# PERBAIKAN RETENSI AIR *TYPIC KANHAPLUDULTS* TAMAN BOGO DAN PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) MELALUI PEMBERIAN *BIOCHAR* TEMPURUNG KELAPA SAWIT

**Oleh**

**RIA RIFKY ARDIYANI**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

**MINAT MANAJEMEN SUMBER DAYA LAHAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**JURUSAN TANAH**

**MALANG**

**2015**

# PERBAIKAN RETENSI AIR *TYPIC KANHAPLUDULTS* TAMAN BOGO DAN PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) MELALUI PEMBERIAN *BIOCHAR* TEMPURUNG KELAPA SAWIT

**Oleh**
**Ria Rifky Ardiyani**
**115040200111120**

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**
**FAKULTAS PERTANIAN**
**JURUSAN TANAH**
**MALANG**
**2015**

**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 pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Juni 2015

Ria Rifky Ardiyani

## LEMBAR PERSETUJUAN

| | | |
|---|---|---|
| Judul Skripsi | : | **Perbaikan Retensi Air *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit** |
| Nama Mahasiswa | : | **Ria Rifky Ardiyani** |
| NIM | : | 115040200111120 |
| Jurusan | : | Tanah |
| Program Studi | : | Agroekoteknologi |
| Laboratorium | : | Fisika Tanah |
| Menyetujui | : | Dosen Pembimbing |

Disetujui

| Pembimbing Utama, | Pembimbing Pendamping, |
|---|---|
| Dr. Ir. Sugeng Prijono, SU | Sutono, SP., M.Si |
| NIP 19580214 198503 1 003 | NIP 19540829 198101 1 001 |

Diketahui,
Ketua Jurusan Tanah

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS PERTANIAN JURUSAN TANAH

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

Tanggal Persetujuan : 05 JUN 2015

**LEMBAR PENGESAHAN**

Mengesahkan

**MAJELIS PENGUJI**

Penguji I

Dr. Ir. Sugeng Prijono, SU

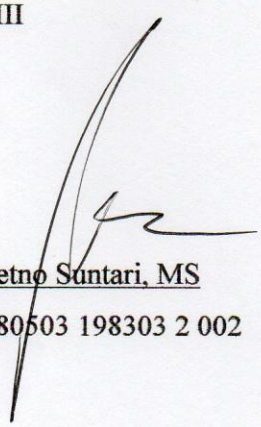
NIP 19580214 198503 1 003

Penguji II

Sutono, SP., M.Si

NIP 19540829 198101 1 001

Penguji III



Dr. Ir. Retno Suntari, MS

NIP 19580503 198303 2 002

Penguji IV

Kurniawan Sigit Wicaksono, SP., M.Sc

NIP 19781021 200502 1 010

Tanggal Lulus : 30 JUN 2015

*This Paper I dedicated for my beloved family,*

*My Dad Samsul Ma'arif, My Mom Badriyah,*

*My Brother Muhammad Syaifuddin Ardiansyah,*

*My Sister Rakhmawati Ardi Wahyuni*

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

# RINGKASAN

**Ria Rifky Ardiyani. 115040200111120. Perbaikan Retensi Air *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit. Dibimbing oleh Sugeng Prijono dan Sutono.**

Kemampuan tanah menahan air (retensi air) merupakan salah satu faktor fisika tanah yang mendukung pertumbuhan tanaman disamping sifat kimia dan biologi tanah. *Typic Kanhapludults* merupakan tanah dari ordo Ultisols yang memiliki kendala ketersediaan air karena rendahnya pori air tersedia dan kemampuan tanah memegang air sehingga kurang menunjang pertumbuhan tanaman. Pemberian pembenah tanah seperti *biochar* tempurung kelapa sawit dapat membantu meningkatkan retensi air serta ketersediaan hara dalam tanah untuk memperbaiki pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengkuantifikasi pengaruh pemberian *biochar* dosis tinggi terhadap retensi air dalam tanah, (2) memperbaiki beberapa sifat fisika dan kimia *Typic Kanhapludults*, dan (3) mengetahui potensi pemanfaatan *biochar* tempurung kelapa sawit terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman jagung pada *Typic Kanhapludults*.

Penelitian dilakukan di rumah kaca Balai Penelitian Tanah, dengan menggunakan rancangan yang diacak secara lengkap (RAL) dengan 4 ulangan pada unit indikator tanaman jagung hibrida varietas Pertiwi 3. Perlakuan terdiri dari pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit beberapa dosis, yaitu: T1 = kontrol (dosis 40 t $ha^{-1}$, berdasarkan Shalsabila (2014) bahwa pemberian *biochar* dosis 40 t $ha^{-1}$ adalah perlakuan terbaik pada *Typic Kanhapludults*), T2 = dosis 250 t $ha^{-1}$, T3 = dosis 375 t $ha^{-1}$, T4 = dosis 500 t $ha^{-1}$, dan T5 = dosis 625 t $ha^{-1}$. Variabel yang diamati meliputi: sifat fisika tanah (berat isi, berat jenis, retensi air, ruang pori total, distribusi pori, permeabilitas, dan tekstur) dan sifat kimia tanah (C-organik dan pH) yang dianalisis setelah percobaan (kecuali tekstur tanah ditetapkan sebelum percobaan); pertumbuhan tanaman jagung yang meliputi tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun (2, 4, 6, 9 MST), serta biomassa basah dan kering tanaman (9 MST).

Hasil penelitian menunjukkan pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit dosis tinggi mampu meningkatkan retensi air *Typic Kanhapludults* meskipun tidak nyata secara statistik. Perlakuan T5 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 625 t $ha^{-1}$) memiliki retensi air paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain, yaitu 20,39%. Aplikasi *biochar* tempurung kelapa sawit dosis lebih tinggi dibandingkan kontrol secara nyata dapat memperbaiki beberapa sifat fisika tanah seperti menurunkan berat isi dan berat jenis tanah, menurunkan pori drainase cepat, serta meningkatkan ruang pori total dan pori air tersedia. Namun tidak berpengaruh secara nyata terhadap permeabilitas dan pori drainase lambat. Sifat kimia tanah seperti C-organik tanah meningkat sangat nyata sedangkan derajat kemasaman tanah di akhir percobaan dapat meningkat dari kriteria sangat masam menjadi masam. Pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit meningkatkan tinggi tanaman, biomassa basah dan kering tanaman jagung pada perlakuan *biochar* dosis yang lebih tinggi dibandingkan kontrol. Sedangkan diameter batang dan jumlah daun per tanaman tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan dari semua perlakuan.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

## SUMMARY

**Ria Rifky Ardiyani. 115040200111120. Water Retention Improvement of *Typic Kanhapludults* Taman Bogo and The Growth of Maize (*Zea mays* L.) by Applicating Palm Oil Shell *Biochar*. Supervised by Sugeng Prijono and Sutono.**

Soil water holding capacity (water retention) is one of the factors of soil physics that support plant growth besides chemical and biological properties of soil. *Typic Kanhapludults* is a soil of order Ultisols that has water availability constraints due to the low of available soil water pore and soil water holding capasity so that less support the plant growth. By giving soil amendments like palm oil shell biochar can helps incresing water retention and available nutrients of soil to improve the plant growth. Purposes of this research were (1) to quantify the effect of biochar high doses to soil water retention, (2) to improve some of soil physics and soil chemistry, and (3) to analyze the potential utilization of palm oil shell biochar on vegetative growth of maize in *Typic Kanhapludults*.

The research was conducted in the glass house of Balai Penelitian Tanah, arranging in Fully Randomized Design with 4 replications in the indicator unit of hybrid maize Pertiwi 3 variety. The treatments used some doses of biochar, those were: T1 = control (dose of 40 t $ha^{-1}$, based on Shalsabila (2014) biochar application on dose of 40 t $ha^{-1}$ was the best treatment on *Typic Kanhapludults*), T2 = dose of 250 t $ha^{-1}$, T3 = dose of 375 t $h^{-1}$, T4 = dose of 500 t $ha^{-1}$, and T6 = dose of 625 t $ha^{-1}$. The observed variables include: soil physical properties (bulk density, particle density, water retention, porosity, pore distribution, saturated hydraulic conductivity, and texture) and soil chemical properties (C-organic and pH) were measured at the end of experiment (unless the soil texture determined before experiment); the growth of maize include plant height, stem girth and number of leaf (2, 4, 6, 9 WAP) and also fresh and dry weight of maize (9 WAP).

The results of this research showed that palm oil shell biochar application of high doses increased the soil water retention although statisticly not significant. T5 treatment had the highest water retention compared with other treatments, which was 20.39%. Application of high dose of palm oil shell biochar improved some of the soil physical properties significantly which decreased bulk density and particle density, decreased rapid drainage pore, also increased porosity and available water pore. But, did not significantly affect the saturated hydraulic conductivity and slow drainage pore. Soil chemical properties of soil organic carbon increased significantly while the soil acidity at the end of experiment increased from very acid to acid criteria. Aplication of palm oil shell biochar increased maize height, fresh and dry weight of maize on biochar higher dose treatment compared with control. While the stem girth and the number of leaves per plant did not indicate a significant effect from all treatments.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul "Perbaikan Retensi Air *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* tempurung kelapa sawit". Diajukan sebagai tugas akhir dalam rangka menyelesaikan studi di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Sugeng Prijono, SU., selaku pembimbing utama telah memberikan bimbingan dan masukan dalam penyusunan skripsi.
2. Sutono, SP., M.Si., selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama kegiatan penelitian di Balai Penelitian Tanah dan selama proses penyusunan skripsi.
3. Dr. Ir. Wiratno, M.Env. MGT., selaku Kepala Balai Penelitian Tanah yang telah memberikan izin dan fasilitas untuk pelaksanaan kegiatan penelitian.
4. Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU., selaku Ketua Jurusan Manajemen Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
5. Ibu, Ayah, Adik Udin, Adik Rakhma, dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan material maupun moral, do'a dan kasih sayangnya.
6. Muhammad Zarkoni Abdul Fattah yang terus mendukung dengan sabar, yang selalu memiliki alasan untuk memperbaiki kesalahan penulis, dan mengajarkan untuk terus berlajan ke depan.
7. Sahabat seperjuangan, Rizca dan Dewi, terimakasih atas bantuan, kerjasama dan keceriaannya selama kegiatan penelitian di Balai Penelitian Tanah.
8. Sahabat seumur hidup, Lita, Cepuk, Lindri, Riki, Mbak Umi, Hani, Pepi, Amel, Dyan, Bagus, Kiki, Yenny, Abida, Ina, Indah, Mbak Roi, Retno, Ajeng, Fi'liyah, Firman, Ninuk, Fisca, Nanik, Ayu, Wiwit, Rusyida, dan lain-lain.
9. Seluruh teman dari MSDL 2011, FP UB, serta semua pihak yang turut membantu dan memberi semangat dalam penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari sempurna sehingga kritik dan saran sangat diharapkan. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan berikutnya.

Malang, Juni 2015

Penulis

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pasuruan pada tanggal 19 Januari 1994 sebagai putri pertama dari tiga bersaudara dari Bapak Samsul Ma'arif dan Ibu Badriyah.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Lecari 01 Sukorejo, Pasuruan pada tahun 1999 sampai tahun 2005, kemudian penulis melanjutkan ke SMPN 2 Sukorejo pada tahun 2005 dan selesai pada tahun 2008. Pada tahun 2008 sampai tahun 2011 penulis melanjutkan sekolahnya di SMAN 1 Pandaan. Pada tahun 2011 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata 1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur, melalui jalur SNMPTN (Seleksi Nasional Mahasiswa Perguruan Tinggi Negeri). Selanjutnya penulis tercatat sebagai mahasiswa Jurusan Tanah pada tahun penjurusan 2013.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah aktif dalam beberapa kegiatan kepanitiaan. Diantaranya pada tahun 2011 di acara Pasca Rangkaian Orientasi Program Studi Agroekoteknologi 2011, pada tahun 2012 aktif dalam kepanitiaan PK2MU Universitas Brawijaya 2012 "Patriot Brawijaya", dan pada tahun 2013 aktif dalam serangkaian kepanitiaan CARNIVAL (*Creation, Agriculture Science, Sociality, and Art Festival*) of HIMADATA (Himpunan Mahasiswa Budidaya Pertanian). Penulis mengikuti magang kerja di Balai Penelitian Tanah (Balittanah), Bogor, pada tahun 2014.

# DAFTAR ISI

Halaman

**RINGKASAN** ..... **vii**
**SUMMARY** ..... **viii**
**KATA PENGANTAR** ..... **ix**
**RIWAYAT HIDUP** ..... **xi**
**DAFTAR ISI** ..... **xii**
**DAFTAR TABEL** ..... **xiv**
**DAFTAR GAMBAR** ..... **xvi**
**DAFTAR LAMPIRAN** ..... **xviii**
**I. PENDAHULUAN** ..... **1**
1.1. Latar Belakang ..... 1
1.2. Tujuan ..... 3
1.3. Hipotesis ..... 3
1.4. Manfaat ..... 4
**II. TINJAUAN PUSTAKA** ..... **6**
2.1. *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit ..... 6
2.2. Karakteristik *Typic Kanhapludults* ..... 8
2.3. Retensi Air Tanah ..... 10
2.4. Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) ..... 11
2.5. Pengaruh *Biochar* Terhadap Retensi Air ..... 12
2.6. Pengaruh Retensi Air Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung ..... 13
**III. METODE PENELITIAN** ..... **15**
3.1. Waktu dan Tempat ..... 15
3.2. Alat dan Bahan ..... 15
3.3. Metode Penelitian ..... 15
3.4. Tahapan Penelitian ..... 17
3.4.1. Persiapan contoh tanah dan *biochar* ..... 17
3.4.2. Persiapan media dan penanaman ..... 17
3.4.3. Pemupukan ..... 18
3.4.4. Pemeliharaan ..... 18
3.4.5. Pengamatan pertumbuhan tanaman ..... 18
3.4.6. Pemanenan ..... 19
3.4.7. Analisis laboratorium ..... 19
3.5. Analisis Data ..... 19
**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN** ..... **21**
4.1. Hasil Penelitian ..... 21
4.1.1. Kandungan C-organik tanah ..... 21
4.1.2. Berat isi tanah (*bulk density*) ..... 23
4.1.3. Berat jenis tanah (*particle density*) ..... 25
4.1.4. Retensi air tanah ..... 28
4.1.5. Ruang pori total ..... 30
4.1.6. Distribusi ruang pori ..... 32
4.1.7. Permeabilitas tanah ..... 39
4.1.8. Pertumbuhan tanaman jagung ..... 40
4.1.9. Produksi biomassa tanaman ..... 42
4.2. Pembahasan Umum ..... 45
4.2.1. Pengaruh C-organik terhadap retensi air ..... 47

4.2.2. Pengaruh C-organik terhadap pori air tersedia .....49
4.2.3. Pengaruh C-organik terhadap biomassa kering tanaman jagung.....51
4.2.4. Pengaruh retensi air terhadap biomassa kering tanaman jagung .....53
**V. KESIMPULAN DAN SARAN .....55**
5.1. Kesimpulan.....55
5.2. Saran.....55
**DAFTAR PUSTAKA.....57**
**LAMPIRAN.....63**

## DAFTAR TABEL


| Nomor | Judul | Halaman |
|---|---|---|
| 1 | Sifat Kimia *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit yang Digunakan | 7 |
| 2 | Sifat Fisika dan Sifat Kimia *Typic Kanhapludults* Kebun Percobaan Taman Bogo, Lampung | 9 |
| 3 | Alat dan Bahan Penelitian yang Digunakan | 16 |
| 4 | Parameter Pengamatan pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015 | 20 |
| 5 | Kandungan C-organik pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015 | 22 |
| 6 | Berat Isi Tanah pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015 | 24 |
| 7 | Berat Jenis Tanah pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015 | 26 |
| 8 | Ruang Pori Total pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015 | 31 |
| 9 | Pori Drainase Cepat pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015 | 33 |
| 10 | Pori Air Tersedia pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015 | 37 |

11 Rerata Tinggi Tanaman Jagung pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015.....41

12 Rerata Biomassa Tanaman Jagung pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015.....43

## DAFTAR GAMBAR

Nomor Halaman

Judul


1. Alur Pikir Penelitian.....5

2. Kandungan C-organik Tanah pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015.....23

3. Berat Isi Tanah pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015.....25

4. Berat Jenis Tanah pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015.....27

5. Retensi Air Tanah pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015.....29

6. Ruang Pori Total pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015.....31

7. Pori Drainase Cepat pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015.....34

8. Pori Drainase Lambat pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015.....36

9. Pori Air Tersedia pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015.....38

10. Permeabilitas Tanah pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015.....39

11. Berat Kering Tanaman pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015.....44

12. Pengaruh C-organik Terhadap Retensi Air pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015.....48

13. Pegaruh C-organik Terhadap Pori Air Tersedia pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015.....50

14. Pegaruh C-organik Terhadap Biomassa Kering Tanaman Jagung pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015.....52

15. Pegaruh Retensi Air Terhadap Biomassa Kering Tanaman Jagung pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015.....53

# DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Halaman

Judul

1. Perhitungan Kebutuhan *Biochar*, Pupuk dan Kebutuhan Air.....63
2. Denah Penelitian.....65
3. Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....66
4. Hasil Analisis Parameter Pendukung.....67
5. Kriteria Sifat Fisika Tanah.....68
6. Persyaratan Teknis Minimal Pembenah Tanah Organik.....69
7. Uji DMRT 5% yang Tidak Berbeda Nyata.....70
8. Hasil Uji Sidik Ragam Parameter Pengamatan.....72
9. Hasil Uji Sidik Ragam pada Uji Regresi.....76
10. Korelasi Parameter Pengamatan.....78
11. Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....79
12. Dokumentasi Tanaman Jagung.....81

# I. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Ultisols merupakan salah satu ordo tanah yang mempunyai sifat fisika tanah kurang baik dan mudah terdegradasi (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Ultisols sangat luas di Indonesia, yaitu sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia (Subagyo *et al*., 2004 *dalam* Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). *Typic Kanhapludults* merupakan sub grup tanah dari ordo Ultisols dalam sistem klasifikasi *Soil Taxononomy* USDA (*Soil Survey Staff*, 2003). Ultisols sebagian besar berkembang dari bahan induk tanah batuan sedimen masam. Tanah yang telah mengalami pelapukan lanjut sehingga mengandung bahan organik yang rendah dan strukturnya tidak begitu mantap yang mengakibatkan tanah ini peka terhadap erosi (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

*Typic Kanhapludults* memiliki potensi pertanian lahan kering untuk pengembangan tanaman pangan khususnya jagung (*Zea mays* L.). Lahan yang berpotensi untuk pengembangan jagung tersedia cukup luas terutama pada lahan kering seperti di Pulau Sumatera. Lampung merupakan daerah yang memiliki lahan kering cukup luas dan perlu dioptimalkan untuk meningkatkan pendapatan petani dan pendapatan asli daerah melalui pengembangan penanaman jagung, mengingat bahwa Lampung adalah daerah produsen jagung ketiga di Indonesia dengan luas panen 14,18 ribu hektar dan hasil panen sebesar 1,82 juta ton (Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung, 2014). Namun demikian, lahan kering yang tersebar di wilayah Lampung merupakan lahan kering terdegradasi dengan tingkat kemasaman yang tinggi. Degradasi lahan disebabkan adanya akumulasi liat pada horison bawah permukaan Ultisols sehingga daya serap air rendah dan meningkatkan aliran permukaan serta erosi (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

*Biochar* merupakan bahan pembenah tanah alternatif terbuat dari limbah pertanian yang mudah tersedia di lahan pertanian. Menurut Nurida dan Rachman (2012), *biochar* sulit didekomposisi atau resisten terhadap mikroorganisme yang menyebabkan proses dekomposisi berjalan lambat sehingga dapat bertahan lama di dalam tanah. Pemberian *biochar* ke dalam tanah terutama diarahkan untuk memperbaiki sifat-sifat fisika tanah seperti, bobot isi dan retensi air.

Tanah yang mudah mengalami erosi akan mengalami pemiskinan unsur hara (Kurnia *et al*., 2005 *dalam* Nurida *et al*., 2013a). Optimalisasi lahan kering yang terdegradasi dapat dilakukan dengan rehabilitasi lahan melalui pemberian *biochar*. *Biochar* dapat menyediakan sejumlah nutrisi bagi tanaman selain fungsi utamanya sebagai pembenah tanah dan meningkatkan sifat fisik serta biologi tanah. *Biochar* yang berasal dari cangkang kelapa sawit selain mengandung unsur hara makro yang baik juga memiliki kandungan C-organik sebesar 25,62% dengan kapasitas menahan air sebesar 25,30%, retensi air dari *biochar* lebih tinggi dibandingkan dengan kompos dan gambut yaitu, 9,70% dan 10,10% (Santi dan Goenadi, 2010).

Pemanfaatan *biochar* sebagai pembenah tanah telah lama dilakukan. Tanah "*Terra Preta*" (*dark earth*: tanah hitam) merupakan contoh tanah subur yang mengandung karbon sangat tinggi di dalamnya. Kelompok tanah ini banyak terdapat di Amazon Basin akibat proses perlakuan penduduk Amazon purba yang melakukan pembakaran arang di dalam tanah karena aktivitas perladangan berpindah (Sambroek *et al*., 2003). *Terra Preta* selain memiliki kandungan karbon yang sangat kaya juga memiliki unsur hara dan retensi air yang baik, sehingga tanah *Terra Preta* dapat menjadi media tumbuh yang sangat baik bagi tanaman jagung. Pembentukan tanah *Terra Preta* memerlukan waktu puluhan bahkan ratusan tahun (Internaional Biochar Initiative, 2010), pemberian *biochar* dosis tinggi dapat memanipulasi percepatan proses pembentukan tanah *Terra Preta* untuk kemudian dikaji pengaruhnya terhadap perbaikan retensi air dan pertumbuhan tanaman jagung.

Penggunaan *biochar* memiliki potensi yang besar di Indonesia, mengingat limbah pertanian sebagai bahan baku cukup tersedia. Salah satu limbah pertanian yang mudah diperoleh adalah tempurung kelapa sawit. Potensi tempurung kelapa sawit cukup menjanjikan jika dilihat dari luas areal tanam kelapa sawit yang mencapai 8,91 juta ha pada tahun 2011 dengan luas areal perkebunan rakyat 40,64% dari total luas perkebunan sawit di Indonesia (Vera *et al*., 2013). Proporsi tempurung dari satu buah kelapa berkisar 15-19%, dimana persentase *biochar* yang dihasilkan dari berat kering bahan mentah adalah 53,5% (lebih banyak dibandingkan sekam padi dan kakao yaitu, 30,4% dan 22,0%) (Nurida *et al*.,

2013a). Produktivitas kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2011 sebanyak 3.450 t $ha^{-1}$ (Vera *et al*., 2013), apabila dikonversi menjadi *biochar* maka hanya dihasilkan *biochar* sebanyak 350,69 kg $ha^{-1}$. Namun demikian, limbah kelapa sawit tetap dapat dimanfaatkan untuk perbaikan lahan secara optimal meskipun memerlukan waktu yang cukup lama untuk mendapatkan residu *biochar* hingga dosis yang sangat tinggi di dalam tanah. Dengan pemanfaatan *biochar* secara optimal untuk lahan kering masam, *biochar* dapat ditambahkan secara berangsur-angsur hingga mencapai dosis optimal agar dapat meningkatkan kualitas lahan dan bertahan lama di dalam tanah serta dapat berkontribusi mengurangi emisi karbon karena sifatnya yang sulit terdekomposisi (Nurida *et al*., 2013a).

Berdasarkan latar belakang tersebut, perlu dilakukan penelitian pemanfaatan *biochar* dengan dosis tinggi pada lahan kering masam *Typic Kanhapludults* Taman Bogo untuk mengetahui pengaruhnya terhadap sifat fisik tanah dan pertumbuhan tanaman jagung. Dengan demikian, informasi dari hasil penelitian tersebut dapat menjadi alternatif pilihan bagi petani di lahan kering masam.

## 1.2. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

1. Mengkuantifikasi pengaruh pemberian *biochar* dosis tinggi terhadap retensi air dalam tanah.
2. Memperbaiki beberapa sifat fisika dan kimia *Typic Kanhapludults*.
3. Mengetahui potensi pemanfaatan *biochar* tempurung kelapa sawit terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman jagung pada *Typic Kanhapludults*.

## 1.3. Hipotesis

Berdasarkan latar belakang dan tujuan, maka dapat ditarik hipotesis sebagai berikut:

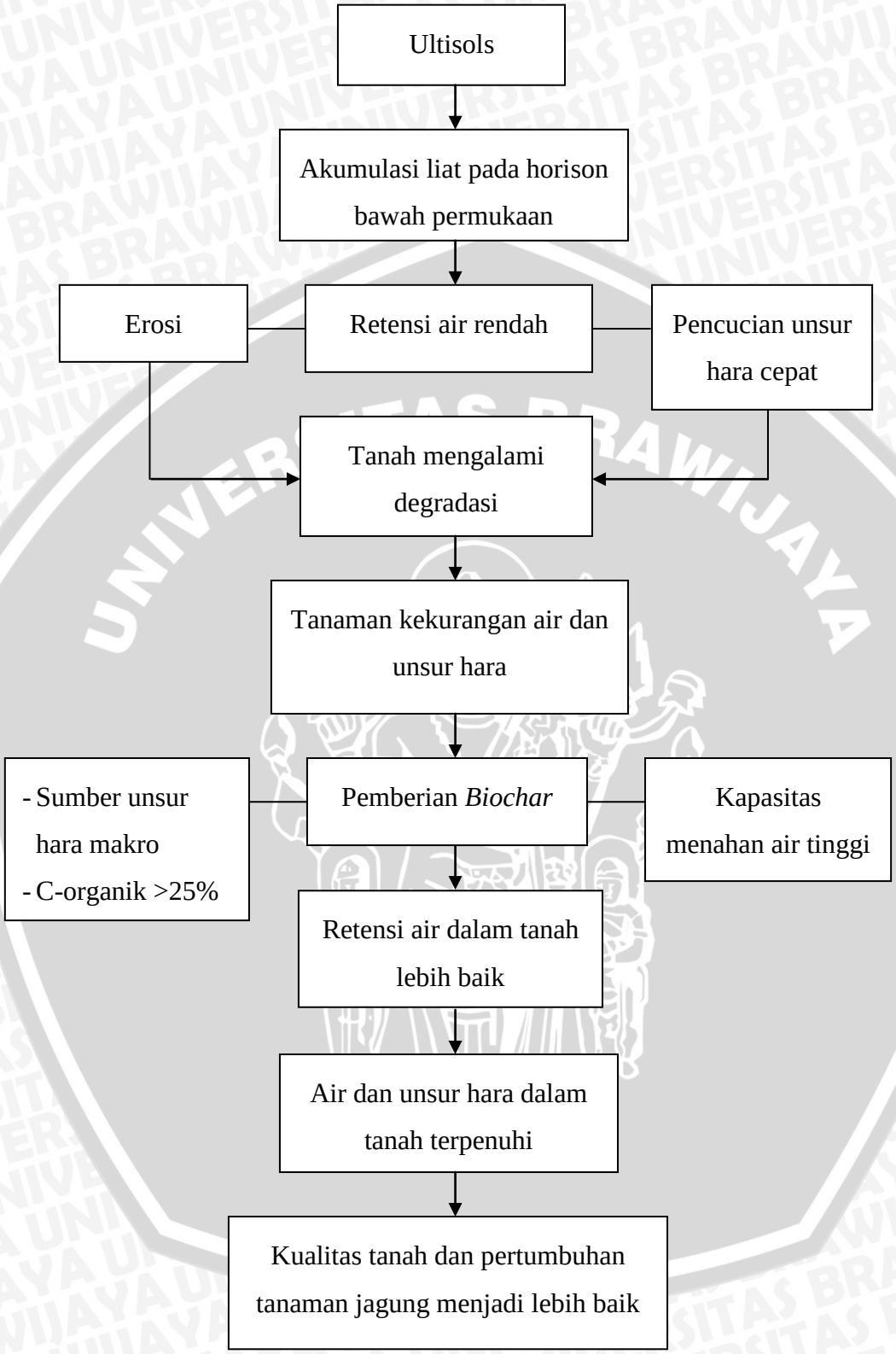
1. Pemberian *biochar* dosis tinggi mampu meningkatkan retensi air dalam tanah.
2. Beberapa sifat fisika dan kimia tanah dapat diperbaiki setelah aplikasi *biochar* tempurung kelapa sawit.

3. Pemanfaatan *biochar* dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman jagung pada *Typic Kanhapludults*.

### 1.4. Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang potensi pemanfaatan *biochar* di lahan kering masam.
2. Memberikan rekomendasi kepada petani untuk mengoptimalkan pemanfaatan lahan kering masam memalui aplikasi *biochar* untuk memperbaiki pertumbuhan tanaman khususnya pada tanaman jagung.




Gambar 1. Alur Pikir Penelitian

# II. TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1. *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit

*Biochar* tempurung kelapa sawit merupakan salah satu teknologi bahan pembenah tanah terbaik berdasarkan pengujian di laboratorium yang berupa bahan organik padat dan dihasilkan melalui proses pembakaran tidak sempurna tanpa oksigen (*pyrolysis*) selama 1 jam dengan kisaran suhu yang terkendali antara 250-350°C (rata-rata 300°C) (Nurida *et al*., 2013a). *Biochar* juga sering disebut sebagai arang hayati yang dapat mengatasi beberapa keterbatasan dalam pengelolaan karbon dan sebagai pembenah tanah alternatif (Gani, 2010; Nurida dan Rachman, 2012). Gani (2010) menyatakan bahwa *biochar* dapat menambah kelembaban dan kesuburan tanah melalui kandungan karbon organik di dalamnya yang dapat bertahan ribuan tahun di dalam tanah sehingga dapat berkontribusi dalam pengurangan emisi gas rumah kaca.

*Biochar* tempurung kelapa sawit merupakan substansi arang kayu yang berpori. *Biochar* ini dapat menyediakan habitat yang baik bagi mikroba di dalam tanah yaitu pada pori mikro, tapi tidak dikonsumsi seperti bahan organik lainnya. Keadaan dimana mikroba yang terkandung tidak mendekomposisi bahan organik yang ada menyebabkan *biochar* dapat bertahan sangat lama di dalam tanah. Meskipun demikian, *biochar* tidak mengganggu keseimbangan karbon-nitrogen dalam jangka panjang, sebaliknya bahwa *biochar* dapat berperan untuk menahan dan menjadikan air dan hara dalam tanah lebih tersedia bagi tanaman (Gani, 2010; Santi dan Goenadi, 2010).

Dalam bidang pertanian *biochar* memiliki potensi yang cukup besar untuk pemanfaatannya karena afinitasnya yang tinggi terhadap unsur hara dan persistensinya yang lama di dalam tanah. *Biochar* lebih persisten dalam tanah, sehingga semua manfaat yang berhubungan dengan retensi hara dan kesuburan tanah dapat berjalan lebih lama dibanding bahan organik lain yang biasa diberikan seperti salah satu contohnya pupuk kandang yang mudah terdekomposisi dan membusuk di dalam tanah. Persistensi yang lama menjadikan *biochar* pilihan utama sebagai sumber energi alternatif di samping dapat mengurangi dampak perubahan iklim. Pemanfaatan *biochar* akan jauh lebih besar apabila aplikasinya

dibenamkan ke dalam tanah sehingga dapat mewujudkan pertanian ramah lingkungan (Gani, 2010).

Formulasi *biochar* tempurung kelapa sawit 100% (tanpa campuran kompos pupuk kandang) memiliki kualitas yang cukup baik sebagai pembenah tanah apabila ditinjau dari sifat kimia *biochar* tersebut (Tabel 1). *Biochar* dengan campuran kompos pupuk kandang yang lebih banyak dibandingkan dengan proporsi *biochar* itu sendiri biasanya memiliki kandungan hara makro, asam humat dan asam fulvat yang lebih tinggi, artinya kompos berkontribusi lebih dalam pengkayaan hara makro dan asam organik (Nurida *et al*., 2013a). Namun, berbeda dengan *biochar* tempurung kelapa sawit yang merupakan sumber utama asam humat dan asam fulvat (asam organik) yang mencapai 1,08% dan 2,55% (Tabel 1), lebih tinggi dibandingkan dengan campuran *biochar* tempurung kelapa sawit dan pupuk kandang (25:75) dengan kandungan sam humat dan asam fulvat berturut-turut 0,33% dan 0,38% (Nurida *et al*., 2013a). Pengurangan proporsi *biochar* dalam formulasi dengan kompos pupuk kandang akan menyebabkan berkurangnya peran asam organik yang terkandung di dalam *biochar*. Menurut Atmojo (2005) asam organik hasil dekomposisi dapat berperan sebagai pengikat Al pada tanah mineral masam seperti Ultisols, fosfat yang berikatan dengan Al akan terlepas dan menjadi bentuk terlarut sehingga fosfat dapat tersedia bagi tanaman.

Tabel 1. Sifat Kimia *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit yang Digunakan (Nurida *et al*., 2013a)

| Parameter | Satuan | Nilai |
|---|---|---|
| N-total | % | 1,61 |
| $P_2O_5$ | % | 0,25 |
| $K_2O$ | % | 0,04 |
| CaO | % | 0,67 |
| MgO | % | 0,31 |
| C-organik | % | 18,78 |
| C/N | | 5 |
| Asam humat | % | 1,08 |
| Asam fulvat | % | 2,55 |
| Kadar air | % | 1,8 |
| pH $H_2O$ | | 8,2 |

Pemberian *biochar* ke dalam tanah dapat meningkatkan ketersediaan phospor, total N dan kapasitas tukar kation tanah (KTK) sehingga produksi pertanian turut meningkat (Gani, 2010; Sambroek *et al*., 2003). Peningkatan KTK juga disebabkan adanya peningkatan pH tanah, dan diiringi penurunan Al dapat tukar dan Fe terlarut (Major *et al*., 2010; Masulili *et al*., 2010; Siringoringo dan Siregar, 2011; Mariati, 2014) sehingga dapat meningkatkan produktivitas lahan kering masam seperti *Typic Kanhapludults*. Ketersediaan hara yang tinggi bagi tanaman merupakan hasil dari bertambahnya nutrisi secara langsung dari *biochar*. Ketersediaan hara berhubungan dengan stabilisasi C-organik yang lebih tinggi karena pembebasan hara yang lebih lambat dibanding pembenah tanah yang biasa digunakan. Peran *biochar* terhadap peningkatan produktivitas tanaman dipengaruhi oleh jumlah yang ditambahkan. Keunggulan lain dari *biochar* dibandingkan dengan arang yang telah diabukan yaitu memiliki unsur hara makro seperti nitrogen dan phospor (Tabel 1) yang dapat menunjang pertumbuhan tanaman.

*Biochar* tempurung kelapa sawit memiliki berat isi 0,68 g $cm^{-3}$, berat jenis 1,85 g $cm^{-3}$, ruang pori total 63,30%, dan kapasitas menahan air 25,30% (Santi dan Goenadi, 2010). Nilai berat isi yang kurang dari 1 g $cm^{-3}$ pada *biochar* dapat menurunkan berat isi pada tanah setelah diaplikasikan. Ruang pori total yang lebih dari 50% menandakan bahwa *biochar* tersebut bersifat porus. Penurunan berat isi tanah akan meningkatkan ruang pori total dalam tanah selain akibat penambahan runag pori dari *biochar* itu sendiri juga berasal dari proses agregasi yang menjadi lebih stabil. Pada saat yang sama retensi air dalam tanah akan meningkat (Masulili *et al*., 2010).

### 2.2. Karakteristik *Typic Kanhapludults*

Tanah jenis *Typic Kanhapludults* di Kebun Percobaan (KP) Taman Bogo, Lampung Timur, merupakan lahan kering masam (pH <5,5) yang memiliki banyak kendala dalam pemanfaatannya di bidang pertanian. Menurut Nurida dan Rachman (2012), kandungan Al dalam jenis tanah ini tergolong tinggi, fiksasi P tinggi, kandungan basa-basa dapat tukar dan KTK (kapasitas tukar kation) rendah, kandungan Fe dan Mn mendekati batas meracuni, dan miskin elemen biotik.

Kondisi tanah yang kaya akan Al menyebabkan perkembangan akar tanaman menjadi terbatas sehingga tanaman akan mengalami defisiensi unsur hara.

Tabel 2. Sifat Fisika dan Sifat Kimia *Typic Kanhapludults* KP Taman Bogo, Lampung

| **Sifat Fisika[1)]** | **0-10 cm** | **10-20 cm** | **Kriteria** | **Sifat Kimia[2)]** | **Nilai** | **Kriteria** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| BI (g $cm^{-3}$) | 1,3 | 1,4 | - | pH $H_2O$ | 4,17 | Sangat masam |
| Ruang pori total (% vol.) | 47,8 | 42,2 | - | C-organik (%) | 0,90 | Sangat rendah |
| Pori drainase cepat (% vol.) | 16,0*) | 12,2**) | *)Tinggi **)Sedang | N total (%) | 0,07 | Sangat rendah |
| Air tersedia (% vol.) | 6,6 | 7,1 | Rendah | $P_2O_5$ ekstrak 25% HCl (mg $100g^{-1}$) | 7,0 | Sangat rendah |
| Permeabilitas (cm $jam^{-1}$) | 5,47 | 2,60 | Sedang | $K_2O$ ekstrak 25% HCl (mg $100g^{-1}$) | 6,0 | Sangat rendah |
| | | | | KTK ($cmol_{(+)}$ $kg^{-1}$) | 4,98 | Sangat rendah |
| | | | | $Al_3^+$ ($cmol_{(+)}$ $kg^{-1}$) | 1,20 | |

Sumber: [1)]Nurida dan Rachman (2012), [2)]Nurida *et al*. (2013a)

Lahan kering masam pada umumnya berada pada daerah yang beriklim humid dengan suhu tinggi dan curah hujan tinggi (>2.000 mm $tahun^{-1}$) dengan bulan basah >6 bulan, sehingga mengalami pencucian yang sangat intensif yang menyebabkan kejenuhan basa pada tanah ini menjadi rendah serta mengakibatkan terjadinya erosi yang seringkali menjadi penyebab utama degradasi lahan kering masam (Kurnia *et al*., 2005 *dalam* Nurida dan Rachman, 2012). Pencucian basa yang berlangsung intensif menyebabkan kandungan hara pada lahan kering masam umumnya rendah, sedangkan kandungan bahan organik rendah karena proses dekomposisi berjalan cepat dan sebagian terbawa erosi. Pada lahan kering masam yang mempunyai horizon kandik, kesuburan alaminya hanya bergantung pada bahan organik di lapisan atas. Dominasi kaolinit pada tanah ini tidak memberi kontribusi pada kapasitas tukar kation tanah, sehingga kapasitas tukar kation hanya bergantung pada kandungan bahan organik dan fraksi liat. Oleh karena itu, peningkatan produktivitas pada lahan kering masam dapat dilakukan melalui perbaikan tanah (ameliorasi), pemupukan, dan pemberian bahan organik

(Prasetyo dan Suriadikarta, 2006) seperti halnya *biochar*. Karakterisirik tanah yang digunakan untuk percobaan dapat dilihat pada Tabel 2.

### 2.3. Retensi Air Tanah

Retensi air merupakan salah satu sifat fisik tanah yang diartikan kemampuan tanah dalam menyerap dan/atau menahan air di dalam pori-pori tanah, atau melepaskan air dari dalam pori-pori tanah. Keadaan ini sangat dipengaruhi oleh tekstur dan struktur tanah, pori-pori tanah meso dan mikro, drainase, iklim (suhu dan hujan) (Kurnia *et al*., 2006). Dengan demikian nilai retensi air menjadi salah satu parameter yang sangat penting untuk diketahui, mengingat penggunaan air di lapangan harus sesuai kapasitas lapang untuk menunjang pertumbuhan tanaman dan efisiensi penggunaan air irigasi dalam bidang pertanian.

Menurut Sudirman *et al.* (2006), retensi air biasanya tergantung pada susunan atau distribusi ukuran partikel tanah, dan pengaturan atau struktur partikel butiran tanah. Bahan organik maupun *biochar* dalam tanah juga mempengaruhi tingkat retensi air. Bahan organik dapat berpengaruh secara: (1) langsung pada fungsi retensi, karena secara alami bersifat hidropilik dan (2) tidak langsung, karena berfungsi dalam memperbaiki struktur tanah.

Retensi air tanah pada umumnya digambarkan dalam bentuk kurva, yang disebut kurva pF. Nilai pF adalah logaritma (log 10) dari tegangan air tanah yang dinyatakan dalam cm kolom air. Penetapan retensi air tanah di laboratorium dilakukan dengan cara memberikan tekanan dengan tinggi kolom air yang dinyatakan dalam cm. Tekanan yang diberikan biasanya terdiri dari 0,01 atm atau 10 cm tinggi kolom air (pF 1,0, titik jenuh); 0,1 atm atau 100 cm tinggi kolom air (pF 2,0, titik kapasitas lapang jika air tanah kurang dari 1 m); 0,33 atm atau 344 cm tinggi kolom air (pF 2,54, titik kapasitas lapang jika air tanah lebih dari 1 m); dan 15 atm atau 15.495 cm tinggi kolom air (pF 4,2, titik layu permanen) (Sudirman *et al.,* 2006).

Pori-pori tanah terdiri dari dua macam, yaitu pori berguna (berdiameter lebih dari 0,2 mikron) dan pori tidak berguna (berdiameter kurang dari 0,2 mikron). Air yang terdapat pada pori-pori tidak berguna tidak dapat diserap oleh

akar tanaman. Air tersebut hanya dapat dikeluarkan dengan tekanan hisap lebih dari 15 atm (pF 4,2) sedangkan daya hisap maksimum akar tanaman untuk mengambil air dari dalam tanah adalah 15 atm sehingga pada saat kondisi air di dalam tanah hanya terdapat air di dalam pori-pori berdiameter kurang dari 0,2 mikron, maka tanaman akan layu dan mati (Sudirman *et al*., 2006). Pori-pori berguna secara umum terdiri dari 3 bagian, antara lain:

a. Pori yang berdiameter 0,2 – 8,6 mikron, yaitu pori pemegang air (pF 4,2 – 2,54).
b. Pori yang berdiameter 8,6 – 28,8 mikron, yaitu pori drainase lambat (pF 2,54 – 2,0).
c. Pori yang berdiameter lebih dari 28,8 mikron, yaitu pori drainase cepat (pF 2,0).

### 2.4. Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)

Tanaman jagung dalam bahasa ilmiah disebut *Zea mays* yang merupakan jenis tanaman biji-bijian dari keluarga Graminaceae (rumput-rumputan). Jagung (*Zea mays*) sudah terkenal di seluruh dunia dan menurut sejarahnya tanaman jagung berasal dari Amerika. Di Indonesia jagung merupakan makanan pokok utama dengan kedudukan yang sangat penting setelah beras (Muhlisin *et al*., 2005).

Kondisi tanah yang gembur, drainase yang baik, kelembaban tanah yang cukup akan menunjang pertumbuhan tanaman jagung secara optimal. Tanaman ini akan layu apabila kelembaban tanah kurang dari 40% kapasitas lapang, atau ketika batangnya terendam air. Tanaman jagung merupakan tanaman yang cukup adaptif untuk ditanam pada berbagai macam areal dan agroekologi, dari dataran rendah sampai dataran tinggi, pada berbagai jenis tanah, berbagai tipe iklim, dan pada pola tanam yang bervariasi (Iriany *et al*., 2007). Pertumbuhan tanaman jagung akan optimal pada suhu antara 26-30°C dan pH tanah 5,7-6,8 (Subandi *et al*, 1988 *dalam* Iriany *et al*., 2007).

Lampung merupakan produsen jagung ketiga di Indonesia setelah Jawa Timur dan Jawa Tengah pada tahun 2005 (Kasryno *et al*., 2015). Produksi jagung di Provinsi Lampung pada tahun 2013 mencapai 1,76 juta ton dan mengalami

peningkatan produksi sebesar 3,37% pada tahun 2014 sehingga menjadi 1,82 juta ton berdasarkan Angaka Ramalan II. Peningkatan produksi dikarenakan kenaikan luas panen di tahun 2014 sebesar 4,09% dari tahun 2013, yaitu 14,18 ribu hektar (Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung, 2014). Direktur Jenderal Tanaman Pangan dalam Pertemuan Musyawarah Perencanaan Pembangunan Pertanian 2015 melaporkan bahwa sasaran produksi jagung pada tahun 2015-2019 di Provinsi Lampung adalah 1,95 juta ton di tahun 2015 hingga 2,14 juta ton di tahun 2019, dengan peningkatan 2-2,56% per tahun (Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, 2014). Hingga saat ini Lampung masih menduduki posisi ketiga penghasil jagung di Indonesia dengan sasaran produksi yang harapannya terus meningkat oleh pemerintah. Dalam hal ini diperlukan teknologi yang mendukung keberlanjutan produksi jagung di Provinsi Lampung. Pemberian pembenah tanah seperti *biochar* tempurung kelapa sawit dapat menjadi alternatif teknologi yang terbarukan.

### 2.5. Pengaruh *Biochar* Terhadap Retensi Air

*Biochar* tempurung kelapa sawit memiliki banyak ruang pori (63,30%), kadar air pada titik layu permanen yang rendah serta kapasitas air tersedianya tergolong tinggi, yaitu 25,30% (Santi dan Goenadi, 2010). *Biochar* yang demikian sesuai untuk digunakan sebagai habitat fungi dan mikroba tanah lainnya (Santi dan Goenadi, 2010; Aslam *et al*., 2014, Brewer *et al*., 2014). Dengan demikian *biochar* tempurung kelapa sawit akan meningkatkan mikroorganisme di dalam tanah. Lehmann *et al*. (2011) juga menyebutkan bahwa pemberian *biochar* ke dalam tanah dapat meningkatkan populasi miroorganisme dan aktivitas perakaran tanaman.

Dalam penelitian Santi dan Goenadi (2010) menyebutkan bahwa jumlah gugus karbon bermuatan negatif di dalam *biochar* tempurung kelapa sawit cukup tinggi, anion ini berfungsi mengikat kation dengan valensi tinggi seperti $Al^{3+}$ dan $Fe^{3+}$ pada lahan kering masam di KP Taman Bogo. Selain itu, *biochar* tempurung kelapa sawit juga merupakan sumber asam organik (Nurida *et al*., 2013a), yang dapat mengikat Al membentuk senyawa komplek sehingga terjadi pelepasan fosfat (tidak terlarut) yang berikatan Al dan Fe menjadi bentuk terlarut dan

akhirnya fosfat tersedia bagi tanaman (Atmojo, 2005). Melalui mekanisme tersebut hambatan pertumbuhan tanaman di tanah jenis *Typic Kanhapludults* dapat teratasi karena dapat meningkatkan aktivitas perakaran tanaman yang merupakan salah satu agen pengikat agregat.

Apabila ketiga agen pengikat agregat tanah meningkat, yaitu bahan organik tanah seperti halnya *biochar*, mikroorganisme tanah dan perakaran tanaman, maka agregat tanah menjadi stabil. Porositas dalam tanah akan meningkat akibat pengaruh mikroorganisme tanah dan aktivitas perakaran tanaman yang meningkat. Penambahan *biochar* juga dapat menurunkan nilai BI sehingga akan diikuti oleh peningkatan porositas tanah (Masulili, 2010; Githinji, 2014; Aslam *et al*., 2014). Semakin kecil nilai BI maka semakin tinggi porositas tanah. Pori drainase cepat (pori yang berdiameter >28,8 µ) akan menurun dengan adanya peningkatan agen pengikat agregat tanah yang menjadikan agregat tanah lebih mantap. Semakin rendah pori drainase cepat, semakin besar kapasitas menahan air (retensi air) dan kadar air tersedia dalam tanah (Santi dan Goenadi, 2010).

### 2.6. Pengaruh Retensi Air Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung

Air adalah salah satu faktor penting yang menunjang pertumbuhan tanaman dan menjadi faktor pembatas yang sangat penting untuk mendapatkan hasil panen jagung yang optimal. Tanaman jagung memerlukan air untuk memenuhi kebutuhan biologisnya, yaitu untuk memenuhi traspirasi dalam proses asimilasi untuk pembentukan karbohidrat serta pengangkutan hasil-hasil fotosintesis ke seluruh jaringan tanaman. Tingkat penggunaan air pada jagung tergolong sedang, dengan kisaran antara 400-500 mm (Rasyid *et al*., 2010).

Kegiatan budidaya jagung seringkali terkendala oleh ketersediaan air yang tidak mencukupi dalam jumlah maupun waktu. Lahan yang memiliki kapasitas menahan air rendah pada umumnya terjadi pada tanah yang memiliki BI tinggi. Rasyid *et al*. (2010) menjelaskan bahwa kondisi ini dapat menyebabkan aerasi udara dalam tanah terganggu dan pasokan oksigen dalam tanah tidak lancar akibat total ruang pori yang rendah sehingga perkembangan tanaman terkendala atau menjadi kerdil.

Upaya peningkatan produksi jagung telah lama dilakukan oleh petani dengan penambahan unsur hara makro dan mikro melalui pemupukan dan penambahan bahan organik ke dalam tanah yang dibutuhkan tanaman selama pertumbuhan dan perkembangannya. Namun, tidak sedikit lahan pertanian di Indonesia yang kekurangan bahan organik akibat penggunaan pupuk anorganik yang dijadikan prioritas oleh petani. Kondisi tanah yang kekurangan bahan organik akan mengakibatkan agregat tanah tidak stabil, bobot isi meningkat, ruang pori tanah menurun, serta permeabilitas dan kandungan air tanah menurun (Syam'un dan Ala, 2010). Penambahan *biochar* dapat berperan dalam meningkatkan retensi air dalam tanah sehingga dapat menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. *Biochar* dapat meningkatkan retensi air di dalam tanah melalui mekanisme menurunnya bobot isi tanah dan meningkatnya total porotitas tanah, perubahan distribusi ukuran agregat tanah, dan peningkatan kapasitas adsorpsi tanah (Masulili *et al*., 2010).

Beberapa penelitian melaporkan bahwa aplikasi *biochar* di lahan pertanian dapat meningkatkan retensi air dan produksi jagung di lahan. Cornelissen *et al*. (2013) menyatakan bahwa aplikasi *biochar* 4 t $ha^{-1}$ yang diiringi dengan konservasi lahan dapat meningkatkan produksi jagung hingga 30-40%. Penambahan *biochar* kulit kakao sebanyak 40 t $ha^{-1}$ pada penelitian Shalsabila (2014) menghasilkan produktivitas jagung hingga 3,95 t $ha^{-1}$. Hasil penelitian Major *et al*. (2010) menunjukkan tidak adanya peningkatan produksi jagung pada tahun pertama pemberian *biochar* pada lahan kering masam, namun produksi jagung meningkat hingga 140% setelah aplikasi *biochar* 20 t $ha^{-1}$ selama 3 tahun.

# III. METODE PENELITIAN

## 3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2014 sampai dengan Maret 2015, di rumah kaca Balai Penelitian Tanah yang terletak di Jalan Tentara Pelajar No.12, Bogor. Analisis fisika tanah dan pengolahan data dilaksanakan di laboratorium Fisika Tanah Balai Penelitian Tanah.

## 3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini terbagi dalam tahap persiapan contoh tanah, inkubasi, penanaman, pemupukan, pemeliharaan, pengamatan, pengambilan contoh tanah utuh, dan analisis laboratorium (Tabel 3).

## 3.3. Metode Penelitian

Percobaan dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 ulangan. Denah penempatan pot untuk tanaman maupun tanah dilakukan secara acak (Lampiran 3). Percobaan dilakukan pada unit indikator tanaman jagung hibrida varietas Pertiwi 3. Perlakuan terdiri dari:

1) T1 = kontrol (pemberian *biochar* dengan dosis 40 t $ha^{-1}$, berdasarkan Shalsabila (2014) bahwa pemberian *biochar* dosis 40 t $ha^{-1}$ adalah perlakuan terbaik pada *Typic Kanhapludults*)
2) T2 = pemberian *biochar* dengan dosis 250 t $ha^{-1}$
3) T3 = pemberian *biochar* dengan dosis 375 t $ha^{-1}$
4) T4 = pemberian *biochar* dengan dosis 500 t $ha^{-1}$
5) T5 = pemberian *biochar* dengan dosis 625 t $ha^{-1}$.

Peningkatan dosis *biochar* tempurung kelapa sawit yang sangat tinggi pada penelitian ini berujuan untuk mengkondisikan kandungan C-organik tanah yang ada pada tanah *Terra Preta*, sehingga dapat mendekati atau lebih banyak. Berdasarkan Moraes *et al*., 1995 (*dalam* Sambroek *et al*., 2003) yang mengemukakan bahwa kandungan C-organik tanah pada *Terra Preta* di hutan

Amazon mencapai 80 t C $ha^{-1}$ pada tanah berpasir, sehingga dosis *biochar* tempurung kelapa sawit yang diberikan pada penelitian ini memiliki sumbangan kandungan C-organik antara 46,95 (perlakuan T2) – 117,37 (perlakuan T5) t C $ha^{-1}$.

Tabel 3. Alat dan Bahan Penelitian yang Digunakan

| Jenis Kegiatan | Alat | Bahan |
|---|---|---|
| Persiapan Contoh Tanah | pot, kantong plastik bening ukuran besar | • Sub grup *Typic Kanhapludults* yang berasal dari KP Taman Bogo, Lampung, pada kedalaman 0-20cm<br>• *Biochar* yang terbuat dari tempurung kelapa sawit melalui proses pirolisis |
| Inkubasi | gelas ukur | • Air |
| Penanaman | Cetok | • Benih jagung hibrida varietas Pertiwi 3 |
| Pemupukan | Cetok | • Urea dosis 300 kg $ha^{-1}$<br>• SP36 dosis 200 kg $ha^{-1}$ |
| Pemeliharaan | Ember | • Air |
| Pengamatan | penggaris/meteran, jangka sorong | • Tanaman jagung |
| Pemanenan | kantong kertas coklat ukuran besar, gunting tanaman, cetok | • Tanaman jagung vase vegetatif |
| Pengambilan contoh tanah utuh | ring sampel beserta penutupnya, ring master, kayu penekan, kertas label, pisau, cetok, spidol, ember | • Sub grup *Typic Kanhapludults* setelah perlakuan |
| Analisis laboratorium<br>1. Retensi Air<br>2. BI<br>3. BJ<br>4. Permeabilitas<br>5. Tekstur<br>6. Kadar C-organik (pengabuan kering)<br>7. pH tanah | pisau, kayu penekan, talenan, cawan alumunium, cawan porselin, labu ukur, corong BJ, timbangan analitik, oven 105°C, Oven 550°C, saringan 2 mm, mortar dan alu, seperangkat alat *pressure plate apparatus*, seperangkat alat permeabilitas, ring penyambung, saringan permeabilitas, gelas ukur, corong tekstur, cawan tekstur, pengaduk (tekstur), pH meter | • Contoh tanah utuh<br>• Contoh tanah terganggu<br>• Air<br>• $H_2O_2$<br>• Natrium difosfat |

## 3.4. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian meliputi, persiapan contoh tanah dan *biochar*, persiapan media dan penanaman, pemupukan, pemeliharaan, pengamatan, pemanenan, dan analisis sifat fisik tanah di laboratorium. Tahap persiapan contoh tanah sampai dengan pengambilan contoh tanah utuh menggunakan ring dilakukan di rumah kaca Balai Penelitian Tanah, sedangkan analisis sifat fisik tanah dilakukan di laboratorium Fisika Tanah Balai Penelitian Tanah.

### 3.4.1. Persiapan contoh tanah dan *biochar*

Contoh tanah yang digunakan berasal dari Kebun Percobaan (KP) Taman Bogo, Lampung Timur, Provinsi Lampung, pada kedalaman 0-20 cm. *Biochar* yang digunakan berasal dari tempurung/cangkang kelapa sawit yang diproduksi melalui proses pirolisis (pembakaran yang meminimalkan oksigen) dengan menggunakan tabung pirolisis sederhana (volume 30-40 l) pada suhu rata-rata 300°C, waktu yang dibutuhkan untuk proses pirolisis *biochar* tempurung kelapa sawit adalah 1 jam (Nurida *et al*., 2013a). Sebelum contoh tanah dan *biochar* digunakan, tanah terlebih dahulu dikering udarakan selama 14 hari lalu ditumbuk dan diayak hingga lolos ayakan 2 mm. *Biochar* yang ada juga digiling hingga halus baru kemudian digunakan.

### 3.4.2. Persiapan media dan penanaman

Contoh tanah yang digunakan untuk percobaan adalah seberat 2 kg pot$^{-1}$. Sebelum contoh tanah ditimbang ke dalam pot, terlebih dahulu ditetapkan kadar air yang terkandung pada tanah sehingga bobot tanah yang ditimbang terhitung 2 kg ditambah persentase kadar air dari tanah tersebut. Pada persiapan bahan pembenah tanah *biochar* juga dilakukan penetapan kadar air terlebih dahulu sehingga bobot *biochar* per pot ditambah persentase kadar air yang terkandung dalam *biochar*. Setelah contoh tanah ditimbang ke dalam pot, *biochar* dicampurkan sesuai dengan dosis yang ditentukan dan diberi air sampai dengan kondisi kapasitas lapangan (Lampiran 1). Setelah itu tanah diinkubasi selama 1

minggu agar *biochar* tercampur dengan tanah. Selama inkubasi dilakukan pemberian air selama 2 hari sekali untuk menjaga kondisi air pada keadaan kapasitas lapangan.

Proses penanaman jagung dilakukan setelah inkubasi tanah selama satu minggu. Penanaman dilakukan untuk mengetahui respon tanaman jagung terhadap pemberian *biochar* dengan dosis berbeda ke dalam tanah. Penanaman dilakukan dengan memasukkan 2 biji benih jagung ke dalam media. Penjarangan dilakukan setelah 14 hari dengan menyisakan 1 tanaman yang memiliki pertumbuhan paling baik. Pada pengamatan 14 HST (hari setelah tanam) tanaman jagung yang telah tumbuh diseleksi dan biomassa tanaman yang tidak terpilih dikembalikan ke dalam tanah.

### 3.4.3. Pemupukan

Pemupukan merupakan prosedur penambahan unsur hara makro berupa unsur Nitrogen dari pupuk urea dan unsur Phospor dari pupuk SP36. Dosis yang diberikan pada semua perlakuan adalah 300 kg $ha^{-1}$ urea dan 200 kg $ha^{-1}$ SP36 (Nurida dan Rachman, 2012). Pemupukan dilakukan pada awal penanaman yang bertujuan untuk menunjang kebutuhan unsur hara tanaman jagung pada masa awal pertumbuhan vegetatif.

### 3.4.4. Pemeliharaan

Tanaman jagung disiram setiap hari untuk mempertahankan kondisi tanah tidak kering dan tidak terlalu lembab agar tanaman jagung dapat tumbuh secara optimal. Kebutuhan air kapasitas lapang pada *Typic Kanhapludults* Taman Bogo adalah sekitar 6,85% air tersedia, sehingga pemberian air berkisar 137 ml $pot^{-1}$ (Lampiran 1). Pengendalian gulma dan hama yang menyerang tanaman dilakukan secara manual setiap satu minggu.

### 3.4.5. Pengamatan pertumbuhan tanaman

Pengamatan yang dilakukan merupakan pengamatan pertumbuhan tanaman secara destruktif dan nondestruktif. Pengamatan nondestruktif yaitu

pengamatan terhadap tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter batang yang dilakukan pada 2 MST (minggu setelah tanam), 4 MST, 6 MST, dan 9 MST. Pengamatan destruktif dilakukan pada saat 9 MST dengan parameter pengamatan biomassa segar dan biomassa kering tanaman. Biomassa segar tanaman diukur dengan cara mnimbang batang dan daun setelah dipisahkan dari akarnya. Biomassa kering tanaman diukur dengan pengeringan bagian batang dan daun di dalam oven dengan suhu 60°C sampai beratnya konstan.

### 3.4.6. Pemanenan

Pemanenan dilakukan setelah 9 MST dengan pertimbangan bahwa tanaman jagung hanya sebagai indikator pemberian *biochar* pada batas pertumbuhan akhir vegetatif.

### 3.4.7. Analisis laboratorium

Sifat fisika tanah yang dianalisis di laboratorium Fisika Tanah, Balai Penelitian Tanah meliputi BI (berat isi/*bulk density*), BJ (berat jenis partikel/*particle density*), retensi air, distribusi pori di dalam tanah, dan permeabilitas tanah. Sifat kimia tanah yang dianalisis meliputi kadar C-organik dan pH tanah setelah perlakuan. (Tabel 4).

## 3.5. Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat kali ulangan karena hanya ada satu peubah bebas (*independent variable*) yang disebut perlakuan, sehingga tidak terdapat peubah lain selain perlakuan yang mempengaruhi respon hasil penelitian (*dependent variable*). Analisis data dilakukan dengan cara mengolah data-data yang diperoleh dari hasil sifat tanah dan tanaman dengan menggunakan Analsis Sidik Ragam (*Analysis of Variance*/ANOVA) melalui *software* SPSS 16,0. Apabila hasilnya berbeda nyata (P<0,05) dilakukan uji jarak berganda Duncan (DMRT=*Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf 5%. Pengaruh perlakuan dan keeratan

hubungannya terhadap sifat fisika dan kimia tanah dinilai dengan uji regresi dan korelasi.

Tabel 4. Parameter Pengamatan pada Percobaan pada Percobaan Perbaikan Retensi Air *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015

| Obyek | Variabel | Metode | Waktu Pengamatan |
|---|---|---|---|
| **Parameter Utama** | | | |
| Tanah | Berat Isi (g $cm^{-3}$) | Gravimetri | Setelah percobaan |
| | Berat Jenis (g $cm^{-3}$) | Piknometer | Setelah percobaan |
| | Retensi Air (% vol.) | *Pressure Plate Apparatus* | Setelah percobaan |
| | Ruang Pori Total (% vol.) | (1 – BI/BJ) x 100 | Setelah percobaan |
| | Distribusi Pori (% vol.)<br>- Pori Drainase Cepat (PDC)<br>- Pori Drainase Lambat (PDL)<br>- Pori Air Tersedia (PAT) | Gravimetri<br>- pF 1,0 – pF 2,0<br>- pF 2,0 – pF 2,54<br>- pF 2,54 – pF 4,2 | Setelah percobaan |
| | Permeabilitas | De Boodt | Setelah percobaan |
| | C-organik (%) | Pengabuan Kering (*Loss on Ignitions*, LOI) | Setelah percobaan |
| Tanaman | Tinggi Tanaman (cm) | Non destruktif (meteran) | 2, 4, 6, 9 MST |
| | Jumlah Daun (helai) | Non destruktif (meteran) | 2, 4, 6, 9 MST |
| | Diameter Batang (cm) | Destruktif (gravimetri) | 2, 4, 6, 9 MST |
| | Bobot Segar (g) | Destruktif (gravimetri) | 9 MST |
| | Bobot Kering (g) | Destruktif (gravimetri) | 9 MST |
| **Parameter Pendukung** | | | |
| Tanah | pH $H_2O$ | pH meter | Setelah percobaan |
| | Tekstur | Pipet | Sebelum percobaan |

# IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

## 4.1. Hasil Penelitian

Hasil penelitian Nurida dan Rachman (2012) menunjukkan bahwa sub grup *Typic Kanhapludults* memiliki pori air tersedia dengan kriteria rendah (<10) dan kandungan C-organik dengan kriteria sangat rendah (0,90%). Hal ini menunjukkan bahwa tanah tersebut mengalami kendala ketersediaan air untuk menunjang pertumbuhan tanaman. Pemberian pembenah tanah dapat membantu meningkatkan kemampuan tanah jenis *Typic Kanhapludults* dalam memegang air untuk menunjang pertumbuhan tanaman di atasnya salah satunya adalah dengan pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit.

### 4.1.1. Kandungan C-organik tanah

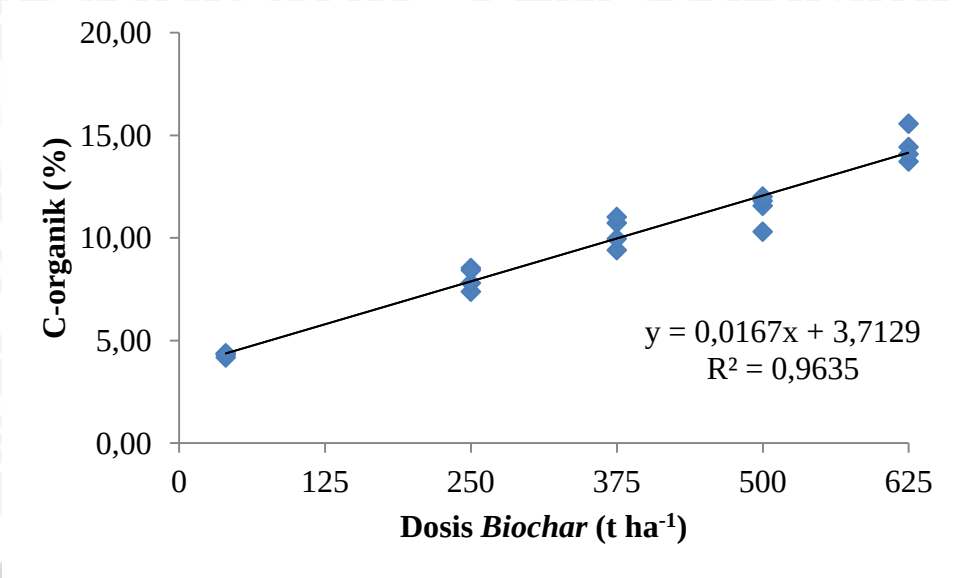
Aplikasi *biochar* tempurung kelapa sawit pada *Typic Kanhapludults* berpengaruh signifikan terhadap kandungan C-organik tanah (Tabel 5). Semakin tinggi dosis pemberian *biochar* maka semakin besar peningkatan kandungan C-organik dalam tanah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Shalsabila (2014), bahwa aplikasi *biochar* kulit kakao dapat meningkatkan kandungan C-organik dalam tanah dari 3,19% menjadi 4,09% dengan dosis 40 t $ha^{-1}$ pada *Typic Kanhapludults*. Pada perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t $ha^{-1}$) kadar C-organik tanah sebesar 4,03%, nilai tersebut yang paling rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Kadar C-organik paling tinggi terdapat pada perlakuan T5 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 625 t $ha^{-1}$) sebesar 14,45%. Perlakuan T2 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 250 t $ha^{-1}$) sebesar 8,03%, perlakuan T3 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 375 t $ha^{-1}$) sebesar 10,28%, dan perlakuan T4 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 500 t $ha^{-1}$) sebesar 11,42% (Tabel 5).

Tabel 5. Kandungan C-organik pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015

| Perlakuan | Bahan Organik | C-organik |
|---|---|---|
| | ----------% | ---------- |
| T1 = kontrol (pemberian *biochar* 40 t ha$^{-1}$) | 7,44 a | 4,03 a |
| T2 = pemberian *biochar*, 250 t ha$^{-1}$ | 13,89 b | 8,03 b |
| T3 = pemberian *biochar*, 375 t ha$^{-1}$ | 17,77 c | 10,28 c |
| T4 = pemberian *biochar*, 500 t ha$^{-1}$ | 19,75 d | 11,42 d |
| T5 = pemberian *biochar*, 625 t ha$^{-1}$ | 24,98 e | 14,45 e |

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%

Kandungan C-organik tanah merupakan sumber hara sekaligus penyimpan karbon (*carbon sink*) yang berperan penting dalam pemeliharaan kesuburan tanah (Bationo *et al*., 2006), yaitu kimia, fisika maupun biologi tanah (Chan, 2010). Peningkatan C-organik dalam tanah melalui pemberian *biochar* berpengaruh positif dengan produksi jagung pada *Typic Kanhapludults* (Nurida *et al*., 2013a; Shalsabila, 2014). *Biochar* tempurung kelapa sawit 100% (tanpa campuran kompos pupuk kandang) seperti yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kandungan C-organik sebesar 18,78%, lebih tinggi dibandingkan dengan dengan *biochar* sekam padi 100% dan *biochar* kulit kakao 100% yaitu 3,72% dan 4,21% (Nurida *et al*., 2013a). Kandungan C-organik yang tinggi pada *biochar* tempurung kelapa sawit membuat *biochar* tersebut mampu menyimpan karbon lebih lama selain dari sifatnya yang tidak mudah terdekomposisi. Apabila *biochar* dibenamkan di dalam tanah atau dicampurkan dengan tanah dapat mengurangi resiko terjadinya pencucian sehingga dapat memelihara kesuburan tanah lebih lama dan menjadi konservasi karbon organik dalam tanah.




Gambar 2. Kandungan C-organik Tanah pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015

Pengaruh pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit berbanding lurus dengan peningkatan kandungan C-organik dalam tanah. Keadaan ini sependapat dengan hasil penelitian Shalsabila (2014), bahwa semakin tinggi dosis *biochar* yang diberikan maka semakin tinggi kandungan C-organik dalam tanah. Pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit telah mampu memberikan pengaruh pada kadar C-organik dengan $R^2$ = 0,9635 (Gambar 2), nilai tersebut sudah termasuk dalam kriteria sangat kuat. *Typic Kanhapludults* memiliki kadar C-organik sangat rendah, yaitu 0,90 (Nurida dan Rachman, 2012). Namun, dengan kriteria kadar C-organik yang tinggi dalam tanah belum tentu dapat memperbaiki kesuburan tanah dalam waktu satu musim tanam, diperlukan aplikasi *biochar* dalam waktu yang lebih lama untuk mempertahankan kualitas fisika, kimia, dan biologi tanah (Nurida *et al*., 2013b).

### 4.1.2. Berat isi tanah (*bulk density*)

Hasil uji DMRT 5% menunjukkan bahwa pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit berpengaruh nyata terhadap berat isi tanah setelah perlakuan selama 10 minggu (Tabel 6). Hal ini sependapat dengan hasil penelitian Rostaliana *et al*. (2012) yang menyatakan bahwa pemanfaatan *biochar* memberikan pengaruh

nyata terhadap penurunan berat isi pada Inceptisols dari 1,0862 g $cm^{-3}$ menjadi 1,0003 g $cm^{-3}$. Masulili *et al*. (2010) juga menyebutkan bahwa pemberian *biochar* sekam padi dapat menurunkan berat isi tanah dari 1,24 g $cm^{-3}$ menjadi 1,17 g $cm^{-3}$ pada Oxisols. Pemberian *biochar* dapat menurunkan berat isi sekaligus meningkatkan porositas tanah (Masulili *et al*., 2010; Mukherjee dan Lal, 2013; de Melo Carvalho *et al*., 2014; Aslam *et al*., 2014; Githinji, 2014; Hardie *et al*., 2014).

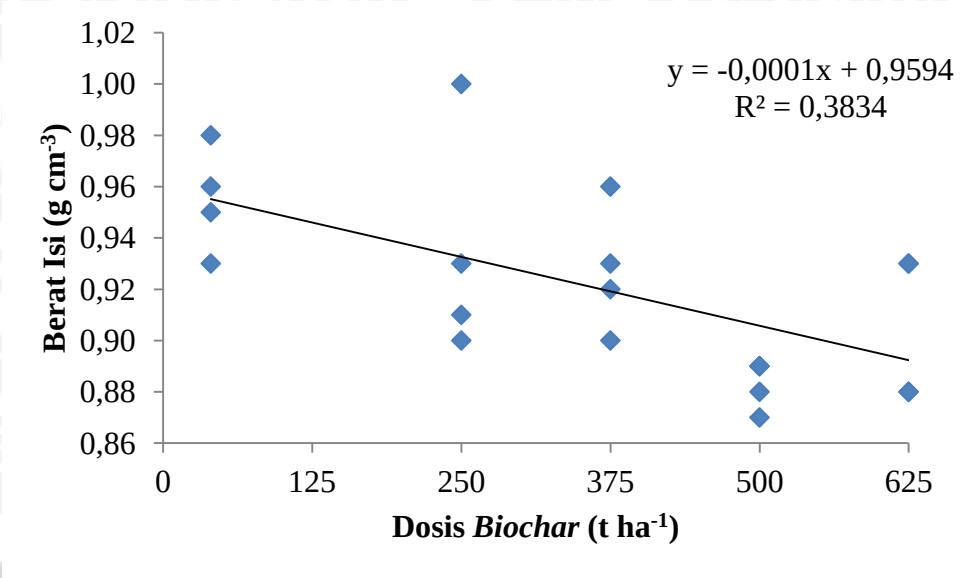
Berat isi pada perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t $ha^{-1}$) adalah yang paling tinggi dibanding perlakuan yang lain, yaitu 0,96 g $cm^{-3}$. Berat isi paling rendah terdapat pada perlakuan T4 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 500 t $ha^{-1}$), yaitu 0,88 g $cm^{-3}$. Perlakuan T2 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 250 t $ha^{-1}$) memiliki berat isi sebesar 0,94 g $cm^{-3}$, perlakuan T3 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 375 t $ha^{-1}$) senilai 0,93 g $cm^{-3}$ dan perlakuan T5 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 625 t $ha^{-1}$) sebesar 0,91 g $cm^{-3}$.

Tabel 6. Berat Isi Tanah pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015

| Perlakuan | BI (g $cm^{-3}$) |
|---|---|
| T1 = pontrol (pemberian *biochar* 40 t $ha^{-1}$) | 0,96 c |
| T2 = pemberian *biochar*, 250 t $ha^{-1}$ | 0,94 bc |
| T3 = pemberian *biochar*, 375 t $ha^{-1}$ | 0,93 bc |
| T4 = pemberian *biochar*, 500 t $ha^{-1}$ | 0,88 a |
| T5 = pemberian *biochar*, 625 t $ha^{-1}$ | 0,91 ab |

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%

Secara umum semakin tinggi dosis *biochar* tempurung kelapa sawit maka semakin rendah berat isi tanah (Tabel 6). Bahan organik seperti halnya *biochar* bersifat porus sehingga meningkatkan ruang pori di dalam tanah saat diberikan ke dalam tanah, hal ini menyebabkan berat isi tanah menurun. Hal ini sesuai dengan pernyataan Zulkarnain *et al*. (2013), berat isi tanah menurun dikarenakan oleh mekanisme bahan organik yang berperan sebagai perekat partikel tanah sehingga agregasi tanah menjadi lebih stabil, ruang pori meningkat dan berat isi menurun.




Gambar 3. Berat Isi Tanah pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015

Pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit memberikan pengaruh yang signifikan terhadap berat isi tanah, namun pengaruhnya rendah dengan $R^2$ = 0,3834 (Gambar 3). Bahan organik dalam *biochar* tempurung kelapa sawit menurunkan berat isi tanah hingga 0,88 g $cm^{-3}$ pada perlakuan T4 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 500 t $ha^{-1}$). Perlakuan T5 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 625 t $ha^{-1}$) tidak lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan T4 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 500 t $ha^{-1}$). Keadaan ini dapat disebabkan perbedaan fraksi tekstur tanah pada contoh tanah yang diamati. Hasil penelitian Chaudhari *et al*. (2013) menyatakan bahwa persentase fraksi pasir menentukan tinggi-rendahnya berat isi tanah. Persentase fraksi pasir mempunyai hubungan positif ($R^2$ = 0,9094) terhadap berat isi tanah (lapisan atas, 0-15 cm).

### 4.1.3. Berat jenis tanah (*particle density*)

Pemanfaatan *biochar* tempurung kelapa sawit sebagai pembenah tanah berpengaruh sangat nyata terhadap berat jenis *Typic Kanhapludults* berdasarkan hasil uji DMRT ($P < 0,01$) (Tabel 7). Semakin tinggi dosis *biochar* tempurung kelapa sawit yang diberikan ke dalam tanah maka semakin rendah berat jenis tanah. Pengaruh yang diberikan *biochar* tempurung kelapa sawit pada berat jenis *Typic Kanhapludults* sangat tinggi ($R^2$ = 0,8197) (Gambar 4). Hasil penelitian

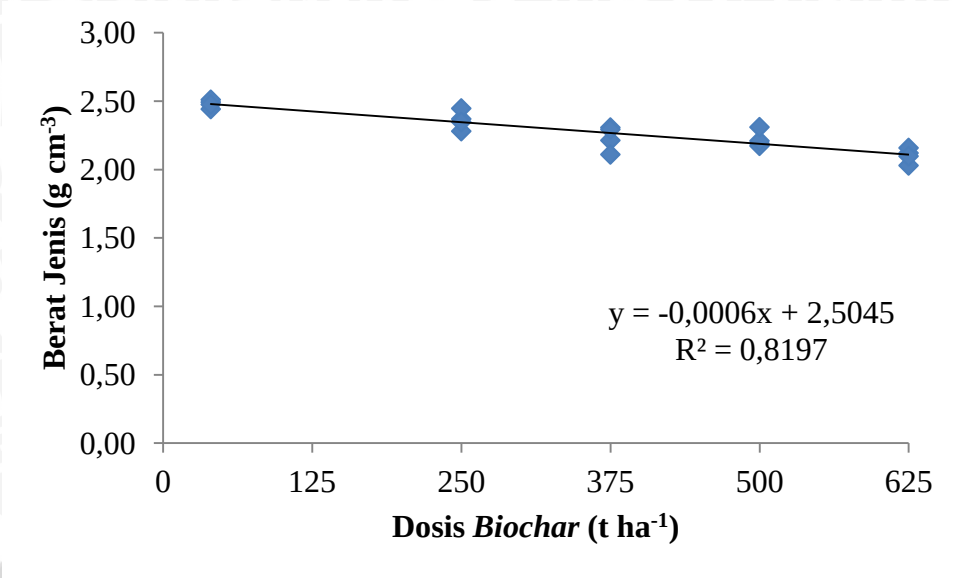
Githinji (2014) mendukung hasil penelitian ini, bahwa semakin tinggi dosis *biochar* yang diberikan ke dalam tanah maka berat jenis tanah akan semakin rendah, dengan nilai $R^2 = 0,915$.

Tabel 7. Berat Jenis Tanah pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015

| Perlakuan | BJ (g $cm^{-3}$) |
|---|---|
| T1 = kontrol (pemberian *biochar* 40 t $ha^{-1}$) | 2,48 d |
| T2 = pemberian *biochar*, 250 t $ha^{-1}$ | 2,36 c |
| T3 = pemberian *biochar*, 375 t $ha^{-1}$ | 2,23 b |
| T4 = pemberian *biochar*, 500 t $ha^{-1}$ | 2,22 b |
| T5 = pemberian *biochar*, 625 t $ha^{-1}$ | 2,10 a |

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%

Nilai berat jenis tertinggi setelah pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit selama 10 minggu terdapat pada perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t $ha^{-1}$), yaitu 2,48 g $cm^{-3}$. Pada perlakuan T2 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 250 t $ha^{-1}$) memiliki berat jenis sebesar 2,36 g $cm^{-3}$. Perlakuan T3 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 375 t $ha^{-1}$) dan T4 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 500 t $ha^{-1}$) memiliki nilai berat jenis yang hampir sama, yaitu 2,23 g $cm^{-3}$ dan 2,22 g $cm^{-3}$. Perlakuan T5 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 625 t $ha^{-1}$) merupakan perlakuan dengan berat jenis terendah, yaitu 2,10 g $cm^{-3}$.




Gambar 4. Berat Jenis Tanah pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015

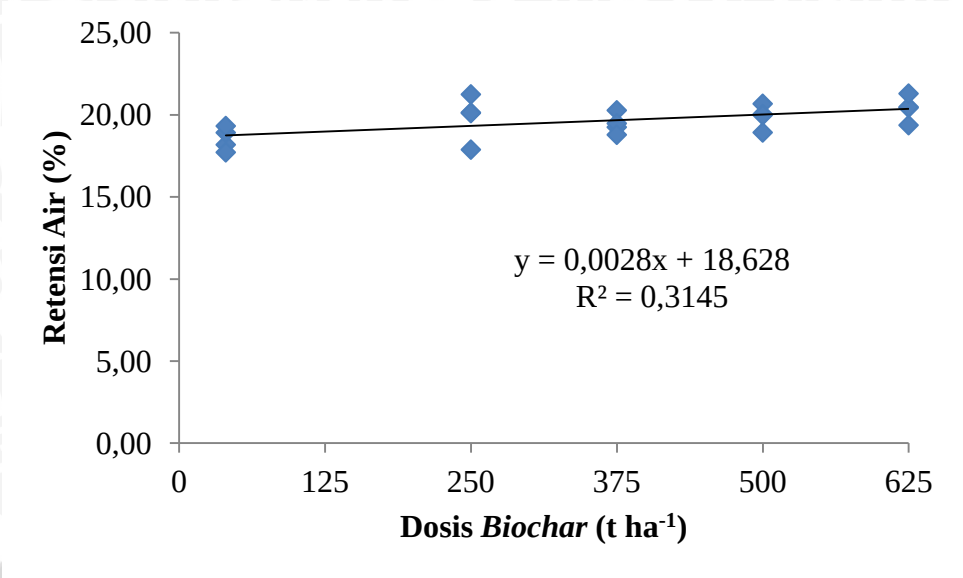
Menurut Agustina (2007) dan Zulkarnain *et al*. (2013), pemberian kompos tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap berat jenis tanah, karena berat jenis tanah tidak mudah berubah dalam jangka waktu yang agak lama, kondisi ini dikarenakan komposisi padatan yang relatif stabil. Namun, hal tersebut terbantah karena apabila *biochar* diberikan secara berlebihan, dan kandungan C-organik >10% menyebabkan berat jenis tanah menurun. Gambar 4, menunjukkan pada hasil penelitian ini perubahan berat jenis tanah menurun sangat signifikan dengan bertambahnya dosis *biochar* tempurung kelapa sawit yang diberikan ke dalam tanah, dengan nilai $R^2$ = 0,817 (Gambar 4). Hal ini disebabkan oleh adanya penambahan volume *biochar* yang tinggi dengan bobot yang rendah sehingga berat jenis dapat berubah sangat signifikan dalam jangka waktu yang tidak lama. Selain itu, berat jenis juga dipengaruhi oleh tekstur tanah (Agus dan Marwanto, 2006), penambahan *biochar* akan meningkatkan persentase fraksi debu pada tekstur tanah sehingga berat jenisnya dapat menurun. Keadaan ini juga membuktikan bahwa bahan organik dalam *biochar* yang diberikan ke dalam tanah lebih efektif menurunkan berat jenis tanah secara signifikan dibandingkan dengan pemberian bahan organik melalui kompos. Agus dan Marwanto (2006) menyatakan bahwa berat jenis partikel tanah sangat penting dalam pendugaan ruang pori total. Apabila berat jenis tanah tinggi maka ruang pori total rendah,

sebaliknya jika berat jenis rendah maka ruang pori total tinggi (Santi dan Goenadi, 2010).

### 4.1.4. Retensi air tanah

Retensi air tanah adalah kemampuan tanah untuk menyerap dan/atau menahan air di dalam pori-pori tanah, atau melepaskannya dari dalam pori-pori tanah (Kurnia *et al*., 2006). Pada Masduqi *et al*. (2012), kemampuan menahan air digambarkan melalui persentase kadar air volume tanah pada kapasitas lapang. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit ke dalam *Typic Kanhapludults* tidak berpengaruh nyata terhadap retensi air dalam tanah. Meskipun demikian semua perlakuan pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit mengalami peningkatan dalam meretensi air dibandingkan dengan perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t $ha^{-1}$) yang berlaku sebagai kontrol. Hal ini didukung dengan hasil penelitian Asai *et al*. (2009) melaporkan bahwa aplikasi *biochar* tidak hanya memperbaiki permeabilitas tanah tetapi juga meningkatkan kemampuan tanah meretensi air sehingga ketersediaan air untuk tanaman meningkat. Shalsabila (2014) menyatakan bahwa pemberian *biochar* kulit kakao dapat meningkatkan retensi air dalam tanah secara nyata dengan hasil retensi air optimal sebesar 32,96% pada dosis *biochar* 10 t $ha^{-1}$. Mukherjee dan Lal (2013) juga menyampaikan bahwa aplikasi *biochar* secara signifikan dapat memperbaiki kualitas sifat fisika tanah pada berat isi dan kemampuan tanah menahan air.

Aplikasi *biochar* tempurung kelapa sawit terhadap kemampuan meretensi air paling rendah terdapat pada perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t $ha^{-1}$), yaitu 18,53%. Perlakuan T2 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 250 t $ha^{-1}$), T3 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 375 t $ha^{-1}$) dan T4 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 500 t $ha^{-1}$) mendapat pengaruh yang relatif sama terhadap retensi air, berturut turut yaitu 19,84%, 19,44% dan 19,90%. Retensi air dalam tanah yang paling tinggi terdapat pada perlakuan dosis *biochar* paling banyak yaitu T5 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 625 t $ha^{-1}$) dengan nilai retensi air sebesar 20,39%.




Gambar 5. Retensi Air Tanah pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015

Tekstur tanah sangat mempengaruhi kemampuan tanah dalam meretensi air (Kurnia *et al*., 2006; Aslam *et al*., 2014). Kriteria tekstur *Typic Kanhapludults* dalam penelitian ini adalah liat berpasir (*sandy clay*) dengan persentase masing-masing fraksi yaitu liat 41%, debu 9% dan pasir 50%. Tanah tersebut didominasi oleh fraksi pasir sehingga memiliki ruang pori halus lebih sedikit, hal ini yang menyebabkan kemampuan menahan air lebih rendah (Masduqi *et al*., 2012). Pengaruh pemberian *biochar* terhadap retensi air tergolong rendah, dengan nilai $R^2$ = 0,3145. Tanah yang didominasi fraksi liat memiliki pori halus lebih banyak sehingga kemampuan menyimpan airnya lebih tinggi dibandingkan dengan tanah yang didominasi fraksi pasir, namun kemampuan meretensi air pada tanah yang didominasi fraksi liat belum optimal untuk tanaman karena air tertahan di dalam pori mikro. *Biochar* tempurung kelapa sawit merupakan bahan pembenah tanah yang memiliki ruang pori yang banyak, dimana ruang pori tersebut dapat mengikat air dan menahan air lebih lama sehingga kapasitas menahan air tanah berpasir ini meningkat. *Biochar* tempurung kelapa sawit merupakan bahan pembenah tanah yang dapat memperbaiki agregasi tanah sehingga menurunkan berat isi, pada saat yang sama akan meningkatkan ruang pori total di dalam tanah karena formasi pori tanah berubah akibat dari agregat tanah lebih stabil sehingga retensi air dalam tanah meningkat (Masulili *et al*., 2010; Nurida *et al*., 2013a;

Baiamonte *et al*., 2014). Dalam hasil penelitian magang kerja Ardiyani (2014) juga menyebutkan bahwa semakin banyak pemberian pembenah tanah (*biochar* maupun pupuk kandang) maka persentase retensi air akan semakin meningkat.

*Biochar* tempurung kelapa sawit memiliki kemampuan menyerap air yang tinggi hingga > 50% volume, namun tidak diimbangi dengan kemampuan menyimpannya karena cepat sekali kehilangan air (Sutono dan Nurida, 2012). Keadaan inilah yang menyebabkan retensi air dalam tanah tidak berpengaruh signifikan oleh pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit. Meskipun demikian, persentase retensi air dalam tanah relatif mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya dosis *biochar* yang diberikan. Hal ini menggambarkan bahwa pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit dapat dipergunakan sebagai alternatif pembenah tanah untuk memperbaiki retensi air tanah pada lahan kering masam seperti *Typic Kanhapludults*.

### 4.1.5. Ruang pori total

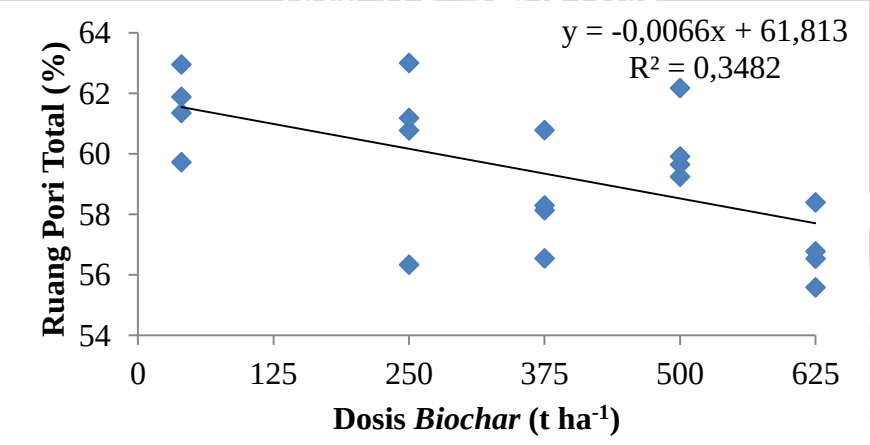
Ruang pori total (RPT) di dalam tanah menentukan retensi air dan ketersediaan air di dalam tanah untuk tanaman. Aplikasi *biochar* tempurung kelapa sawit memberikan pengaruh yang nyata terhadap ruang pori total *Typic Kanhapludults* berdasarkan hasil uji DMRT 5% (Tabel 8). Ruang pori total cenderung semakin kecil dengan pemberian dosis *biochar* tempurung kelapa sawit yang semakin tinggi, namun terjadi peningkatan ruang pori total pada semua perlakuan dibandingkan dengan tanah sebelum perlakuan. Menurut data Nurida dan Rachman (2012), *Typic Kanhapludults* pada KP Taman Bogo sebelum perlakuan memilki rerata ruang pori total sebesar 45% pada kedalaman tanah 0-20 cm. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Githinji (2014) bahwa aplikasi *biochar* dapat meningkatkan porositas tanah dengan nilai $R^2$ = 0,994. Ruang pori total meningkat akibat berat isi tanah menurun sebagai akibat dari penambahan *biochar* tempurung kelapa sawit yang memiliki berat isi kurang dari kurang dari 1 g $cm^{-3}$ (Santi dan Goenadi, 2010) ke dalam tanah. Berat isi tanah yang menurun diikuti dengan peningkatan porositas tanah juga disebutkan dalam hasil penelitian Masulili *et al*. (2010); Aslam *et al*. (2014); dan Githinji (2014).

Tabel 8. Ruang Pori Total pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015

| Perlakuan | Ruang Pori Total (%) |
|---|---|
| T1 = kontrol (pemberian *biochar* 40 t ha$^{-1}$) | 61,48 c |
| T2 = pemberian *biochar*, 250 t ha$^{-1}$ | 60,32 bc |
| T3 = pemberian *biochar*, 375 t ha$^{-1}$ | 58,44 ab |
| T4 = pemberian *biochar*, 500 t ha$^{-1}$ | 60,24 bc |
| T5 = pemberian *biochar*, 625 t ha$^{-1}$ | 56,82 a |

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%

Pemberian *biochar* pada perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t ha$^{-1}$) mempengaruhi ruang pori total hingga 61,48%. Pada perlakuan T2 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 250 t ha$^{-1}$) dan T4 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 500 t ha-1) memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata dengan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t ha$^{-1}$), dengan nilai RPT berturut-turut sebesar 60,32% dan 60,24%. Perlakuan T3 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 375 t ha$^{-1}$) dan T5 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 625 t ha$^{-1}$) berbeda nyata dengan perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t ha$^{-1}$), tetapi perlakuan T3 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 375 t ha$^{-1}$) tidak berbeda nyata dengan T2 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 250 t ha$^{-1}$) dan T4 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 500 t ha$^{-1}$). Perlakuan T5 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 625 t ha$^{-1}$) memiliki persentase ruang pori total paling rendah dibandingkan dengan semua perlakuan, yaitu 56,82%.




Gambar 6. Ruang Pori Total pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015

Perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t $ha^{-1}$) memiliki persentase RPT yang paling tinggi sedangkan persentase RPT pada T5 (dosis *biochar* 625 t $ha^{-1}$) adalah yang paling rendah (Gambar 6). Hal ini menunjukkan pengaruh *biochar* terhadap ruang pori total menjadi rendah, R2 = 0,3482 (Gambar 6). Keadaan ini dapat disebabkan oleh tingginya pori drainase cepat (PDC) pada perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t $ha^{-1}$) (Gambar 7). Apabila ruang pori total didominasi oleh pori drainase cepat, maka pori air tersedia di dalam tanah akan rendah karena banyak air yang hilang dalam permeabilitas tanah melalui pori makro/pori drainase cepat (Santi dan Goenadi, 2010). Pori drainase cepat yang tinggi kemungkinan besar disebabkan oleh agregat tanah pada perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t $ha^{-1}$) yang tidak lebih stabil dibandingkan perlakuan T5 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 625 t $ha^{-1}$). Dosis *biochar* pada T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t $ha^{-1}$) yang lebih rendah membuat aktivitas mikroorganisme dan perakaran tanaman di dalam tanah tidak lebih baik daripada dosis *biochar* yang diberikan pada T5 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 625 t $ha^{-1}$), sehingga agregat tanahnya tidak cukup stabil. Perakaran tanaman dapat digambarkan dengan penetrasi tanah, hasil penelitian Shalsabila (2014) menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis *biochar* yang diberikan ke dalam tanah maka penetrasi akar semakin meningkat.

### 4.1.6. Distribusi ruang pori

Ruang pori total adalah jumlah seluruh ruang pori yang terdapat di dalam suatu massa tanah (Sudirman *et al*., 2006). Perhitungan distribusi ruang pori penting diketahui untuk menentukan jumlah air yang akan diberikan pada proses irigasi sehingga tata air dan udara di dalam tanah sesuai untuk pertumbuhan tanaman. Distribusi ruang pori dibagi menjadi 3 (tiga) ukuran diantaranya, pori drainase cepat (PDC), pori drainase lambat (PDL) dan pori air tersedia (PAT).

Pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit pada *Typic Kanhapludults* dapat meningkatkan RPT dan PAT secara nyata. *Biochar* tempurung kelapa sawit tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap PDL, namun persentase pori cenderung meningkat dengan peningkatan pemberian dosis. Sebaliknya, PDC

semakin menurun dengan semakin tingginya dosis *biochar* tempurung kelapa sawit yang diberikan. Penambahan *biochar* tempurung kelapa sawit dapat menurunkan berat isi tanah, proses ini akan meningkatkan porositas total dan diikuti dengan agregasi tanah yang stabil. Masulili *et al*. (2010) menjelaskan apabila retensi air di dalam pori mikro relatif stabil maka proses ini akan meningkatkan ketersediaan air tanah.

**4.1.6.1. Pori drainase cepat**

Atmojo (2005) menyebutkan bahwa pori makro merupakan pori drainase cepat. Semakin tinggi persentase pori makro maka semakin rendah persentase pori air tersedia di dalam tanah. Aplikasi *biochar* tempurung kelapa sawit secara nyata menurunkan persentase pori drainase cepat berdasarkan hasil uji DMRT 5% (Tabel 9). Hal ini sependapat dengan hasil penelitian Nurida dan Rachman (2012) bahwa penambahan formula *biochar* tempurung kelapa sawit dengan pupuk kandang dapat menurunkan pori drainase cepat dari sekitar 14,1% menjadi 11,65%.

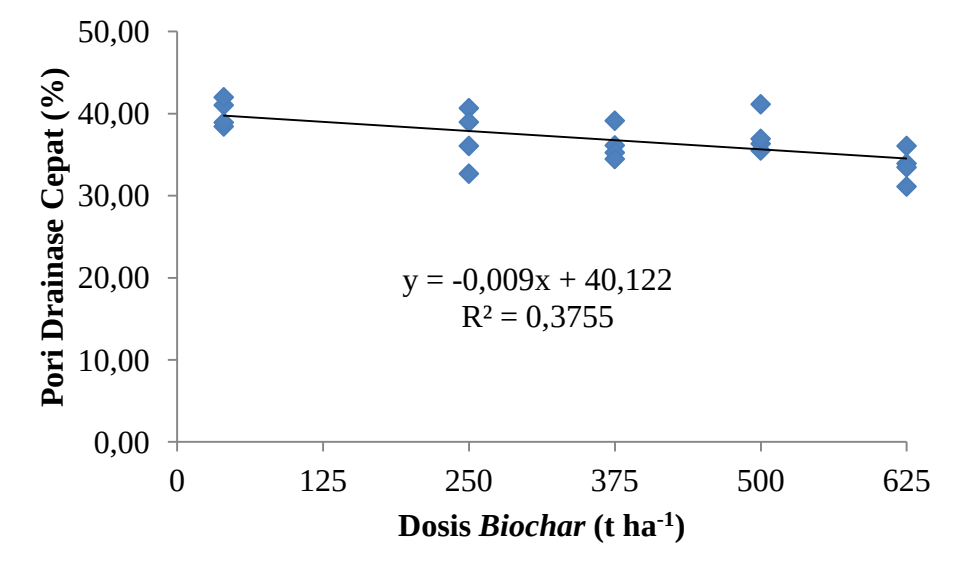
Persentase PDC pada perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t $ha^{-1}$) adalah yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain, yaitu 40,09%. Perlakuan T2 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 250 t $ha^{-1}$), T3 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 375 t $ha^{-1}$) dan T4 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 500 t $ha^{-1}$) memiliki persentase PDC yang relatif sama masing-masing yaitu 37,09%, 36,24% dan 37,48%. Perlakuan T5 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 625 t $ha^{-1}$) memiliki persentase PDC paling rendah, yaitu 33,64%.

Tabel 9. Pori Drainase Cepat pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015

| Perlakuan | Pori Drainase Cepat (%) |
|---|---|
| T1 = kontrol (pemberian *biochar* 40 t $ha^{-1}$) | 40,09 b |
| T2 = pemberian *biochar*, 250 t $ha^{-1}$ | 37,09 ab |
| T3 = pemberian *biochar*, 375 t $ha^{-1}$ | 36,24 ab |
| T4 = pemberian *biochar*, 500 t $ha^{-1}$ | 37,48 ab |
| T5 = pemberian *biochar*, 625 t $ha^{-1}$ | 33,64 a |

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%

Kriteria PDC pada semua perlakuan adalah tinggi (>15% volume) (Lampiran 5). Kondisi PDC yang tinggi kurang mendukung kualitas tanah dalam menunjang pertumbuhan tanaman. Persentase PDC dengan kriteria sedang berkisar 10-15% volume. Dalam penelitian ini pemberian *biochar* belum mampu merubah kriteria persentase PDC pada tanah dalam satu musim tanam. Namun demikian, semakin tinggi dosis *biochar* tempurung kelapa sawit yang diberikan maka persentase PDC semakin menurun sehingga besar kemungkinan persentase PDC dalam tanah akan semakin baik apabila *biochar* dibenamkan di dalam tanah dalam waktu yang lebih lama. Penurunan persentase PDC disebabkan *biochar* dapat menurunkan kekuatan tanah yang diukur sebagai resistensi penetrasi akar dalam tanah sehingga formasi pori dan agregat tanah berubah dan menurunkan nilai berat isi (Masulili *et al*., 2010). Proses ini mengurangi pori makro dan meningkatkan pori meso dan pori mikro, dan pada saat yang sama akan meningkatkan ketersediaan air di dalam tanah.



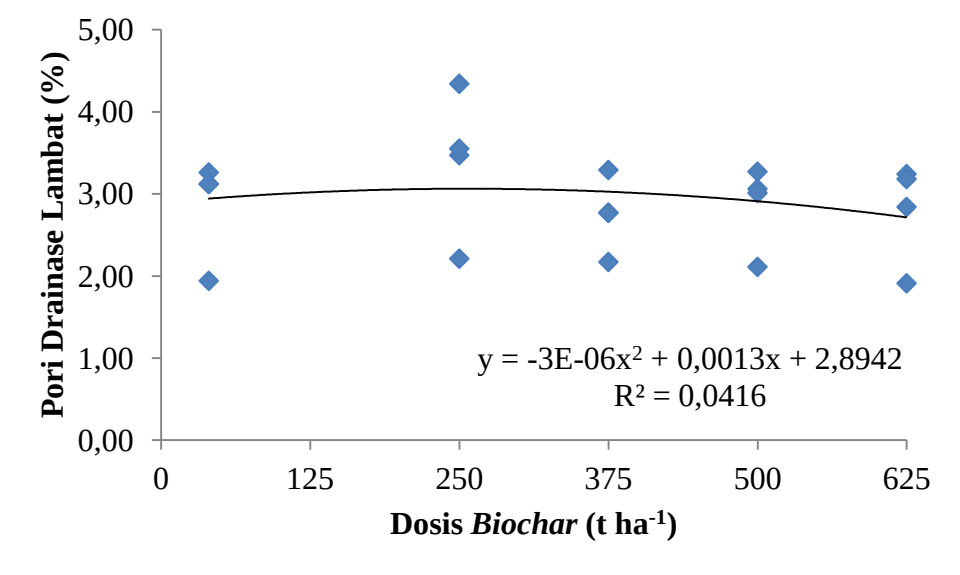

Gambar 7. Pori Drainase Cepat pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015

Tekstur tanah juga dapat berperan dalam distribusi pori. Tanah yang berpasir memiliki pori makro lebih banyak sehingga sulit untuk menahan air (Atmojo, 2005). *Typic Kanhapludults* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki tekstur tanah liat berpasir sehingga pori makro pada tanah tersebut lebih

banyak dibandingkan dengan pori meso dan mikronya. Hal inilah yang menyebabkan tingginya persentase PDC pada perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t $ha^{-1}$) (Gambar 7), fraksi pasir pada tanah tersebut cukup tinggi. Pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit kemungkinan besar dapat merubah susunan fraksi debu dan liat karena teksturnya yang sangat halus saat diaplikasikan pada tanah sehingga persentase fraksi pasir menurun. Penambahan *biochar* tempurung kelapa sawit pada tanah berpasir dapat meningkatkan pori mikro dan menurunkan pori makro.

**4.1.6.2. Pori drainase lambat**

Pori drainase lambat (PDL) adalah pori meso di dalam tanah (Atmojo, 2005). Persentase PDL mempengaruhi hilangnya air di dalam tanah namun secara lambat akibat pengaruh gaya gravitasi. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap persentase PDL. Persentase PDL pada semua perlakuan adalah di bawah 5%. Hasil penelitian Dariah dan Nurida (2012) juga menunjukkan bahwa pemberian pembenah tanah *biochar* dan penambahan mulsa pada tanah lahan kering musim kering dapat memperbaiki agregasi tanah hingga 70% namun belum mampu memperbaiki PDL, persentase PDL pada perlakuan pemberian pembenah tanah tidak lebih dari 5%. Meskipun demikian, persentase PDL optimal terdapat pada perlakuan T2 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 250 t $ha^{-1}$), yaitu 3,39%. Perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t $ha^{-1}$) dan T4 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 500 t $ha^{-1}$) memiliki persentase PDL yang sama, yaitu 2,86%. Perlakuan T3 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 375 t $ha^{-1}$) sebesar 2,75% dan perlakuan T5 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 625 t $ha^{-1}$) sebesar 2,79%.




Gambar 8. Pori Drainase Lambat pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015

Persentase PDL pada semua perlakuan (Gambar 8) termasuk ke dalam kriteria sangat rendah (<5) (Lampiran 5). Pori drainase lambat yang terlalu rendah kurang baik untuk pertumbuhan tanaman karena di dalam ruang pori ini air masih dapat ditahan, kriteria sedang untuk persentase PDL berkisar antara 10 dan 15 persen volume. Pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit belum mampu merubah kriteria persentase PDL menjadi lebih baik dalam satu musim tanam. Namun, apabila *biochar* tempurung kelapa sawit diberikan ke dalam tanah dalam waktu yang lebih lama kemungkinan besar akan meningkatkan PDL secara signifikan serta menyeimbangkan distribusi pori, mengingat persentase PDC menurun secara nyata pada perlakuan T5 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 625 t $ha^{-1}$) (Tabel 9).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa persentase PDL relatif konstan, peningkatan nilainya terjadi sangat lambat. Keadaan ini diduga akibat pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit memberikan pengaruh yang lebih baik pada pembentukan pori air tersedia (PAT), karena persentase PAT meningkat dengan bertambahnya dosis *biochar* tempurung kelapa sawit yang diberikan (Gambar 9). Pembentukan pori meso tidak terjadi secara signifikan, namun pembentukan pori mikro lebih signifikan. Hal ini dapat diduga bahwa semakin banyak masukan *biochar* pada tanah maka pori mikro lebih cepat terbentuk. Penelitian de Melo

Carvalho *et al*. (2014) menunjukkan bahwa aplikasi *biochar* dengan dosis 32 t ha$^{-1}$ memberikan ketersediaan air yang lebih tinggi dibandingkan dosis 8 t ha$^{-1}$ dan dosis 16 t ha$^{-1}$.

**4.1.6.3. Pori air tersedia**

Pori air tersedia (PAT) adalah persentase pori yang dapat menyediakan air yang dapat diserap oleh akar tanaman. Berdasarkan hasil uji DMRT 5% menunjukkan bahwa aplikasi *biochar* tempurung kelapa sawit memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap persentase PAT. Nilai persentase PAT meningkat seiring bertambahnya dosis *biochar* yang diberikan. Kondisi ini didukung hasil penelitian Masulili *et al*. (2010) bahwa pemberian *biochar* dapat meningkatkan porositas (dari sekitar 40% menjadi lebih dari 50%) dan pori air tersedia (dari 11,34% menjadi 15,47%) pada tanah masam. Githinji (2014) juga menyebutkan bahwa aplikasi *biochar* dapat meningkatkan pori air tersedia dari 3,90 hingga 14,00 persen volume. De Melo Carvalho *et al*. (2014) menyebutkan bahwa pemberian *biochar* dapat meningkatkan pori air tersedia hingga 35% dibandingkan dengan kontrol.

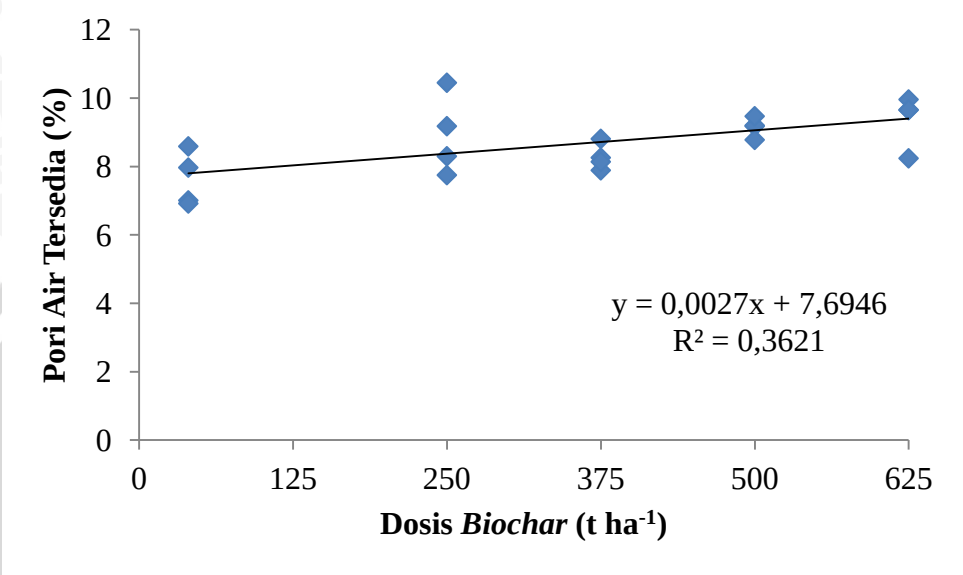
Tabel 10. Pori Air Tersedia pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015

| Perlakuan | Pori Air Tersedia (%) |
|---|---|
| T1 = kontrol (pemberian *biochar* 40 t ha$^{-1}$) | 7,62 a |
| T2 = pemberian *biochar*, 250 t ha$^{-1}$ | 8,92 b |
| T3 = pemberian *biochar*, 375 t ha$^{-1}$ | 8,28 ab |
| T4 = pemberian *biochar*, 500 t ha$^{-1}$ | 9,16 b |
| T5 = pemberian *biochar*, 625 t ha$^{-1}$ | 9,38 b |

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%

Persentase PAT terendah setelah aplikasi *biochar* tempurung kelapa sawit terdapat pada perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t ha$^{-1}$) (Tabel 10). Perlakuan T2 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 250 t ha$^{-1}$) meningkat secara signifikan dibandingkan dengan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t ha$^{-1}$), yaitu menjadi 8,92%. Perlakuan T3 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 375 t ha$^{-1}$) meningkat namun tidak signifikan jika

dibandingkan dengan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t ha$^{-1}$), yaitu 8,28%. Perlakuan T4 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 500 t ha$^{-1}$) dan T5 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 625 t ha$^{-1}$) secara nyata meningkat dibandingkan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t ha$^{-1}$), yaitu masing-masing 9,16% dan 9,38%.



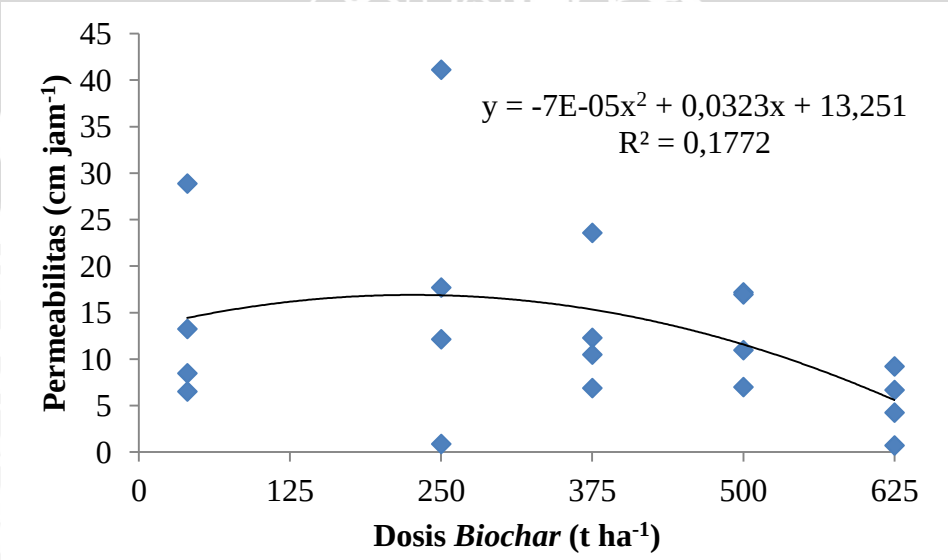

Gambar 9. Pori Air Tersedia pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015

Persentase PAT pada semua perlakuan meningkat dibandingkan dengan tanah yang tidak diaplikasikan *biochar* tempurung kelapa sawit, yaitu dari sekitar 6,85% (Nurida dan Rachman, 2012) menjadi 7,62 – 9,38% volume. Meskipun aplikasi *biochar* tempurung kelapa sawit memberikan pengaruh yang nyata dalam meningkatkan pori air tersedia di dalam tanah, namun kriteria PAT pada semua perlakuan masih tergolong rendah. Kriteria rendah untuk PAT adalah 5 – 10% volume (Lampiran 5), dan seluruh perlakuan setelah aplikasi *biochar* tempurung kelapa sawit berada pada kisaran <10% (Gambar 9). Kondisi ini menunjukkan bahwa pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit belum mampu memperbaiki ketersediaan air tanaman dalam satu musim tanam. Namun, apabila melihat peningkatan PAT hingga 11,24% pada perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t ha$^{-1}$) dan 36,93% pada perlakuan T5 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 625 t ha$^{-1}$) dibandingkan dengan tanah yang tidak diberikan pembenah tanah *biochar* tempurung kelapa sawit, maka aplikasi *biochar*

tempurung kelapa sawit kemungkinan besar akan memperbaiki ketersediaan air menjadi lebih baik jika dibenamkan lebih lama di dalam tanah. Nurida dan Rachman (2012) dan Nurida *et al*. (2013a) juga melaporkan hasil penelitiannya pada *Typic Kanhapludults* yang diberikan formula pembenah tanah *biochar* dan pupuk kandang berhasil meningkatkan PAT namun masih dalam kriteria rendah (<10%).

### 4.1.7. Permeabilitas tanah

Permeabilitas tanah yang baik mencirikan tanah dengan agregasi yang baik pula disamping juga memiliki infiltrasi dan ketersediaan air yang tinggi (Rachman dan Abdurachman, 2006). Permeabilitas tanah adalah kemampuan tanah untuk melewatkan air, dalam hal ini kadar air tanah sangat berpengaruh. Tanah dikatakan *permeable* apabila laju permeabilitasnya pada kriteria sedang, yaitu antara 2,00 – 6,25 cm $jam^{-1}$ (Dariah *et al*., 2006). Aplikasi *biochar* tempurung kelapa sawit tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap permeabilitas tanah pada *Typic Kanhapludults*. Keadaan ini didukung dengan hasil penelitian Nurida dan Rachman (2012), bahwa pemberian formula pembenah tanah *biochar* dan pupuk kandang tidak memberikan pengaruh yang nyata pada *Typic Kanhapludults* di kedalaman tanah 0-20 cm.




Gambar 10. Permeabilitas Tanah pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015

Perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t $ha^{-1}$), T2 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 250 t $ha^{-1}$), T3 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 375 t $ha^{-1}$), dan T4 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 500 t $ha^{-1}$) memiliki permeabilitas yang tergolong cepat (Lampiran 5), yaitu masing-masing 14,28 cm $jam^{-1}$, 17,96 cm $jam^{-1}$, 13,31 cm $jam^{-1}$, dan 13,03 cm $jam^{-1}$ (Gambar 10). Perlakuan T5 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 625 t $ha^{-1}$) memiliki permeabilitas dengan kriteria sedang (Lampiran 5), yaitu 5,22 cm $jam^{-1}$. Secara umum, laju permeabilitas tanah setelah aplikasi *biochar* tempurung kelapa sawit cenderung mengalami penurunan. Kondisi ini menunjukkan bahwa kemampuan *biochar* tempurung kelapa sawit dalam meningkatkan retensi air dapat diimbangi dengan penurunan permeabilitas tanah. Nurida dan Rachman (2012) menjelaskan bahwa aplikasi *biochar* dapat menurunkan permeabilitas akibat air tidak cepat hilang dari daerah perakaran sehingga retensi air juga meningkat.

### 4.1.8. Pertumbuhan tanaman jagung

Pengaruh penggunaan *biochar* tempurung kelapa sawit sebagai pembenah tanah terhadap pertumbuhan tanaman jagung pada *Typic Kanhapludults* disajikan pada Tabel 11. Pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit pada perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t $ha^{-1}$) menunjukkan tinggi tanaman yang lebih baik daripada perlakuan lainnya pada pengamatan 2 minggu setelah tanam (MST) dan berbeda nyata lebih baik pada pengamatan 4 MST. Hal ini disebabkan aplikasi dosis biochar 40 t $ha^{-1}$ lebih mudah mengalami keseimbangan dengan tanah dibandingkan dengan dosis biochar yang lebih tinggi sehingga lebih cepat merangsang pertumbuhan awal tanaman. Siringoringo dan Siregar (2011) melaporkan dalam hasil penelitiannya bahwa pemberian dosis *biochar* 5% lebih adaptif merangsang pertumbuhan awal tanaman *M. montana* dibandingkan dengan pemberian *biochar* dosis yang lebih tinggi (10% dan 15%). Pada pengamatan 6 MST pemberian *biochar* tidak menunjukkan pengaruh yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman jagung pada semua perlakuan. Namun pada pengamatan 9 MST, perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t $ha^{-1}$) nyata tidak lebih baik daripada perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t $ha^{-1}$) kurang

memberikan pengaruh yang baik pada pertumbuhan tanaman jagung. Kondisi ini diduga adanya perbaikan sifat fisika tanah menjadi lebih baik oleh penambahan *biochar* tempurung kelapa sawit dengan dosis yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t $ha^{-1}$).

Tabel 11. Rerata Tinggi Tanaman Jagung pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015

| Perlakuan | Rerata tinggi tanaman pada umur (cm) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2 MST | 4 MST | 6 MST | 9 MST |
| T1 | 43,65 | 74,90 b | 95,60 | 101,58 a |
| T2 | 37,80 | 73,35 b | 99,18 | 123,13 b |
| T3 | 35,40 | 66,83 ab | 101,33 | 120,93 b |
| T4 | 36,95 | 62,93 a | 93,75 | 115,50 b |
| T5 | 35,95 | 62,20 a | 99,18 | 114,23 b |

Keterangan: MST = minggu setelah tanam
Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%

Apabila dilihat pada Tabel 11, tinggi tanaman pada akhir pengamatan (9 MST), secara umum *biochar* tempurung kelapa sawit belum mampu memperbaiki sifat fisika tanah secara optimal untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung, karena tinggi tanaman jagung pada umumnya mencapai >150 cm pada umur 8 minggu (Nurida *et al*., 2013a; Dariah *et al*., 2012). Kondisi ini diduga karena pH tanah setelah pemberian *biochar* masih tergolong masam (Lampiran 4). Meskipun pH tanah meningkat dari 4,17 (sangat masam) menjadi antara 5,13-5,35 (masam) namun belum mampu mengoptimalkan pertumbuhan tanaman jagung. Kondisi ini menunjukkan bahwa pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit pada dosis yang lebih tinggi belum mampu memperbaiki sifat kimia *Typic Kanhapludults* dalam mengurangi tingginya kadar Al dapat tukar dan Fe terlarut dalam masa percobaan 10 minggu sehingga pertumbuhan tanaman masih terhambat, meskipun sifat fisika tanah cenderung mengalami perbaikan.

Pertumbuhan tanaman juga ditunjukkan oleh parameter diameter batang tanaman jagung (Lampiran 6). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam penambahan *biochar* tempurung kelapa sawit pada tanah tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada diameter batang tanaman jagung. Hal ini menunjukkan bahwa *biochar* tempurung kelapa sawit belum mampu memacu peningkatan diameter

batang pada tanaman jagung. Hasil penelitian Dariah *et al*. (2012) menyebutkan bahwa pemberian pembenah tanah *biochar* yang diperkaya dengan pupuk hayati pada tanah bertekstur liat tidak memberikan pengaruh terhadap diameter batang tanaman jagung.

Indikator pertumbuhan tanaman lainnya juga digambarkan pada jumlah daun tanaman jagung (Lampiran 6). Aplikasi *biochar* tempurung kelapa sawit tidak memberikan interaksi yang nyata terhadap jumlah daun tanaman jagung pada pengamatan 2 hingga 9 MST. Namun pada pengamatan 9 MST, jumlah daun pada perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t $ha^{-1}$) lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perbedaan yang tidak signifikan ini terjadi akibat serangan hama kutu daun (*Aphis maidis*) pada hampir setiap tanaman di setiap pot. Daun yang terserang *Aphis maidis* menunjukkan gejala warna daun menguning dan akhirnya mengering. Pabbage *et al*. (2007) menjelaskan bahwa daun berwarna kuning disebabkan *Aphis maidis* mengeluarkan embun jelaga berwarna hitam di permukaan daun sehingga menghalangi proses fotosistesis pada daun.

Penanaman jagung yang tidak serentak menjadi faktor penyebab serangan hama karena terdapat penelitian lain yang lebih dahulu menanam tanaman jagung di dalam rumah kaca yang sama. Menurut hasil penelitian Abukari (2013), pemberian *biochar* yang diformulasikan dengan pupuk N dapat meningkatkan tinggi tanaman dan diameter batang secara signifikan namun peningkatan jumlah daun pada tanaman jagung terjadi secara tidak signifikan. Artinya, pertumbuhan tanaman jagung pada indikator jumlah daun pada setiap tanaman relatif sama, pemberian *biochar* yang didampingi dengan penambahan pupuk anorganik tidak mempengaruhi jumlah daun setiap tanaman.

### 4.1.9. Produksi biomassa tanaman

Produksi tanaman jagung setelah umur 9 minggu (berat biomassa basah dan berat biomassa kering) pada *Typic Kanhapludults* sangat nyata meningkat dengan bertambahnya dosis *biochar* yang diberikan (Tabel 12). Berat basah tanaman jagung meningkat secara signifikan berdasarkan penambahan dosis *biochar* tempurung kelapa sawit. Berat kering tanaman jagung meningkat secara

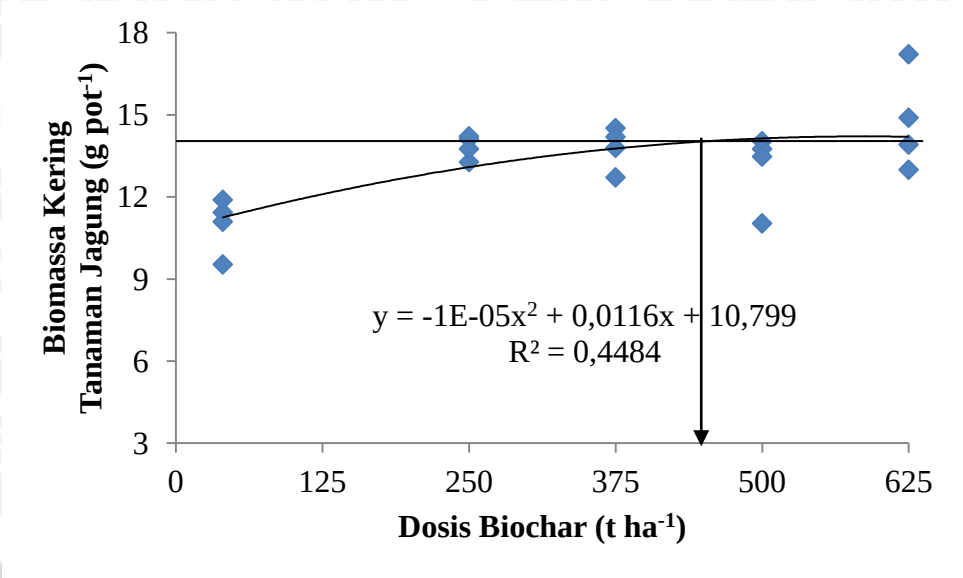
signifikan, dibandingkan dengan perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t $ha^{-1}$) sangat berbeda nyata dengan perlakuan dosis *biochar* tempurung kelapa sawit yang lebih tinggi. Kamara *et al*. (2014) melaporkan bahwa pemberian *biochar* yang berasal dari limbah tanaman jagung meningkatkan berat basah dan berat kering biomassa jagung pada umur 4 minggu. Hasil penelitian Matezo (2013) dan Abukari (2014) juga menunjukkan bahwa aplikasi *biochar* yang diformulasikan dengan pupuk anorganik dapat meningkatkan produksi biomassa tanaman jagung secara nyata.

Tabel 12. Rerata Biomassa Tanaman Jagung pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015

| Perlakuan | Rerata biomassa tanaman (g $pot^{-1}$) | |
|---|---|---|
| | Berat Basah | Berat Kering |
| T1 = kontrol (pemberian *biochar* 40 t $ha^{-1}$) | 35,84 a | 10,99 a |
| T2 = pemberian *biochar*, 250 t $ha^{-1}$ | 51,25 b | 13,84 b |
| T3 = pemberian *biochar*, 375 t $ha^{-1}$ | 53,90 b | 13,80 b |
| T4 = pemberian *biochar*, 500 t $ha^{-1}$ | 56,08 b | 13,07 b |
| T5 = pemberian *biochar*, 625 t $ha^{-1}$ | 63,86 c | 14,75 b |

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%

Hasil produksi berat biomassa kering tanaman jagung pada perlakuan T5 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 625 t $ha^{-1}$) memiliki hasil yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan yang lain, yaitu sebesar 14,75 g $pot^{-1}$ (Tabel 12). Perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t $ha^{-1}$) memiliki berat biomassa kering paling rendah di bandingkan perlakuan lainnya, yaitu 10,99 g $pot^{-1}$. Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa semakin banyak masukan *biochar* tempurung kelapa sawit maka biomassa kering tanaman jagung juga relatif semakin meningkat. Hal ini sependapat dengan hasil penelitian Kamara *et al*. (2014) bahwa semakin tinggi dosis *biochar* yang diberikan maka biomassa kering tanaman jagung semakin meningkat, pemberian *biochar* pada dosis 16,67 g $kg^{-1}$ tanah dapat meningkatkan biomassa kering tanaman jagung dari 0,14 g $pot^{-1}$ (kontrol) menjadi 1,08 g $pot^{-1}$ pada pengamatan 4 MST.




Gambar 11. Biomassa Kering Tanaman Jagung pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015

Perbaikan sifat fisika tanah melalui peningkatan retensi air tanah dan pori air tersedia ditunjukkan oleh peningkatan biomassa kering tanaman jagung secara signifikan pada perlakuan dosis lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol pada T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t $ha^{-1}$). Pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit juga memperbaiki sifat kimia tanah melalui peningkatan pH tanah dari sangat masam menjadi masam (Lampiran 4). Secara teoritis, peningkatan pH akan diikuti oleh peningkatan KTK dan penurunan Al dapat tukar dan Fe terlarut pada tanah masam (Major *et al*., 2010; Mariati, 2014; Masulili *et al*., 2010; Siringoringo dan Siregar, 2011), sehingga kesuburan tanah akan meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa *biochar* selain dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman juga dapat meningkatkan pH pada tanah masam.

Dalam hasil penelitian ini pemberian *biochar* pada dosis antara 425-500 t $ha^{-1}$ merupakan dosis optimum untuk meningkatkan biomassa kering tanaman jagung hingga > 14 g $pot^{-1}$ (Gambar 11). *Biochar* dengan jumlah tersebut dapat diberikan sekaligus atau secara berangsur-angsur setiap awal musim tanam sehingga nantinya kandungan *biochar* di dalam tanah mencapai dosis optimum. Penggunaan *biochar* murni tanpa tambahan bahan organik lain memberikan peluang untuk mempertahankan kesuburan tanah *Typic Kanhapludults*. Dengan demikian *biochar* tempurung kelapa sawit dapat dijadikan alternatif pembenah

tanah pada lahan kering masam seperti *Typic Kanhapludults* untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung. *Biochar* tempurung kelapa sawit dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung melalui perbaikan sifat fisika dan kimia tanah, dan memiliki pengaruh jangka panjang karena sifatnya yang tidak mudah terdekomposisi.

### 4.2. Pembahasan Umum

Menurut Nurida dan Rachman (2012), karakteristik kimia dari *Typic Kanhapludults* di KP Taman Bogo memiliki tingkat kemasaman tanah yang tergolong sangat masam (4,17) dan nilai KTK sangat rendah, oleh sebab itu kandungan unsur hara makro (N, P dan K) dan C-organik juga sangat rendah (Tabel 1). Santi dan Goenadi (2010) menambahkan bahwa kandungan Al dan Fe pada *Typic Kanhapludults* KP Taman Bogo termasuk kategori tinggi, yaitu Al 1,89% dan Fe 1,50%. Tinggi unsur Al dan Fe pada Ultisols ini dapat bersifat toksik dan menghambat pertumbuhan tanaman. Dengan demikian, pemberian pembenah tanah seperti *biochar* tempurung kelapa sawit dapat membantu meningkatkan kualitas sifat fisika dan kimia tanah untuk menunjang pertumbuhan tanaman.

Hasil analisis Nurida *et al*. (2013a) pada *biochar* tempurung kelapa sawit menunjukkan bahwa nilai pH termasuk basa (8,2), kandungan C-organik 18,78% dan lebih tinggi dibandingkan dengan *biochar* sekam padi dan *biochar* kulit kakao yang memiliki kandungan C-organik masing-masing 3,72% dan 4,21%, kandungan asam humat dan asam fulvat mencapai 1,08% dan 2,55% dibandingkan *biochar* sekam padi dan *biochar* kulit kakao tidak memiliki asam humat dan hanya mengandung asam fulvat < 0,1%. Setelah perlakuan dengan pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit pada *Typic Kanhapludults* selama 10 minggu pada percobaan rumah kaca, terjadi peningkatan sifat kimia tanah pada pH dan C-organik tanah. Mekanisme peningkatan sifat fisika tanah membutuhkan waktu yang lebih lama, namun pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit selama 10 minggu mampu menurunkan BI dan BJ, meningkatkan ruang pori total, menurunkan pori drainase cepat, dan pori air tersedia secara signifikan; tetapi idak

ada perbedaan yang signifikan pada peningkatan retensi air tanah, peningkatan pori drainase lambat dan penurunan permeabilitas tanah.

Peningkatan pH tanah di akhir percobaan belum mampu mengatasi tingginya kadar Al dan Fe pada *Typic Kanhapludults*, sehingga tanah masih bersifat toksik dan menghambat pertumbuhan tanaman. Pada hasil penelitian ini, pertumbuhan tanaman jagung berbeda secara nyata pada perlakuan dosis yang lebih tinggi dibandingkan kontrol. Kondisi ini dikarenakan perbaikan sifat fisika tanah melalui peningkatan retensi air dan air tersedia bagi tanaman yang diawali dengan perbaikan agregasi tanah karena penurunan BI dan aktivitas perakaran tanaman. Proses ini akan meningkatkan pertumbuhan tanaman yang tumbuh di atasnya. Namun, jika dibandingkan dengan pertumbuhan jagung secara umum hasil tersebut belum layak untuk produksi. Hal ini dikarenakan sifat asli dari *Typic Kanhapludults* yang kurang baik menyebabkan efektivitas pemberian *biochar* menjadi kurang. Sifat kimia tanah diindikasi dapat menjadi lebih baik dengan mengaplikasikan *biochar* dalam waktu yang lebih lama. Menurut Major *et al*. (2010), dalam hasil penelitiannya tentang pemberian *biochar* 20 t $ha^{-1}$ pada Oxisols selama 4 tahun tidak dapat meningkatkan hasil panen tanaman jagung secara signifikan pada tahun pertama, namun hasil panen dapat meningkat pada tahun ke-2, ke-3 dan ke-4 dengan peningkatan masing-masing hingga 28%, 30% dan 140% jika dibandingkan dengan lahan tanpa *biochar*. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian *biochar* pada tanah mineral masam memberikan perbaikan sifat kimia tanah yang lebih lama karena respon yang ditunjukkan tanaman jagung belum cukup baik pada musim tanam pertama.

Kandungan C-organik tanah mempengaruhi banyak karakteristik tanah termasuk retensi air dan aerasi tanah. Tingginya kandungan C-organik tanah secara tidak langsung akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman melalui perbaikan sifat fisika dan kimia tanah. Pemberian *biochar* tempurung kepala sawit secara nyata telah mempengaruhi peningkatan kandungan C-organik dengan nilai $R^2$ = 0,9635. Dengan demikian, peningkatan kandungan C-organik tanah oleh pemberian *biochar* kelapa sawit dapat meningkatkan retensi air dan pori air tersedia pada *Typic Kanhapludults*.

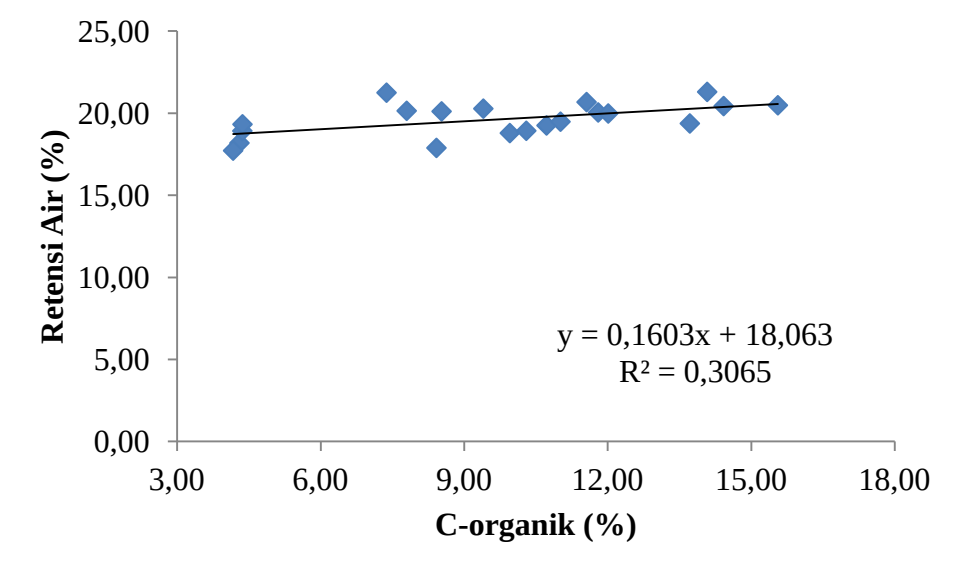
Persamaan regresi berganda yang didapatkan adalah y = 2,692 + 0,249 $x_1$ + 0,368 $x_2$ + 0,111 $x_3$, dimana y adalah produksi biomassa kering tanaman jagung, $x_1$ adalah C-organik, $x_2$ adalah retensi air tanah, dan $x_3$ adalah pori air tersedia. Berdasarkan persamaan tersebut C-organik, retensi air tanah, pori air tersedia memberikan pengaruh yang tinggi dengan nilai r = 0,724 dan $R^2$ = 0,524 artinya C-organik, retensi air tanah dan pori air tersedia memberikan pengaruh sebesar 52% terhadap tinggi rendahnya hasil biomassa kering tanaman jagung, sedangkan sisanya 48% merupakan pengaruh variabel lain yang tidak dimasukkan dalam model. Nilai signifikasi persamaan regresi tersebut 0,007 dengan taraf α = 5%, artinya C-organik, retensi air dan pori air tersedia memiliki hubungan linear dengan produksi biomassa kering tanaman jagung. Namun, dari ketiga variabel bebas yang dimasukkan dalam model, C-organik merupakan variabel yang paling signifikan mempengaruhi taksiran hasil biomassa kering tanaman jagung (P < 0,05), sedangkan retensi air dan pori air tersedia tidak mempengaruhi secara signifikan (Lampiran 9).

### 4.2.1. Pengaruh C-organik terhadap retensi air

Penambahan *biochar* tempurung kelapa sawit secara signifikan meningkatkan kandungan C-organik di dalam tanah. Kandungan C-organik yang tinggi akan menurunkan berat isi tanah, penurunan berat isi tanah akan menigkatkan aktivitas perakaran tanaman karena tanah lebih mudah ditembus oleh akar. Selain itu, menurut Santi dan Goenadi (2010) *biochar* tempurung kelapa sawit diketahui dapat menjadi habitat yang sesuai untuk mikroorganisme tanah karena memiliki banyak ruang pori, kadar air pada titik layu permanen yang rendah serta kapasitas menahan air tersedianya tergolong tinggi. Penurunan berat isi, peningkatan aktivitas perakaran dalam tanah akan meningkatkan agregasi tanah menjadi lebih stabil, sehingga formasi pori tanah akan berubah dan porositas tanah meningkat. Agregasi tanah yang stabil akan menurunkan persentase pori makro (pori drainase cepat) sehingga kapasitas menahan air semakin besar.

Kandungan C-organik terhadap retensi air tanah memiliki pengaruh pada tingkat keeratan yang tinggi dengan r = 0,553* dan berkorelasi positif. Kandungan

C-organik terhadap retensi air memiliki pengaruh yang signifikan (P < 0,05) (Lampiran 8), semakin tinggi kandungan C-organik tanah maka semakin tinggi persentase retensi air. Nilai $R^2$ = 0,3065, artinya kandungan C-organik memberikan pengaruh sebesar 31% terhadap tinggi rendahnya persentase retensi air dan sisanya 69% merupakan pengaruh dari variabel lain yang tidak dimasukkan dalam model.




Gambar 12. Pengaruh C-organik terhadap Retensi Air pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015

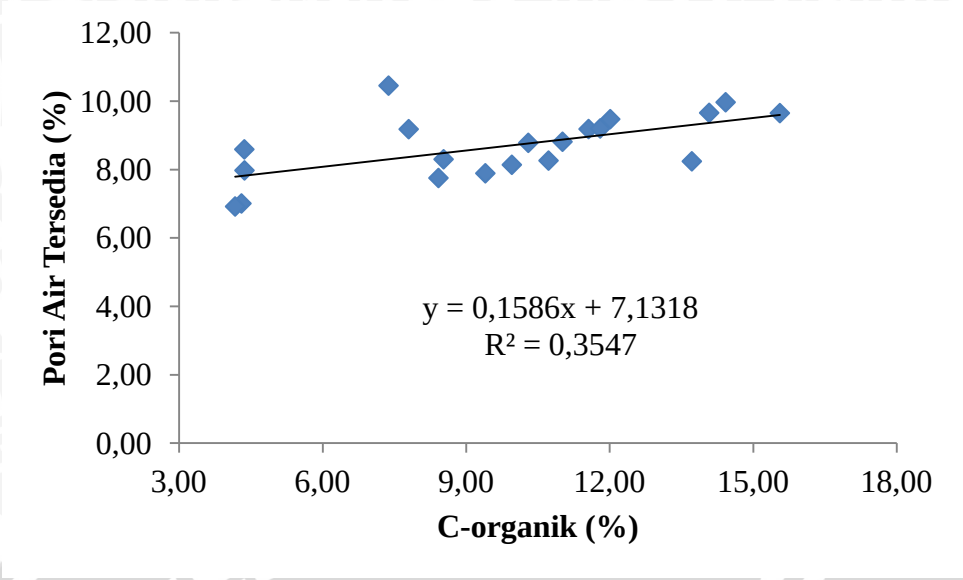
Aplikasi *biochar* tempurung kelapa sawit meningkatkan kandungan C-organik dan diikuti dengan peningkatan retensi air. Kandungan C-organik paling tinggi terdapat pada perlakuan T5 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 625 t $ha^{-1}$) dengan tingkat retensi air paling tinggi hingga 20,39%. Keadaan ini didukung dengan hasil penelitian Asai *et al*. (2009) bahwa aplikasi *biochar* dapat meningkatkan kandungan C-organik tanah dibandingkan dengan kontrol sehingga kapasitas menahan air tanah juga turut meningkat. Mukherjee dan Lal (2013) juga melaporkan bahwa pemberian *biochar* meningkatkan kandungan karbon dalam tanah dan diiringi dengan peningkatan kapasitas menahan air secara signifikan, namun mereka juga menambahkan bahwa peningkatan retensi air tergantung pada tekstur tanah. Aslam *et al*. (2014) menyampaikan bahwa kapasitas retensi air tanah meningkat secara signifikan pada tanah berpasir setelah aplikasi *biochar*, sedangkan tidak ada peningkatan yang signifikan pada tanah berlempung dan

berliat. *Typic Kanhapludults* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki tekstur tanah liat berpasir, sehingga kemungkinan besar tinggi rendahnya retensi air sekitar 69% dimainkan oleh tekstur tanah.

### 4.2.2. Pengaruh C-organik terhadap pori air tersedia

Peningkatan kandungan C-organik dapat menjadi faktor peningkatan retensi air tanah hingga 31% (Gambar 12). Tingginya kadar C-organik dapat meningkatkan retensi air melalui proses perubahan agregat tanah yang menjadi lebih stabil sehingga formasi pori tanah berubah, oleh karena itu BI menurun dan porositas meningkat. Perubahan formasi pori dapat menurunkan persentase pori makro dan meningkatkan persentase pori meso dan mikro. Dengan demikian, proses ini selain dapat meningkatkan retensi air juga meningkatkan pori air tersedia (pori mikro). Namun, proses ini membutuhkan waktu yang lebih lama karena pori air tersedia terbentuk sangat lambat, setelah pemberian *biochar* selama 10 minggu pori air tersedia dapat meningkat namun tetap pada kriteria rendah.

Kandungan C-organik terhadap persentase pori air tersedia memiliki pengaruh pada tingkat ketepatan yang tinggi dengan r = 0,596** dan berkorelasi positif. Kandungan C-organik terhadap pori air tersedia memiliki pengaruh signifikan (P < 0,05) (Lampiran 8), semakin tinggi kandungan C-organik tanah maka semakin tinggi persentase pori air tersedia. Nilai $R^2$ = 0,3547, artinya kandungan C-organik memberikan pengaruh sebesar 35% terhadap tinggi rendahnya persentase pori air tersedia dan sisanya 65% merupakan pengaruh dari variabel lain yang tidak dimasukkan dalam model.




Gambar 13. Pegaruh C-organik terhadap Pori Air Tersedia pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015

Kandungan C-organik paling tinggi (14,45%) pada perlakuan T5 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 625 t $ha^{-1}$) juga memiliki pori air tersedia paling tinggi (9,38%). Kandungan C-organik meningkat dengan cepat dengan masukan *biochar* tempurung kelapa sawit pada semua perlakuan, pada saat yang sama pori air tersedia juga turut meningkat secara signifikan namun lambat. Peningkatan pori air tersedia yang lambat diduga akibat retensi air pada pori mikro relatif belum/tidak konstan karena agregat tanah belum cukup stabil untuk menahan air di dalam pori mikro. Apabila retensi air di dalam pori mikro relatif konstan, maka proses ini akan meningkatkan ketersediaan air dalam tanah (Masulili *et al*., 2010). Hasil penelitian Nurida dan Rachman (2012) dan Nurida *et al*. (2013a) menyebutkan bahwa pemberian formula pembenah tanah *biochar* dan pupuk kandang dapat meningkatkan kandungan C-organik tanah serta meningkatkan pori air tersedia, meskipun persentase pori air tersedia masih dalam kriteria rendah (<10%). Perbaikan sifat fisika tanah memerlukan waktu yang lebih lama untuk mendapatkan kualitas tanah yang dapat menunjang pertumbuhan tanaman secara optimal.

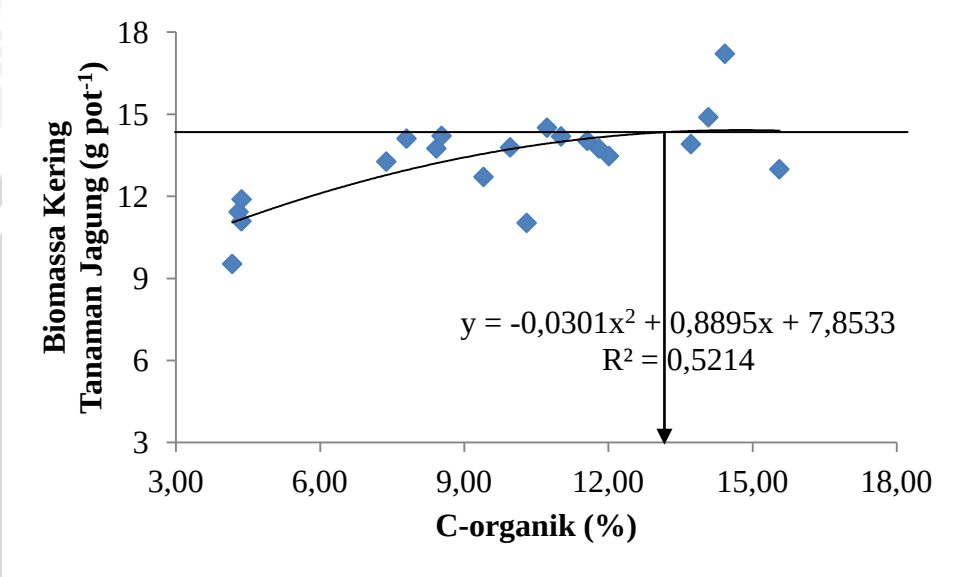
### 4.2.3. Pengaruh C-organik terhadap biomassa kering tanaman jagung

*Biochar* tempurung kelapa sawit dapat meningkatkan kandungan C-organik dari 4,03% pada perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t $ha^{-1}$) sampai dengan 14,45% pada perakuan T5 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 625 t $ha^{-1}$). Santi dan Goenadi (2010) meyakini jumlah gugus karbon bermuatan negatif yang cukup tinggi pada *biochar* tempurung kelapa sawit, yang berfungsi mengikat kation terutama pada kation bervalensi tinggi seperti $Al^{3+}$ dan $Fe^{3+}$ yang banyak ditemukan pada Ultisols sehingga hambatan pertumbuhan tanaman karena tingginya Al dan Fe dapat teratasi. Al dapat tukar dan Fe terlarut dapat menurun melalui meningkatnya KTK dalam tanah (Masulili *et al*., 2010).

Nilai KTK merupakan salah satu indikator kesuburan tanah, semakin tinggi KTK tanah maka semakin banyak kation-kation basa yang dapat ditahan oleh tanah, sehingga tingkat kesuburan tanah meningkat, sebaliknya apabila KTK tanah rendah maka unsur hara tidak dapat ditahan oleh tanah dan akhirnya mudah tercuci oleh air (Laird *et al*., 2010). Bahan organik maupun *biochar* mempunyai muatan positif dan negatif, sehingga bahan organik maupun *biochar* dapat menahan kation dan anion dalam tanah (Astera, 2007 *dalam* Siringoringo dan Siregar, 2011). Menurut hasil penelitian Siringoringo dan Siregar (2011), pemberian *biochar* dapat meningkatkan pH dari 4,53 pada kontrol menjadi 4,7 pada pemberian *biochar* dosis 15%, dan meningkatkan KTK 11,23 meq $100g^{-1}$ pada kontrol menjadi 12,77 meq $100g^{-1}$ pada pemberian *biochar* dosis 15%. *Biochar* dapat menahan unsur hara secara langsung melalui muatan negatif yang berada pada bidang permukaannya. Muatan negatif dapat berperan sebagai penyangga kemasaman tanah sebagaimana peran bahan organik pada umumnya. Melalui mekanisme tersebut, KTK dalam tanah akan meningkat seiring meningkatnya pH tanah. Dengan demikian, apabila KTK dalam tanah semakin baik, artinya ketersediaan jumlah muatan negatif pada permukaan koloid liat atau bahan organik meningkat sehingga semakin banyak ion bermuatan positif yang dijerap melalui gaya elektrostatik, maka unsur hara menjadi lebih banyak tersedia untuk menunjang pertumbuhan tanaman.

Kandungan C-organik terhadap biomassa kering tanaman jagung memiliki pengaruh pada tingkat ketepatan yang tinggi dengan r = 0,689** dan berkorelasi

positif. Kandungan C-organik terhadap biomassa kering tanaman jagung memiliki pengaruh yang sangat signifikan (P < 0,01) (Lampiran 8), semakin tinggi kandungan C-organik tanah maka semakin tinggi hasil biomassa kering tanaman jagung. Nilai $R^2$ = 0,5214, artinya kandungan C-organik memberikan pengaruh sebesar 52% terhadap tinggi rendahnya hasil biomassa kering tanaman jagung dan sisanya 48% merupakan pengaruh dari variabel lain yang tidak dimasukkan dalam model.



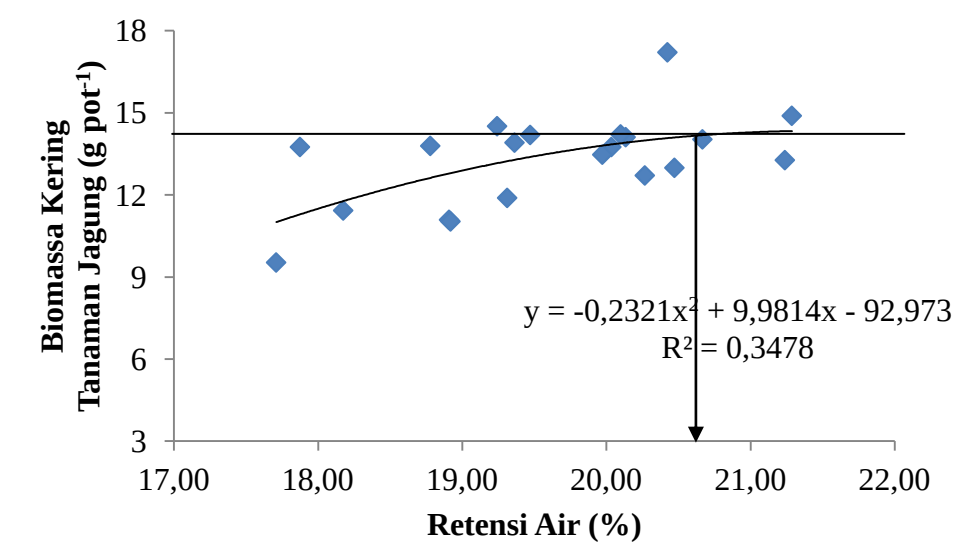

Gambar 14. Pegaruh C-organik terhadap Biomassa Kering Tanaman Jagung pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015

Tingginya kandungan C-organik dalam tanah menjadi salah satu faktor kesuburan tanah, kandungan optimum C-organik yang mampu menghasilkan biomassa kering tanaman jagung > 14 g $pot^{-1}$ berada pada kisaran 12 – 14% (Gambar 14). Peningkatan C-organik tanah diiringi dengan peningkatan pH tanah tetapi belum menunjukkan pertumbuhan yang baik pada tanaman jagung sehingga ketersediaan unsur hara bagi tanaman diduga belum optimal di dalam tanah setelah aplikasi *biochar* selama 10 minggu. Hasil penelitian Major *et al*. (2010) menyatakan bahwa aplikasi *biochar* dapat meningkatkan hasil panen tanaman jagung pada tanah masam melalui peningkatan pH dan KTK tanah namun setelah pemberian *biochar* selama lebih dari satu tahun. Kondisi ini menunjukkan bahwa aplikasi *biochar* memerlukan waktu yang lebih lama dari satu musim tanam untuk mengoptimalkan kualitas sifat kimia tanah.

### 4.2.4. Pengaruh retensi air terhadap biomassa kering tanaman jagung

Retensi air tanah dapat meningkat melalui proses agregasi tanah yang lebih stabil setelah pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit. Peningkatan retensi air bermula dari penurunan berat isi dan peningkatan ruang pori total tanah, sehingga pada saat yang sama pori air tersedia akan turut meningkat. Biomassa kering tanaman jagung secara nyata meningkat dengan meningkatnya retensi air dalam tanah.

Persentase retensi air terhadap biomassa kering tanaman jagung memiliki pengaruh pada tingkat ketepatan yang tinggi dengan r = 0,568** dan berkorelasi positif. Retensi air terhadap biomassa kering tanaman jagung memiliki pengaruh yang sangat signifikan (P < 0,05) (Lampiran 8), semakin tinggi retensi air tanah maka semakin tinggi hasil biomassa kering tanaman jagung. Nilai $R^2$ = 0,3478, artinya retensi air memberikan pengaruh sebesar 35% terhadap tinggi rendahnya hasil biomassa kering tanaman jagung dan sisanya 65% merupakan pengaruh dari variabel lain yang tidak dimasukkan dalam model.




Gambar 15. Pengaruh Retensi Air terhadap Biomassa Kering Tanaman Jagung pada Percobaan Perbaikan *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Pemberian *Biochar* Tempurung Kelapa Sawit di Rumah Kaca Tahun 2015

Perbaikan sifat fisika tanah yang disebabkan dari pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit diikuti peningkatan pertumbuhan jagung yang ditanam pada *Typic Kanhapludults*. Biomassa kering tanaman jagung pada perlakuan dosis

tinggi nyata lebih baik (P < 0,05) dibandingkan dengan dosis rendah pada perlakuan T1 (dosis *biochar* tempurung kelapa sawit 40 t $ha^{-1}$) pada pengamatan minggu ke-9. Hasil ini didukung oleh Cornelissen *et al*. (2013) yang melaporkan bahwa aplikasi *biochar* dapat meningkatkan hasil panen tanaman jagung melalui perbaikan sifat fisika (kapasitas menahan air dan pori air tersedia dalam tanah) dan kimia dalam tanah (pH dan KTK tanah). Retensi air optimum pada *Typic Kanhapludults* untuk menghasilkan biomassa kering tanaman jagung > 14 g $pot^{-1}$ adalah > 20% volume (Gambar 15). Retensi air yang baik dalam tanah akan meningkatkan aktivitas perakaran tanaman karena agregasi tanah telah cukup stabil untuk ditembus oleh akar, oleh karena itu hasil biomassa kering tanaman jagung meningkat disebabkan pertumbuhannya menjadi lebih baik.

# V. KESIMPULAN DAN SARAN

## 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang perbaikan retensi air *Typic Kanhapludults* Taman Bogo dan pertumbuhan tanaman jagung melalui pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit dengan dosis tinggi mampu meningkatkan retensi air *Typic Kanhapludults* meskipun tidak nyata secara statistik. Perlakuan T5 (dosis *biochar* 625 t $ha^{-1}$) memiliki retensi air paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain, yaitu 20,39%.
2. Aplikasi *biochar* tempurung kelapa sawit dosis lebih tinggi dibandingkan kontrol secara nyata dapat memperbaiki beberapa sifat fisika tanah seperti menurunkan berat isi dan berat jenis tanah, menurunkan pori drainase cepat, serta meningkatkan ruang pori total dan pori air tersedia. Namun tidak berpengaruh secara nyata terhadap permeabilitas dan pori drainase lambat. Sifat kimia tanah seperti C-organik tanah meningkat sangat nyata sedangkan derajat kemasaman tanah di akhir percobaan dapat meningkat dari kriteria sangat masam menjadi masam.
3. Pemberian *biochar* tempurung kelapa sawit meningkatkan tinggi tanaman, biomassa basah dan kering tanaman jagung pada perlakuan *biochar* dosis yang lebih tinggi dibandingkan kontrol. Sedangkan diameter batang dan jumlah daun per tanaman tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan dari semua perlakuan.

## 5.2. Saran

Saran untuk penelitian mengenai pemanfaatan *biochar* tempurung kelapa sawit pada *Typic Kanhapludults* diuraikan sebagai berikut:

1. Diperlukan adanya analisis kimia tanah seperti KTK, kandungan Al dapat tukar dan Fe terlarut dalam tanah setelah aplikasi *biochar* untuk mengetahui potensi *biochar* dalam memperbaiki sifat kimia *Typic Kanhapludults*.

2. Diperlukan adanya analisis ketersediaan unsur hara pada *Typic Kanhapludults* setelah aplikasi *biochar*, karena tanah tidak hanya membutuhkan air dan karbon organik tanah.
3. Diperlukan waktu pengamatan yang lebih lama sampai dengan masa produksi pada tanaman jagung untuk mengetahui potensi hasil tongkol dan berat biji kering tanaman jagung.
4. Diperlukan evaluasi kesesuaian lahan untuk tanaman jagung pada daerah Kebun Percobaan Taman Bogo, Lampung.

# DAFTAR PUSTAKA


Abukari, A. 2014. *Effect of Rice Husk Biochar on Maize Productivity in The Guinea Savannah Zone of Ghana*. M.S. Thesis. Kwame Nkrumah University of Science and Technology. Ghana. p. 103.

Agus, F. dan S. Marwanto. 2006. *Penetapan Berat Jenis Partikel Tanah*. *Dalam* U. Kurnia, F. Agus, A. Adimihardja, A. Dariah (Eds). Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. p. 35-42.

Agustina, C. 2007. *Pengaruh Pemberian Kompos Terhadap Beberapa Sifat Fisik Entisol Serta Pertumbuhan Tanaman Jagung (Zea mays L)*. S.P. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. 70 p.

Ardiyani, R.R. 2014. *Studi Perbaikan Sifat Fisik Tanah Bertekstur Pasir Melalui Pemberian Pembenah Tanah*. Laporan Magang Kerja. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. 111 p.

Asai, H., Samson, B.K., Stephan, H.M., Songyikhangsuthor, K., Homma, K., Kiyono, Y., Inoue, Y., Shiraiwa, and T., Horie, H. 2009. *Biochar Amendment Techniques for Upland Rice Production in Northern Laos 1. Soil Physical Properties, Leaf SPAD and Grain Yield*. Field Crops Research 111 (2009). p. 81–84.

Aslam, Z., M. Khalid, and M. Aon. 2014. *Impact of Biochar on Soil Physical Properties*. Scholarly Journal of Agricultural Science Vol. 4(5). p. 280-284.

Atmojo, S.W. 2005. *Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya*. Pidato Pengukuhan Guru Besar Ilmu Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. 2014. *Berita Resmi Statistik Provinsi Lampung No. 01/11/18/Th.VIII, 3 November 2014*. Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. Lampung. 4 p.

Baiamonte, G., C. De Pasquale, V. Marsala, G. Cimò, G. Alonzo, G. Crescimanno, and P. Conte. 2014. *Structure Alteration of A Sandy-Clay Soil by Biochar Amendments*. Journal of Soils and Sediments. DOI 10.1007/s11368-014-0960-y. 11 p.

Bationo, A., J. Kihara, B. Vanlauwe, B. Waswa, J. Kimetu. 2006. *Soil Organic Carbon Dynamics, Functions and Management in West African Agro-ecosystems*. Agricultural Systems (2006), DOI:10.1016/j.agsy.2005.08.011. 13 p.

Brewer, C.E., V.J. Chuang, C.A. Masiello, H. Gonnermann, X. Gao, B. Dugan, L.E. Driver, P. Panzacchi, K. Zygourakis, C.A. Davies. 2014. *New Approaches to Measuring Biochar Density and Porosity*. Biomass and

Bioenergy (2014), http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.03.059. 10 p.

Chan, K.Y. 2010. *The Important Role of Soil Organic Carbon in Future Mixed Farming Systems*. Proceedings of The 25th Annual Conference of The Grassland Society of New South Wales. p. 24-26.

Chaudhari, P.R., D.V. Ahire, V.D. Ahire, M. Chkravarty, and S. Maity. 2013. *Soil Bulk Density as Related to Soil Texture, Organic Matter Content and Available Total Nutrients of Coimbatore Soil*. International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 3, Issue 2, February 2013. 8 p.

Cornelissen , G., Martinsen, V., Shitumbanuma, V., Alling, V., Breedveld, G.D., Ruthorford, D.W., Sparrevik, M., Hale, S.E., Obia, A., and Mulder, J. 2013. *Biochar Effect on Maize Yield and Soil Characteristics in Five Conservation Farming Sites in Zambia*. Agronomy 2013, 3, 256-274; doi:10.3390/agronomy3020256.

Dariah, A., dan N.L. Nurida. 2012. *Pemanfaatan Biochar untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Kering Beriklim Kering*. Buana Sains Vol 12 No 1: 33-38, 2012.

Dariah, A., N.L. Nurida, dan Jubaedah. 2012. *Pemanfaatan Pembenah Tanah untuk Pemulihan Tanah Terdegradasi yang Didominasi Fraksi Pasir dan Liat*. Diterbitkan pada Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pemupukan dan Pemulihan Lahan Terdegradasi. *Dalam* Wigena (Eds), Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian, Bogor, 29-30 Juni 2012. p. 669-676.

Dariah, A., Yusrial, dan Maswar. 2006. *Penetapan Konduktivitas Hidrolik Tanah dalam Keadaan Jenuh: Metode Laboratorium*. *Dalam* U. Kurnia, F. Agus, A. Adimihardja, A. Dariah (Eds). Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. p. 177-1186.

De Melo Carvalho, M.T., A. de Holanda Nunes Maia, B.E. Madari, L. Bastiaans, P.A.J. van Oort, A.B. Heinemann, M.A. Soler da Silva, F.A. Petter, B.H. Marimon Jr., and H. Meinke. 2014. *Biochar Increases Plant-Available Water in A Sandy Loam Soil Under An Aerobic Rice Crop System*. Solid Earth, 5, 939-952, 2014. Copernicus Publications on Behalf of The European Geosciences Union.

Direktorat Jederal Tanaman Pangan. 2014. *Program dan Kegiatan Pembangunan PertanianTanaman Pangan Tahun 2015-1019*. Kemetrian Pertanian Republik Indonesia. Jakarta. 58 p.

Gani, A. 2010. *Multiguna Arang-Hayati Biochar*. SINAR TANI Edisi 13 – 19 Oktober 2010.

Githinji, L. 2014. *Effect of Biochar Application Rate on Soil Physical and Hydraulic Properties of A Sandy Loam*. Archives of Agronomy and Soil Science Volume 60 Number 4, 2014. p. 457-470 (abstr.).

Hardie, M., G. Oliver, S. Bound, B. Clothier, and D. Close. 2014. *Effect of Biochar Application on Soil Water Availability and Hydraulic Conductivity*. University of Tasmania. Australia.

International Biochar Initiative. 2010. *3rd International Biochar Conference IBI 2010: Progressing from Terra Preta de Indios to the Whole World*. International Biochar Initiative. Brazil.

Iriany, R.N., M. Yasin H.G., dan A. Takdir M. 2007. *Asal, Sejarah, Evolusi, dan Taksonomi Tanaman Jagung*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros. 15 p.

Kamara, A., M.M. Mansaray, A. Kamara, P.A. Sawyerr. 2014. *Effects of Biochar Derived from Maize Stover and Rice Straw on The Early Growth of Their Seedlings*. American Journal of Agriculture and Forestry 2014; 2(5): 232-236.

Kasryno, F., E. Pasandaran, Suyamto, dan M. O. Adnyana. 2011. *Gambaran Umum Ekonomi Jagung di Indonesia. Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan*. Pusat Penelitian dan pengembangan Tanaman Pangan, Bogor. 24 p. http://balitsereal.litbang.deptan.go.id/ind/bjagung/satu.pdf (diakses pada 21-2-2015).

Kurnia, U., N.L. Nurida, dan H. Kusnadi. 2006. *Penetapan Retensi Air Tanah di Lapang*. *Dalam* U. Kurnia, F. Agus, A. Adimihardja, A. Dariah (Eds). Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. p. 155-166.

Laird, D., P. Fleming, B. Wang, R. Horton, D. Karlen. *Biochar Impact on Nutrient Leaching from A Midwestern Agricultural Soil*. Geoderma 158 (2010). p. 436-442.

Lehmann, J., M.C. Rillig, J. Thies, C.A. Masiello, W.C. Hockaday, D. Crowley. 2011. *Biochar Effects on Soil Biota-A Review*. *In* O. Dilly and E.M. Pfeiffer (Eds.). Soil Biology and Biochemistry 43 (2011). p. 1812-136.

Major, J., Rondon, M., Molina, D., Riha, S.J., Lehmann, J. 2010. *Maize Yield and Nutrition During 4 Years After Biochar Application to A Columbian Savana Oxisol*. Plant Soil (2010) 333:117–128.

Mariati, N. 2014. *Utilization of Maize Cob Biochar and Rice Husk Charcoal as Soil Amendments for Improving Acid Soil Fertility and Productivity*. Journal of Degraded and Mining Lands Management Volume 2, Number 1 (October 2014): 223-230. DOI:10.15243/jdmlm.2014.021.223.

Masduqi, A.F., M. Izzati, dan E. Saptiningsih. 2012. *Pengaruh Penambahan Pembenah Tanah dari Pistia stratiotes L. dan Ceratophyllum demersum L. Pada Tanah Pasir dan Liat Terhadap Kapasitas Lapang dan Pertumbuhan Kacang Hijau (Vigna radiata L.)*. *Dalam* Ahmad F.M.,

Munifatul I., Endang S. (Eds.), Buletin Anatomi dan Fisiologi Volume XX Nomor 1, Maret 2012. p. 56-67.

Masulili, A., W.H. Utomo, Syechfani M.S. 2010. *Rice Husk Biochar for Rice Based Cropping System in Acid Soil 1. The Characteristics of Rice Husk Biochar and Its Influence on the Properties of Acid Sulfate Soils and Rice Growth in West Kalimantan, Indonesia*. Journal of Agriculture Science Volume 2 Number 1, March 2010. p. 39-47.

Muhlisin, Z., P. Triadyaksa, dan J. Wasiq. 2005. *Peningkatan Kualitas dan Kuantitas Produksi Jagung (Zea mays) Melalui Penyusupan $N^+$ Menggunakan Sistem Pembangkit Plasma Lucutan Pijar Korona*. Pusat Aplikasi dan Rekayasa Bahan Universitas Diponegoro. Semarang. 30 p.

Mukherjee, A., and R. Lal. 2013. *Biochar Impacts on Soil Physical Properties and Greenhouse Gas Emissions*. Agronomy 2013, 3, 313-339; DOI:10.3390/agronomy3020313.

Nurida, N.L., A. Dariah, A. Rachman. 2013a. *Peningkatan Kualitas Tanah dengan Pembenah Tanah Biochar Limbah Pertanian*. Jurnal Tanah dan Iklim Vol. 37 No. 2 – 2013: 69-78.

Nurida, N.L., A. Dariah, dan Sutono. 2013b. *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. *Dalam* Sulaeman *et al*. (Eds.), Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian, Bogor, 29 Mei 2013. p. 273-281.

Nurida, N.L., dan A. Rachman. 2012. *Alternatif Pemulihan Lahan Kering Masam Terdegradasi dengan Formula Pembenah Tanah Biochar di Typic Kanhapludults Lampung*. Diterbitkan pada Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pemupukan dan Pemulihan Lahan Terdegradasi. *Dalam* Wigena (Eds.), Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian, Bogor, 29-30 Juni 2012. p. 639-648.

Pabbage, M.S., A.M. Adnan, dan N. Nonci. 2007. *Pengelolaan Hama Prapanen Jagung*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros.

Prasetyo, B.H. dan D.A. Suriadikarta. 2006. *Karakteristik, Potensi, dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia*. Jurnal Litbang Pertanian, 25(2), 2006. p. 39-47.

Rachman, A. dan Abdurachman A. 2006. *Penetapan Kemantapan Agregat Tanah*. *Dalam* U. Kurnia, F. Agus, A. Adimihardja, A. Dariah (Eds). Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. p. 63-74.

Rasyid, B., Samosir, S.S.R., dan Sutomo, F. 2010. *Respon Tanaman Jagung (Zea mays) pada Berbagai Regim Air Tanah dan Pemberian Pupuk Nitrogen*. Diterbitkan pada Prosiding Pekan Serealia Nasional, 2010. Makassar. p. 26-34.

Rostaliana, P., P. Prawito, E. Turmudi. 2012. *Pemanfaatan Biochar untuk Perbaikan Kualitas Tanah dengan Indikator Tanaman Jagung Hibrida dan Padi Gogo pada Sistem Lahan Tebang Bakar*. Naturalis-Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Volume 1 Nomor 3, Desember 2012. p. 179-188.

Sambroek, W., M.D.L. Ruivo, P.M. Fearnside, B. Glaser, dan J. Lehmann, 2003. *Amazonian Dark Earths as Carbon Stores and Sinks*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. p. 125-140.

Santi, L.P., dan D.H. Goenadi. 2010. *Pemanfaatan Bio-char sebagai Pembawa Mikroba untuk Pemantap Agregat Tanah Ultisol dari Taman Bogo-Lampung*. Menara Perkebunan 2010, 78(2), 52-60.

Shalsabila, F. 2014. *Efek Biochar Kulit Kakao Terhadap Kemantapan Agregat dan Produksi tanaman Jagung (Zea mays L.) pada Typic Kanhapludults, Lampung Timur*. S.P. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. 49 p.

Siringoringo, H.H., dan C.A. Siregar. 2011. *Pengaruh Aplikasi Arang Terhadap Pertumbuhan Awal Michelia Montana Blume dan Perubahan Sifat Kesuburan Tanah pada Tipe Tanah Latosol*. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam Volume 8 Nomor 1, 2011. p. 65-85.

Soil Survey Staff. 2003. *Keys to Soil Taxonomy*. USDA, Natural Research Conservation Service. Ninth Edition. Washington D.C.

Sudirman, S. Sutono, dan I. Juarsah. 2006. *Penetapan Retensi Air Tanah di Laboratorium*. *Dalam* U. Kurnia, F. Agus, A. Adimihardja, A. Dariah (Eds). Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. p. 167-176.

Sulaeman, Suparto, dan Eviati. 2005. *Petunjuk Teknis: Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Tanaman. Dalam* Prasetyo *et al*. (Eds). Balai Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. 136 p.

Sutono, S., dan N.L. Nurida. 2012. Kemampuan *Biochar* Memegang Air pada Tanah Bertekstur Pasir. Buana Sains Vol.12 No. 1:45-52.

Syam'un, E., dan Ala, A. 2010. *Produksi Tanaman Jagung pada Dua Jenis Pupuk Organik, Paket Pemupukan, dan Dosis Mikoriza Vasikular Ambuskular (MVA)*. Jurnal Agrivigor 9(2): 177-190, April–Juli 2010; ISSN 1412-2286.

Vera, J., Anna A.S., Ekanantasari, Rendy K., D. Indarti, dan R. Zikria. 2013. *Informasi Ringkas Komoditas Perkebunan: Kelapa Sawit*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Jakarta. 2 p.

Zulkarnain, M., B. Prasetya, 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*. Indonesian Green Technology Journal Volume 2 Nomor 1, 2013. p. 45-52.

# LAMPIRAN

## Lampiran 1. Perhitungan Kebutuhan *Biochar*, Pupuk dan Kebutuhan Air

1. Perhitungan Kebutuhan *Biochar*

   Berat 1 HLO = Luasan Hektar x Kedalaman (LO) x BI

   $= 1.10^4\ m^2$ x 0,2 m x 1,35 g $cm^{-3}$

   $= 1.10^4$ m x $2.10^{-1}$ m x $1{,}35.10^{-3}$ m kg / $10^{-6}\ m^3$

   $= 2{,}70 \times 10^6$ kg $ha^{-1}$

   - Kebutuhan *biochar* untuk bobot tanah 2 kg

     KA (%) *Biochar* = 1,8%

     40 t $ha^{-1}$ $= \frac{2\ kg}{2{,}70 \times 10^6 kg\ ha^{-1}} \times (4 \times 10^4\ kg\ ha^{-1})$

     $= 29{,}63$

     $= 29{,}63$ g $pot^{-1}$ + 1,8%

     $= 29{,}63$ g $pot^{-1}$ + 0,53 g

     $= 30{,}16$ g $pot^{-1}$

     250 t $ha^{-1}$ $= \frac{2\ kg}{2{,}70 \times 10^6 kg\ ha^{-1}} \times (25 \times 10^4\ kg\ ha^{-1})$

     $= 185{,}19$ g $pot^{-1}$

     $= 185{,}19$ g $pot^{-1}$ + 1,8%

     $= 185{,}19$ g $pot^{-1}$ + 3,33 g

     $= 188{,}52$ g $pot^{-1}$

     375 t $ha^{-1}$ $= \frac{2\ kg}{2{,}70 \times 10^6 kg\ ha^{-1}} \times (37{,}5 \times 10^4\ kg\ ha^{-1})$

     $= 277{,}78$ g $pot^{-1}$

     $= 277{,}78$ g $pot^{-1}$ + 1,8%

     $= 277{,}78$ g $pot^{-1}$ + 5,00 g

     $= 282.78$ g $pot^{-1}$

     500 t $ha^{-1}$ $= \frac{2\ kg}{2{,}70 \times 10^6 kg\ ha^{-1}} \times (50 \times 10^4\ kg\ ha^{-1})$

     $= 370{,}37$ g $pot^{-1}$

     $= 370{,}37$ g $pot^{-1}$ + 1,8%

     $= 370{,}37$ g $pot^{-1}$ + 6,67 g

     $= 377{,}04$ g $pot^{-1}$

     625 t $ha^{-1}$ $= \frac{2\ kg}{2{,}70 \times 10^6 kg\ ha^{-1}} \times (62{,}5 \times 10^4\ kg\ ha^{-1})$

= 462,96 g pot$^{-1}$

= 462,96 g pot$^{-1}$ + 1,8%

= 462,96 g pot$^{-1}$ + 8,33 g

= 471,29 g pot$^{-1}$

2. Perhitungan Kebutuhan Pupuk Dasar

Kebutuhan pupuk dasar untuk bobot tanah 2 kg

Dosis Urea = 300 kg ha$^{-1}$

Dosis Urea per pot $= \frac{2 \text{ kg}}{2{,}70 \text{ x } 10^6 \text{kg ha}^{-1}}$ x 300 kg

= 0,222 g pot$^{-1}$ ≈ 0,25 g pot$^{-1}$

Dosis SP36 = 200 kg ha$^{-1}$

Dosis SP36 per pot $= \frac{2 \text{ kg}}{2{,}70 \text{ x } 10^6 \text{kg ha}^{-1}}$ x 200

= 0,148 g pot$^{-1}$ ≈ 0,15 g pot$^{-1}$

3. Kebutuhan Air per Pot

Air Tersedia (% volume) = 6,85%

Kebutuhan air per hektar = 6,85% x volume tanah per hektar

= 6,85% x (100 m x 100 m x 0,2 m)

= 6,85% x 2000 m$^3$

= 137 m$^3$

= 137.000 dm$^3$

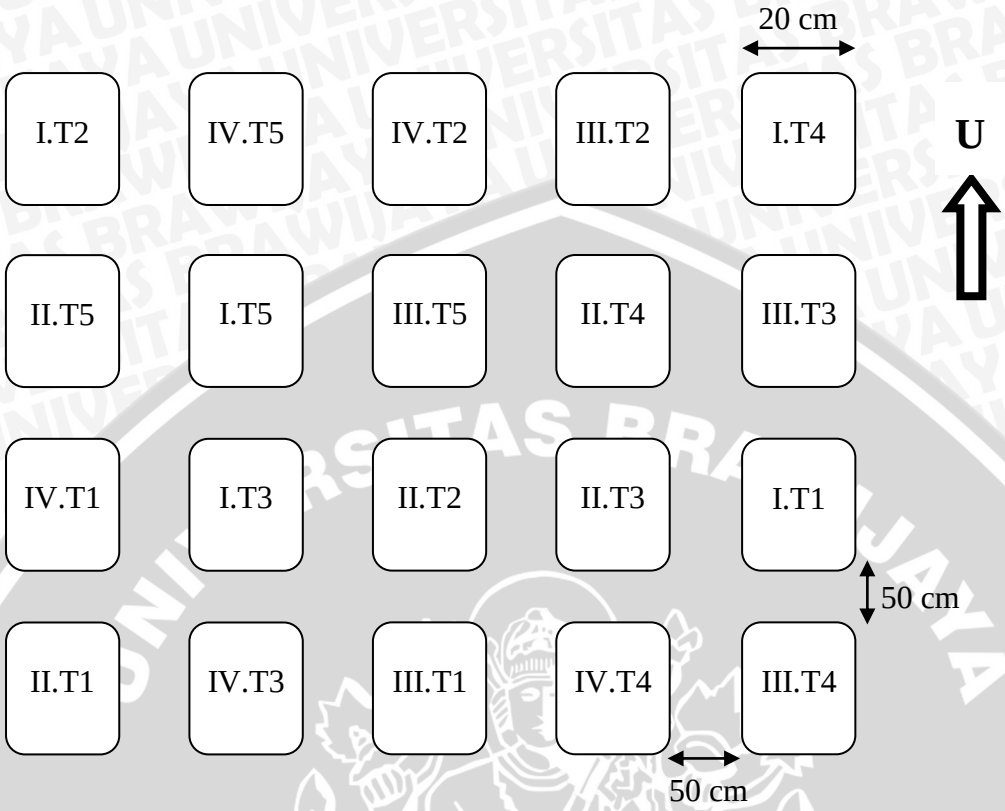
Kebutuhan air per pot $= \frac{137.000\ dm^3}{2.000.000\ dm^3}$ x 2 kg

= 0,0685 x 2 dm$^3$ ($\rho$ air = 1 g cm$^{-3}$)

= 0,137 dm$^3$

= 137 ml

**Lampiran 2. Denah Penelitian**




*Gambar. Denah Pengacakan*

| No. | Kode Perlakuan | Keterangan |
|---|---|---|
| 1. | I.T1 | Kontrol, pemberian *biochar* dosis 40 t ha$^{-1}$, ulangan 1 |
| 2. | II.T1 | Kontrol, pemberian *biochar* dosis 40 t ha$^{-1}$, ulangan 2 |
| 3. | III.T1 | Kontrol, pemberian *biochar* dosis 40 t ha$^{-1}$, ulangan 3 |
| 4. | IV.T1 | Kontrol, pemberian *biochar* dosis 40 t ha$^{-1}$, ulangan 4 |
| 5. | I.T2 | Pemberian *biochar* dosis 250 t ha$^{-1}$, ulangan 1 |
| 6. | II.T2 | Pemberian *biochar* dosis 250 t ha$^{-1}$, ulangan 2 |
| 7. | III.T2 | Pemberian *biochar* dosis 250 t ha$^{-1}$, ulangan 3 |
| 8. | IV.T2 | Pemberian *biochar* dosis 250 t ha$^{-1}$, ulangan 4 |
| 9. | I.T3 | Pemberian *biochar* dosis 375 t ha$^{-1}$, ulangan 1 |
| 10. | II.T3 | Pemberian *biochar* dosis 375 t ha$^{-1}$, ulangan 2 |
| 11. | III.T3 | Pemberian *biochar* dosis 375 t ha$^{-1}$, ulangan 3 |
| 12. | IV.T3 | Pemberian *biochar* dosis 375 t ha$^{-1}$, ulangan 4 |
| 13. | I.T4 | Pemberian *biochar* dosis 500 t ha$^{-1}$, ulangan 1 |
| 14. | II.T4 | Pemberian *biochar* dosis 500 t ha$^{-1}$, ulangan 2 |
| 15. | III.T4 | Pemberian *biochar* dosis 500 t ha$^{-1}$, ulangan 3 |
| 16. | IV.T4 | Pemberian *biochar* dosis 500 t ha$^{-1}$, ulangan 4 |
| 17. | I.T5 | Pemberian *biochar* dosis 625 t ha$^{-1}$, ulangan 1 |
| 18. | II.T5 | Pemberian *biochar* dosis 625 t ha$^{-1}$, ulangan 2 |
| 19. | III.T5 | Pemberian *biochar* dosis 625 t ha$^{-1}$, ulangan 3 |
| 20. | IV.T5 | Pemberian *biochar* dosis 625 t ha$^{-1}$, ulangan 4 |

**Lampiran 3. Jadwal Pelaksanaan Penelitian**

| No. | Kegiatan | Bulan (2014) | | | Bulan (2015) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. | Konsultasi Judul | | | | | | | | | |
| 2. | Pembuatan Proposal | | | | | | | | | |
| 3. | Persiapan Penelitian | | | | | | | | | |
| 4. | Pelaksanaan Penelitian | | | | | | | | | |
| 5. | Analisis Laboratorium | | | | | | | | | |
| 6. | Seminar Proposal | | | | | | | | | |
| 7. | Analisis Data | | | | | | | | | |
| 8. | Pembuatan Draft Laporan | | | | | | | | | |
| 9. | Konsultasi Hasil | | | | | | | | | |
| 10. | Seminar Hasil | | | | | | | | | |
| 11. | Laporan Akhir Selesai | | | | | | | | | |

**Lampiran 4. Hasil Analisis Parameter Pendukung**

a. Rerata pH tanah pada Perlakuan Beberapa Dosis *Biochar* tempurung kelapa sawit

| Perlakuan | pH $H_2O$ |
|---|---|
| T1 | 5,35 |
| T2 | 5,18 |
| T3 | 5,18 |
| T4 | 5,25 |
| T5 | 5,13 |

Kriteria pH

| | Sangat masam | Masam | Agak Masam | Netral | Agak alkalis | Alkalis |
|---|---|---|---|---|---|---|
| pH H2O | <4,5 | 4,5-5,5 | 5,5-6,5 | 6,6-7,5 | 7,6-8,5 | >8,5 |

Sumber: Sulaeman *et al*. (2005)

b. Data Penetapan Tekstur *Typic Kanhapludults* yang Diamati

| Contoh Tanah | Pasir | Debu | Liat |
|---|---|---|---|
| | ---------- % ---------- | | |
| I | 51 | 6 | 43 |
| II | 48 | 10 | 42 |
| III | 50 | 10 | 40 |
| Rata-rata | 50 | 9 | 41 |
| Kriteria | Liat berpasir | | |

**Lampiran 5. Kriteria Parameter Tanah**

1. Klasifikasi permeabilitas

| Kelas | Permeabilitas (cm jam$^{-1}$) |
|---|---|
| Sangat lambat | <0,125 |
| Lambat | 0,125-0,50 |
| Agak lambat | 0,50-2,00 |
| Sedang | 2,00-6,25 |
| Agak cepat | 6,25-12,5 |
| Cepat | 12,5-25,00 |
| Sangat cepat | >25,00 |

Sumber: LPT (1979) *dalam* Dariah *et al*. (2006)

2. Kriteria kemampuan pori-pori tanah menahan air

| Pori Drainase (% volume) | Kriteria |
|---|---|
| >5 | Sangat rendah |
| 5-10 | Rendah |
| 10-15 | Sedang |
| >15 | Tinggi |
| **Pori Air Tersedia (% volume)** | |
| >5 | Sangat rendah |
| 5-10 | Rendah |
| 10-15 | Sedang |
| 15-20 | Tinggi |
| >20 | Sangat tinggi |

Sumber: LPT (1979) dalam Sudirman *et al*. (2006)

3. Kriteria kandungan C-organik tanah

| Nilai | C-organik (%) |
|---|---|
| Sangat rendah | <1 |
| Rendah | 1-2 |
| Sedang | 2-3 |
| Tinggi | 3-5 |
| Sangat tinggi | >5 |

Sumber: Sulaeman *et al*. (2005)

**Lampiran 6. Persyaratan Teknis Minimal Pembenah Tanah Organik**

| No. | Parameter | Satuan | Standar Mutu |
|---|---|---|---|
| 1. | C-organik | % | min 15 |
| 2. | C/N | | 25 – 35 |
| 3. | Bahan ikutan: (plastik, kaca, kerikil) | % | maks 2 |
| 4. | Kadar air*) | % | 15 – 25 |
| 5. | Logam berat: | | |
| | - As | ppm | maks 10 |
| | - Hg | ppm | maks 1 |
| | - Pb | ppm | maks 50 |
| | - Cd | ppm | maks 2 |
| 6. | pH | | 4-9 |
| 7. | Mikroba kontaminan: | | |
| | - *E.coli*, | MPN/g | maks $10^2$ |
| | - *Salmonella* sp | MPN/g | maks $10^2$ |
| 8. | Hara mikro: | | |
| | - Fe total atau | ppm | maks 9000 |
| | - Fe tersedia | ppm | maks 500 |
| | - Mn | ppm | maks 5000 |
| | - Zn | ppm | maks 5000 |
| 9. | Unsur lain: | | |
| | - La | ppm | 0 |
| | - Ca | ppm | 0 |

Keterangan: MPN=*Most Probable Number*

*) Kadar air atas dasar berat basah

**Lampiran 7. Uji DMRT 5% yang Tidak Berbeda Nyata**

1. Retensi air tanah pada perlakuan beberapa dosis *biochar* tempurung kelapa sawit

| Perlakuan | Retensi Air (%) |
|---|---|
| T1 | 18,53 |
| T2 | 19,84 |
| T3 | 19,44 |
| T4 | 19,90 |
| T5 | 20,39 |

2. Pori drainase lambat tanah pada perlakuan beberapa dosis *biochar* tempurung kelapa sawit

| Perlakuan | Pori Drainase Lambat (%) |
|---|---|
| T1 | 2,86 |
| T2 | 3,39 |
| T3 | 2,75 |
| T4 | 2,86 |
| T5 | 2,79 |

3. Permeabilitas tanah pada perlakuan beberapa dosis *biochar* tempurung kelapa sawit

| Perlakuan | Permeabilitas (cm $jam^{-1}$) |
|---|---|
| T1 | 14,26 |
| T2 | 13,06 |
| T3 | 8,87 |
| T4 | 13,03 |
| T5 | 6,59 |

4. Rerata diameter batang jagung pada perlakuan beberapa dosis *biochar* tempurung kelapa sawit

| Perlakuan | Rerata diameter batang pada umur (cm) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2 MST | 4 MST | 6 MST | 9 MST |
| T1 | 0,55 | 0,89 | 0,92 | 0,78 |
| T2 | 0,58 | 0,86 | 0,94 | 0,77 |
| T3 | 0,60 | 0,87 | 0,96 | 0,76 |
| T4 | 0,58 | 0,82 | 0,98 | 0,79 |
| T5 | 0,55 | 0,85 | 0,90 | 0,80 |

5. Rerata jumlah daun pada perlakuan beberapa dosis *biochar* tempurung kelapa sawit

| Perlakuan | Rerata jumlah daun pada umur | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2 MST | 4 MST | 6 MST | 9 MST |
| T1 | 5,00 | 7,00 | 9,25 | 13,25 |
| T2 | 4,50 | 7,00 | 9,00 | 14,75 |
| T3 | 5,00 | 6,75 | 8,50 | 14,75 |
| T4 | 4,50 | 6,25 | 9,00 | 14,25 |
| T5 | 4,50 | 6,50 | 8,75 | 13,75 |

Keterangan: MST = minggu setelah tanam

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

**Lampiran 8. Hasil Uji Sidik Ragam Parameter Pengamatan**

1. Analisis Laboratorium

a. C-Organik

| SK | db | JK | KT | F-hitung | Sig. | Keterangan |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Perlakuan | 4 | 231,038 | 57,760 | 139,977 | 0,000 | ** |
| Galat | 15 | 6,190 | 0,413 | | | |
| Total | 19 | 237,228 | | | | |

b. Bahan Organik

| SK | db | JK | KT | F-hitung | Sig. | Keterangan |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Perlakuan | 4 | 690,394 | 172,598 | 140,051 | 0,000 | ** |
| Galat | 15 | 18,486 | 1,232 | | | |
| Total | 19 | 708,880 | | | | |

c. Berat Isi

| SK | db | JK | KT | F-hit | Sig. | Keterangan |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Perlakuan | 4 | 0,013 | 0,003 | 3,899 | 0,023 | * |
| Galat | 15 | 0,012 | 0,001 | | | |
| Total | 19 | 0,025 | | | | |

d. Berat Jenis

| SK | db | JK | KT | F-hit | Sig. | Keterangan |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Perlakuan | 4 | 0,338 | 0,084 | 20,655 | 0,000 | ** |
| Galat | 15 | 0,061 | 0,004 | | | |
| Total | 19 | 0,399 | | | | |

e. Retensi Air Tanah

| SK | db | JK | KT | F-hit | Sig. | Keterangan |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Perlakuan | 4 | 7,762 | 1,941 | 2,400 | 0,097 | tn |
| Galat | 15 | 12,128 | 0,809 | | | |
| Total | 19 | 19,890 | | | | |

f. Ruang Pori Total

| SK | db | JK | KT | F-hit | Sig. | Keterangan |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Perlakuan | 4 | 53,766 | 13,442 | 4,203 | 0,018 | * |
| Galat | 15 | 47,967 | 3,198 | | | |
| Total | 19 | 101,733 | | | | |

g. Pori Drainase Cepat

| SK | db | JK | KT | F-hit | Sig. | Keterangan |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Perlakuan | 4 | 86,524 | 21,631 | 3,642 | 0,029 | * |
| Galat | 15 | 89,092 | 5,939 | | | |
| Total | 19 | 175,617 | | | | |

h. Pori Drainase Lambat

| SK | db | JK | KT | F-hit | Sig. | Keterangan |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Perlakuan | 4 | 1,099 | 0,275 | 0,684 | 0,614 | tn |
| Galat | 15 | 6,022 | 0,401 | | | |
| Total | 19 | 7,120 | | | | |

i. Pori Air Tersedia

| SK | db | JK | KT | F-hit | Sig. | Keterangan |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Perlakuan | 4 | 8,216 | 2,054 | 3,595 | 0,030 | * |
| Galat | 15 | 8,570 | 0,571 | | | |
| Total | 19 | 16,786 | | | | |

j. Permeabilitas

| SK | db | JK | KT | F-hit | Sig. | Keterangan |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Perlakuan | 4 | 346,496 | 86,624 | 0,903 | 0,487 | tn |
| Galat | 15 | 1438,407 | 95,894 | | | |
| Total | 19 | 1784,903 | | | | |

2. Pertumbuhan Tanaman Jagung

a. Tinggi Tanaman

| WP | SK | db | JK | KT | F-hit | Sig. | Keterangan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 MST | Perlakuan | 4 | 176,060 | 44,015 | 2,706 | 0,070 | tn |
| | Galat | 15 | 243,990 | 16,266 | | | |
| | Total | 19 | 420,050 | | | | |
| 4 MST | Perlakuan | 4 | 548,003 | 137,001 | 3,893 | 0,023 | * |
| | Galat | 15 | 527,905 | 35,194 | | | |
| | Total | 19 | 1075,908 | | | | |
| 6 MST | Perlakuan | 4 | 149,797 | 37,449 | 1,010 | 0,433 | tn |
| | Galat | 15 | 556,412 | 37,094 | | | |
| | Total | 19 | 706,209 | | | | |
| 9 MST | Perlakuan | 4 | 1128,712 | 282,178 | 6,773 | 0,003 | ** |
| | Galat | 15 | 624,890 | 41,659 | | | |
| | Total | 19 | 1753,602 | | | | |

b. Diameter Batang

| WP | SK | db | JK | KT | F-hit | Sig. | Keterangan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 MST | Perlakuan | 4 | 0,007 | 0,002 | 0,228 | 0,918 | tn |
| | Galat | 15 | 0,115 | 0,008 | | | |
| | Total | 19 | 0,122 | | | | |
| 4 MST | Perlakuan | 4 | 0,010 | 0,003 | 1,002 | 0,437 | tn |
| | Galat | 15 | 0,038 | 0,003 | | | |
| | Total | 19 | 0,048 | | | | |
| 6 MST | Perlakuan | 4 | 0,017 | 0,004 | 1,511 | 0,249 | tn |
| | Galat | 15 | 0,042 | 0,003 | | | |
| | Total | 19 | 0,059 | | | | |
| 9 MST | Perlakuan | 4 | 0,003 | 0,001 | 0,308 | 0,868 | tn |
| | Galat | 15 | 0,034 | 0,002 | | | |
| | Total | 19 | 0,037 | | | | |

c. Jumlah Daun

| WP | SK | db | JK | KT | F-hit | Sig. | Keterangan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 MST | Perlakuan | 4 | 1,200 | 0,300 | 1,500 | 0,252 | tn |
| | Galat | 15 | 3,000 | 0,200 | | | |
| | Total | 19 | 4,200 | | | | |
| 4 MST | Perlakuan | 4 | 1,700 | 0,425 | 1,417 | 0,276 | tn |
| | Galat | 15 | 4,500 | 0,300 | | | |
| | Total | 19 | 6,200 | | | | |
| 6 MST | Perlakuan | 4 | 1,300 | 0,325 | 1,950 | 0,154 | tn |
| | Galat | 15 | 2,500 | 0,167 | | | |
| | Total | 19 | 3,800 | | | | |
| 9 MST | Perlakuan | 4 | 6,800 | 1,700 | 2,170 | 0,122 | tn |
| | Galat | 15 | 11,750 | 0,783 | | | |
| | Total | 19 | 18,550 | | | | |

3. Produksi Biomassa Tanaman

| Biomassa | SK | db | JK | KT | F-hit | Sig. | Keterangan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Basah | Perlakuan | 4 | 1689,804 | 422,451 | 23,626 | 0,000 | ** |
| | Galat | 15 | 268,210 | 17,881 | | | |
| | Total | 19 | 1958,014 | | | | |
| Kering | Perlakuan | 4 | 32,201 | 8,050 | 5,720 | 0,005 | ** |
| | Galat | 15 | 21,112 | 1,407 | | | |
| | Total | 19 | 53,313 | | | | |

Keterangan:

| | | | |
|---|---|---|---|
| * | : berbeda nyata (P<0,05) | SK | : sumber keragaman |
| ** | : berbeda sangat nyata (P<0,01) | db | : derajat bebas |
| tn | : tidak berbeda nyata (P>0,05) | JK | : jumlah kwadrat |
| WP | : waktu pengamatan | KT | : kwadrat tengah |
| MST | : minggu setelah tanam | Sig. | : signifikansi (P) |

**Lampiran 9. Hasil Uji Sidik Ragam pada Uji Regresi**

a. Regresi Berganda (C-organik, Retensi Air dan Pori Air Tersedia terhadap Biomassa Kering Tanaman)

| SK | db | JK | KT | F-hit | Sig. | Keterangan |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Regresi | 3 | 27,944 | 9,315 | 5,875 | 0,007 | ** |
| Galat | 16 | 25,368 | 1,586 | | | |
| Total | 19 | 53,313 | | | | |

b. Koefisien Regresi Berganda (C-organik, Retensi Air dan Pori Air Tersedia terhadap Biomassa Kering Tanaman)

| Model | Koefisien tidak tetap | | Koefisien Tetap | t | Sig. | Taraf kepercayaan 95% pada B | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | B | Galat | Beta | | | Batas Bawah | Batas Atas |
| Konstanta (y) | 2,692 | 6,808 | | 0,395 | 0,698 | -11,740 | 17,124 |
| C-organik ($x_1$) | 0,249 | 0,103 | 0,526 | 2,428 | 0,027 | 0,032 | 0,467 |
| Retensi air ($x_2$) | 0,368 | 0,516 | 0,225 | 0,713 | 0,486 | -0,726 | 1,461 |
| PAT ($x_3$) | 0,111 | 0,583 | 0,063 | 0,191 | 0,851 | -1,125 | 1,347 |

Keterangan:

PAT : pori air tersedia

Sig. : signifikansi (P)

Persamaan:

$y = 2,692 + 0,249\ x_1 + 0,368\ x_2 + 0,111\ x_3$

c. Regresi antar Parameter Pengamatan

| | SK | db | JK | KT | F-hit | Sig. | Keterangan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C-R | Regresi | 2 | 6,152 | 3,076 | 3,797 | 0,043 | * |
| | Galat | 17 | 13,773 | 0,810 | | | |
| | Total | 19 | 19,925 | | | | |
| C-AT | Regresi | 2 | 5,973 | 2,986 | 4,695 | 0,024 | * |
| | Galat | 17 | 10,813 | 0,636 | | | |
| | Total | 19 | 16,786 | | | | |
| C-BK | Regresi | 2 | 1,749 | 0,874 | 9,372 | 0,002 | ** |
| | Galat | 17 | 1,586 | 0,093 | | | |
| | Total | 19 | 3,334 | | | | |
| R-BK | Regresi | 2 | 1,156 | 0,578 | 4,511 | 0,027 | * |
| | Galat | 17 | 2,178 | 0,218 | | | |
| | Total | 19 | 3,334 | | | | |

Keterangan:

* : berbeda nyata (P<0,05)

** : berbeda sangat nyata (P<0,01)

SK : sumber keragaman

db : derajat bebas

JK : jumlah kwadrat

KT : kwadrat tengah

Sig. : signifikansi (P)

C-R : pengaruh C-organik terhadap retensi air

C-AT : pengaruh C-organik terhadap pori air tersedia

C-BK : pengaruh C-organik terhadap biomassa kering tanaman jagung

R-BK : pengaruh retensi air terhadap biomassa kering tanaman jagung

**Lampiran 10. Korelasi Parameter Pengamatan**

| | C-organik | Retensi air | Pori air tersedia | Biomassa Kering Tanaman |
|---|---|---|---|---|
| C-organik | 1 | | | |
| Retensi air | 0,553* | 1 | | |
| Pori air tersedia | 0,596** | 0,834** | 1 | |
| Biomassa kering tanaman | 0,689** | 0,568** | 0,564** | 1 |

**Lampiran 11. Dokumentasi Kegiatan Penelitian**

1. Rumah Kaca

Pengamatan Tinggi Tanaman

Pengamatan Diameter Batang

Pemanenan

Pengambilan Contoh Tanah Utuh

2. Laboratorium

Penetapan Berat Isi Tanah

Penetapan Tekstur Tanah

Penetapan Retensi Air Tanah

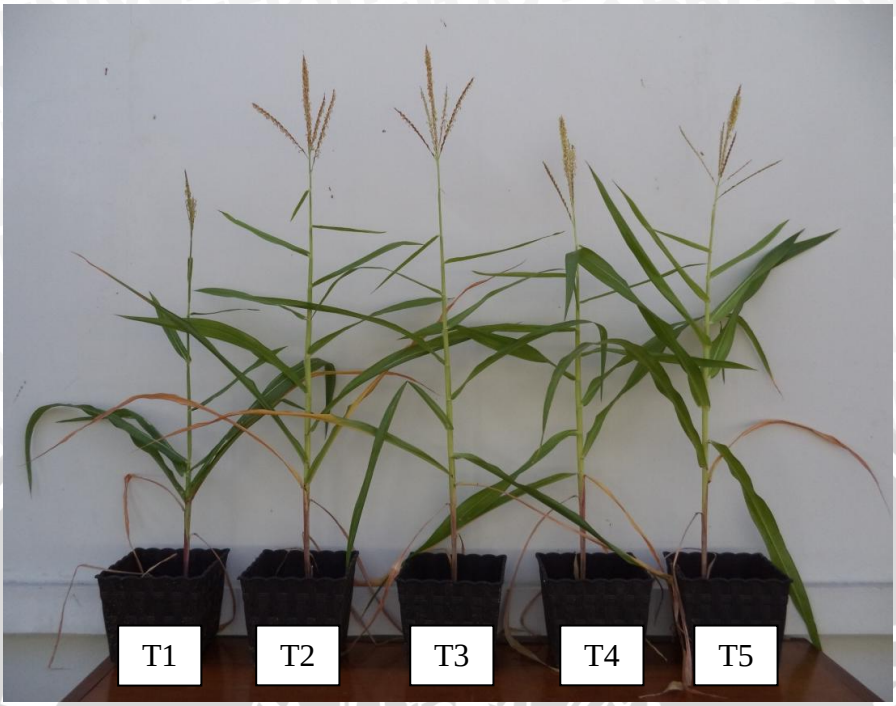
Penetapan Permeabilitas Tanah

Penetapan Berat Jenis Tanah

Penetapan Kadar C-organik Tanah

Penetapan pH Tanah

**Lampiran 12. Dokumentasi Tanaman Jagung**




Pengamatan 9 MST

Contoh daun yang terserang *Aphis maidis*