brawijaya. 66pp.
- DeLuca, T. H., M. D. MacKenzie and M. J. Gundale. 2009. *Biochar Effects on Soil Nutrient Transformation*. In Lehmann, J and S. Joseph, editor. Biochar for Enviromental Management: Science and Technology. Sterling, Va Earthscan, pp. 251 – 265
- Eira, A. A. 2016. Perbaikan Sifat Fisika-Kimia dengan Aplikasi Biochar Kulit kakao Pada Lahan Kering Masam di Lampung Timur. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Foth H. D. 1994. Dasar-dasar Ilmu Tanah, Edisi 6. Adisoemarto S. Jakarta: Erlangga. Terjemahan dari: Fundamental of Soil Science.
- 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
- Hanafiah, K. A. 2012. Dasar-dasar Ilmu Tanah. 5. Jakarta: Rajawali Press. 355pp.



Hardjowigeno, S. 2015. Ilmu Tanah. Jakarta: Akademika Pressindo Jakarta

Hasibuan, B. A. 2006. Ilmu Tanah. Universitas Sumatra Utara, Fakultas Pertanian. Medan

Ibrahim, H. M., M.I. al-Wabel., A.R.A. Usman., A. Al-Omran. 2013. *Effect of Conocarpus Biochar application on the hydraulic properties of a sandy loam soil*. Soil Sci. 178, 165-173

Imbufe, A. U., A.F. Patti, D. Burrow, A. Surapaneni, W.R. Jackson and A.D. Milner. 2005. *Effects of potassium humate on aggregate mantapity of two soils from Victoria Australia*, Geoderma, 125: 321-330

Islami, T. dan Utomo, 1995. Hubungan Air dan Tanaman. IKIP Semarang Press

Lau, A. C., D.N. Furlong, T.W. Healy, and F. Grieser. 1986. *The electrokinetic properties of carbon black and graphitized carbon black aqueous colloids*. Colloids and surfaces, 18; 93-104

Lehmann, J. 2007. *Bioenergy In The Black*. The Ecological Society of America.

Lehmann, J. and S. Joseph. 2009. *Biochar for environmental management*. Earthscan: 127-143. United Kingdom

Laird, D., Fleming, P., Wang, B., Horton, R., and Karlen, D. 2010. *Biochard impact on nutrient leaching from a Midwestern agricultural soil*. Geoderma 158: 436-442

Maas, A. 1997. Pengelolaan lahan gambut yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. *Alami* 2 (1) : 21-28

Muklis, 2017. Analisis Tanah dan Tanaman. Universitas Sumatra Utara Press, Medan

Murphy, K. L., J.M. Klopatek, C.C Klopatek. 1998. *The Effects of Litter Quality and Climate on Decomposition Along an Elevation Gradient*. Ecological Applications. 8, 1061-1071

Novriani. 2010. Alternatif Pengelolaan Unsur Hara P (Fosfor) Pada Budidaya Jagung. *Agronobis*. 2 (3): 42-49

Nurida, N. L. 2009. Efisikasi formula pembenah tanah biochar dalam berbagai bentuk (serbuk, granular dan pelet) dalam meningkatkan kualitas lahan kering masam terdegradasi. Bogor: Balai Penelitian Tanah.

Nurida, N. L., A. Dariah, dan A. Rachman. 2009. Kualitas Limbah Pertanian sebagai Bahan Baku Pembenah Tanah berupa Biochar untuk Rehabilitasi Lahan. Bogor.



Nurida, N. L., A. Dariah, dan Sutono. 2013. Biomas Limbah Pertanian In Situ Sebagai bahan Baku Biochar untuk Peningkatan Kualitas Tanah di lahan Kering Iklim Kering Nusa Tenggara Timur. Diterbitkan pada Prosiding Seminar Nasional Pertanian Ramah Lingkungan. Hal. 273-281. Penyunting: Sulaeman *et al.* Bogor, 29 Mei 2013. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. 2013.

Piccolo, A., G. Pietramellara and J.S.C. Mbagwu, 1997. *Use of humic substances as soil conditioners to increase aggregate mantapity*. Geoderma 75:267-277

Rondon, M. A., Lehman, J., Ramirez, J. and Hurtado, M. 2007. *Biological Nitrogen Fixation by common beans (Phaseolus vulgaris L.) increase with biochar additions*. Biology and Fertility of Soils 43: 6999-708

Rostaliana, P. Prawito, P., dan Turmudi, E., 2012. Pemanfaatan Biochar untuk Perbaikan Kualitas Tanah dengan Indikator Tanaman Jagung Hibrida dan Padi Gogo Pada Sistem Lahan Tebang dan Bakar. Naturalis-Jurnal penelitian Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Vol. 1 No. 3. Univ. Bengkulu.

Soemarno. 2013. Pengelolaan Tanah Berkelanjutan. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya

Solaiman, Z. M and H. M. Anawar. 2015. *Aplication of Biochars for Soil Constraints: Challenges and Solution*. Pedosphere, 25(5): 631- 638.

Subekti N.A, Syafruddin, Roy Efendi, dan Sri Sunarti. 2007. Morfologi Tanaman dan Fase Pertumbuhan Jagung. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros.

Sujarweni, Wiratna. 2015. SPSS Untuk Penelitian. Yogyakarta : Pustaka Baru Press

Sukartono dan utomo, W.H. 2012. Peranan Biochar Sebagai Pembenh Tanah Pada Pertanaman Jagung Di Tanah Lempung Berpasir (sandy loam) Semiarid Tropis Lombok Utara. Buana Sains vol.12 No 1 91-98,2012.

Steiner, C., Teixeira, W.G., Lehmann, J., NEhls, T., Macedo, J.L.V., Blum, W.E.H. and Zech, W. 2007. *Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil*. Plant and Soil 291:275-290

Stevenson, F. T., 2009. *Humus Chemistry*. John Wiley and Sons. New York.

Suryana, A., D.S. Darmajati, Subandi, K. Kariyasa, Zubachtirodin, dan S. Saenong, 2005. Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Jagung



Sutono dan Adimihardja, A. 1997. Pemanfaatan soil conditioner dalam upaya rehabilitasi lahan terdegradasi. Hlm. 107-122 Dalam Prosiding Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat. Makalah Review. Cisarua, Bogor 4-6 Maret 1997. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.

Syahrudin K, A. dan Nuraini. 1999. Pemberian Pupuk Kandang Memperbaiki Sifat Fisika dan Kimia Tanah. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Lokakarya Fungsional Non Peneliti 1999

Syarifrudin, Faesal dan M Akil. 2007. Pengelolaan Hara pada Tanaman Jagung. Penelitian Tanaman Serealia. Maros, Sulawesi Selatan. Balisereal.litbang.go.id

Syekhfani. 2013. *Fiksasi N2 Biologis (Biological N2 Fixation)* (online). Pada <http://syekhfanismd.lecture.ub.ac.id/2013/11/soil-fiksasi-n2-biologis>.

Theresia, S. 2015. Respon Tanaman Jagung Terhadap Aplikasi Biochar dan Pupuk Susulan N dan K Pada Tanah Terdegradasi. Fakultas Pertanian. Universitas Tribhuwana Tunggaladewi.

Toosi, A. T., Tim, J. Clough, Robert, R., Sherlock, Leo, M., Condron. 2012. *Biochar Adsorbed Ammonia Is Bioavailable*. Springer. Plant Soil 350 : 57-69

Utami, S. N. dan Handayani, S. 2009. Sifat kimia Entisol pada sistem pertanian organik. Ilmu Pertanian 10 (2), 63-69.

Wander, M. M., S.J. Traina, B.R. Stinner, and S.E. Peters. 1994. *Organic and conventional management effects on biologically active soil organic matter pools*. Soil. Sci. Soc. Am. J. 58:1130-1139

Warisno. 1998. Jagung Hibrida. Kanisius. Yogyakarta.

Warnock, D. D., J. Lehmann, T. W. Kuyper, and M. C. Rillig. 2007. *Mycorrhizal responses to biochar in soil – concepts and mechanisms*. J. Plant and Soil. 30 (1): 9-20

Widowati., Asnah., dan Sutoyo. 2012. Pengaruh Penggunaan Biochar Dan Pupuk Kalium Terhadap Pencucian Dan Serapan Kalium Pada Tanaman Jagung

Zinn Y. L., Lal, R. and Resck, D.V.S. 2005: *Changes in soil organic carbon stocks under agriculture in Brazil*. Soil and Tillage Research 84,28-40.

Zulkarnain, M; Prasetya, Budi; Soemarno. 2013. Pengaruh Kompos, Pupuk Kandang, dan Custom-Bio terhadap Sifat Tanah, Pertumbuhan dan Hasil Tebu (*Saccharum officinarum* L.) pada Entisol di Kebun Ngrangkah-Pawon, Kediri). Indonesia Green Teknologi Journal 2 (1) : 45-52