



**PENGARUH PEMBERIAN ABU KETEL DAN FORMULASI *Trichoderma harzianum* TERHADAP SIFAT-SIFAT KIMIA TANAH, PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN SAWI (*Brassica juncea* L.) PADA TANAH PASIRAN**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**RYISTINOVA NURTANIO DESTA CLAUDIA SAIROZI  
141510501206**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**



**PENGARUH PEMBERIAN ABU KETEL DAN *Trichoderma harzianum*  
TERHADAP SIFAT KIMIA, PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI  
TANAMAN SAWI (*Brassica juncea* L.) PADA TANAH PASIRAN**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Sarjana (S1) pada Program Studi Agroteknologi  
Fakultas Pertanian Universitas Jember

Oleh

**RYISTINOVA NURTANIO DESTA CLAUDIA SAIROZI**

**NIM.141510501206**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITASJEMBER**

**2020**

## PERSEMBAHAN

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan lancar, skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua yang paling saya cintai Ayahanda Muh. Imam Sairozi dan Ibunda Ratna Yuliana. Terimakasih telah memberikan dukungan yang sangat luar biasa baik secara moril maupun materiil, serta tak pernah lelah dan selalu berada disisi saya untuk menasehati, menyemangati, dan memberikan doa, merupakan kekuatan saya untuk tetap berjuang menyelesaikan pendidikan Sarjana Pertanian;
2. Adik saya Fergie Ihza Tryisna Addaraquthniy Sairozi, yang menjadi motivasi saya untuk berjuang dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
3. Guru-guru saya yang telah bersedia memberikan ilmu, waktu dan bimbingan dengan penuh kesabaran selama saya berada di TK hingga sampai Perguruan Tinggi;
4. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember.

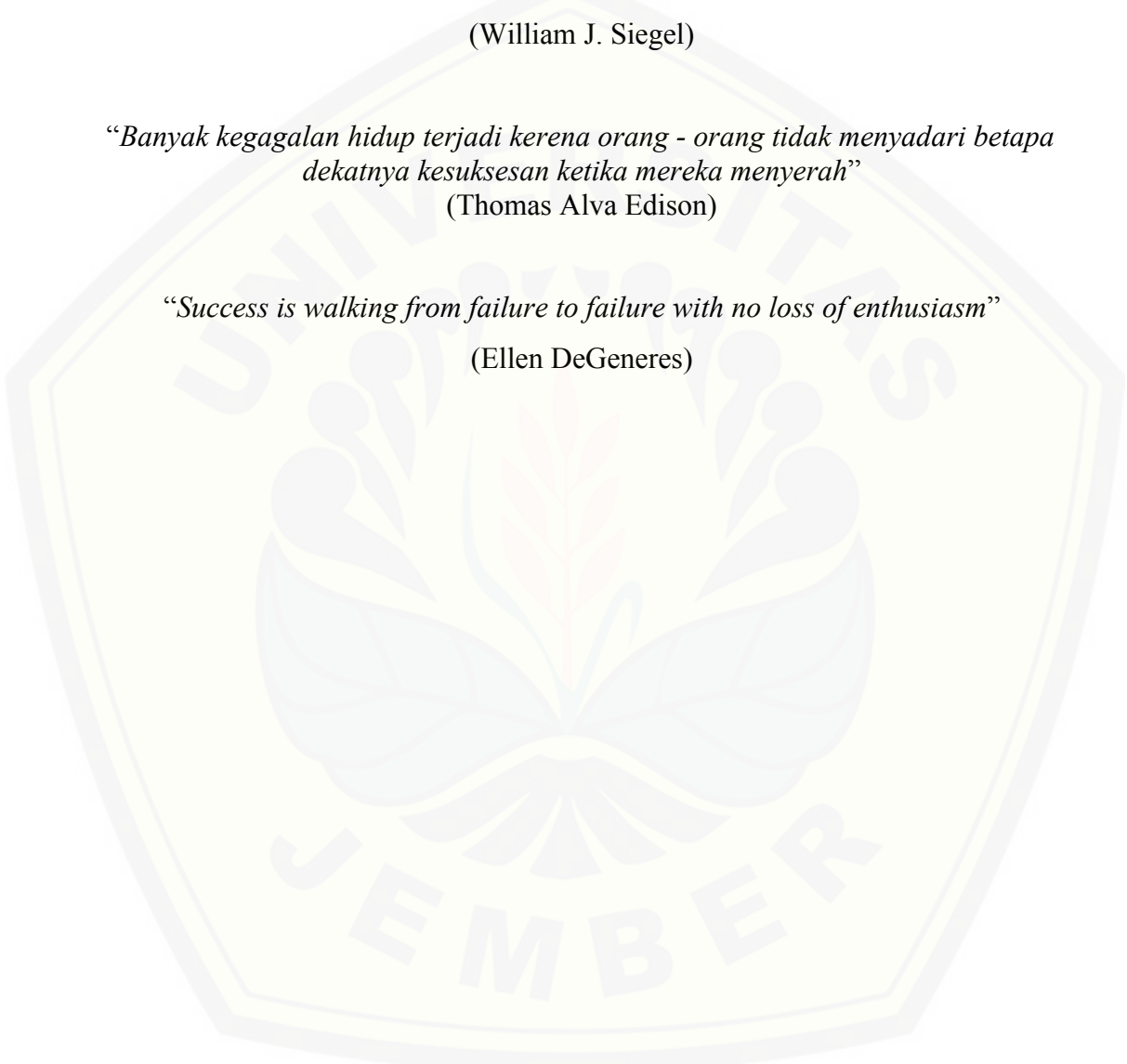
**MOTTO**

*“Sesungguhnya Allah tidak akan merubah keadaan suatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”*  
(QS. Ar Ra’d : 11)

*“Manusia tidak merancang untuk gagal, mereka gagal untuk merancang”*  
(William J. Siegel)

*“Banyak kegagalan hidup terjadi kerana orang - orang tidak menyadari betapa dekatnya kesuksesan ketika mereka menyerah”*  
(Thomas Alva Edison)

*“Success is walking from failure to failure with no loss of enthusiasm”*  
(Ellen DeGeneres)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ryistinova Nurtanio Desta Claudia Sairozi

NIM : 141510501206

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Pengaruh Pemberian Abu Ketel dan *Trichoderma harzianum* terhadap Sifat Kimia, Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) pada Tanah Pasiran”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 30 Januari 2020  
yang menyatakan,

Ryistinova Nurtanio Desta Claudia Sairozi  
NIM. 141510501206

**SKRIPSI**

**PENGARUH PEMBERIAN ABU KETEL DAN *Trichoderma harzianum*  
TERHADAP SIFAT KIMIA, PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI  
TANAMAN SAWI (*Brassica juncea* L.) PADA TANAH PASIRAN**

Oleh :

**RYISTINOVA NURTANIO DESTA CLAUDIA SAIROZI  
NIM. 141510501206**

Dosen Pembimbing : Pembimbing :  
Skripsi : Dr. Ir. Tarsicius Sutikto, M. Sc.  
NIP. 195508051982121001

**PENGESAHAN**

Skripsi yang Berjudul “Pengaruh Pemberian Abu Ketel dan *Trichoderma harzianum* terhadap Sifat Kimia, Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) pada Tanah Pasiran”, telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Kamis  
Tanggal : 30 Januari 2020  
Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

**Dosen Pembimbing Skripsi,**

**Dr. Ir. Tarsicius Sutikto, M.Sc**  
**NIP. 195508051982121001**

**Penguji I,**

**Ir. Abdul Majid, MP**  
**NIP. 196709061992031004**

**Penguji II,**

**Dr. Ir. Mohammad Hoesain, MS.**  
**NIP. 196401071988021001**

**Mengesahkan  
Dekan,**

**Ir. Sigit Soeparjono, MS. Ph.D**  
**NIP. 196005061987021001**



## RINGKASAN

**Pengaruh Pemberian Abu Ketel dan *Trichoderma harzianum* terhadap Sifat Kimia, Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) pada Tanah Pasiran); Ryistinova Nurtanio Desta Claudia Sairozi; 141510501206; 2020; 90 halaman; Program Studi Agroteknologi; Fakultas Pertanian; Universitas Jember.**

Tanah pasiran merupakan salah satu alternatif media yang dapat dimanfaatkan dalam budidaya tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). Karakteristik tanah pasiran yaitu bertekstur pasir, struktur berbutir, konsistensi lepas - lepas (kering), sangat porous, sehingga menyebabkan daya jerap air maupun pupuk tergolong sangat rendah, miskin unsur hara dan kurang mendukung untuk pertumbuhan tanaman. Pengelolaan terhadap tanah pasiran dapat dilakukan dengan pemberian bahan pembenah tanah yang berasal dari abu ketel yang dikombinasikan dengan *Trichoderma harzianum* diharapkan mampu memperbaiki tingkat kesuburan pada tanah pasiran dan produktivitas sawi.

Penelitian ini dilakukan pada Bulan Maret 2019 sampai Bulan Mei 2019 di *Green House*, Laboratorium Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember dan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama (A): Abu ketel yang terdiri dari empat taraf yaitu: 1. Kontrol (A0), 2. Abu ketel 30 g/6 kg tanah dalam pot (A1), 3. Abu ketel 60g/6 kg tanah dalam pot (A2), 4. Abu ketel 90 g/6 kg tanah dalam pot (A3) dan faktor kedua (B): *Trichoderma harzianum* yang terdiri dari empat taraf yaitu: 1. Kontrol (B0), 2. *Trichoderma harzianum* 2,5 g/tanaman (B1), 3. *Trichoderma harzianum* 5 g/tanaman (B2), 4. *Trichoderma harzianum* 7,5 g/tanaman (B3). Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian abu ketel dan *Trichoderma harzianum* terhadap sifat kimia tanah pasiran dan untuk mengetahui pengaruh kedua faktor tersebut terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi (*Brassica juncea* L.).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara abu ketel dan *Trichoderma harzianum* berpengaruh sangat nyata terhadap pH tanah, KTK tanah, C-organik tanah dan kandungan N-total tanah. Faktor tunggal *Trichoderma harzianum* berpengaruh nyata terhadap P-tersedia tanah dan K-tersedia tanah. Interaksi antara abu ketel dan *Trichoderma harzianum* juga berpengaruh nyata



terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, panjang perakaran, berat basah maupun berat kering tanaman. Perlakuan A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> yaitu kombinasi antara abu ketel dan *Trichoderma harzianum* mampu meningkatkan sifat kimia tanah serta pertumbuhan maupun produksi tanaman sawi pada tanah pasiran.



#### SUMMARY

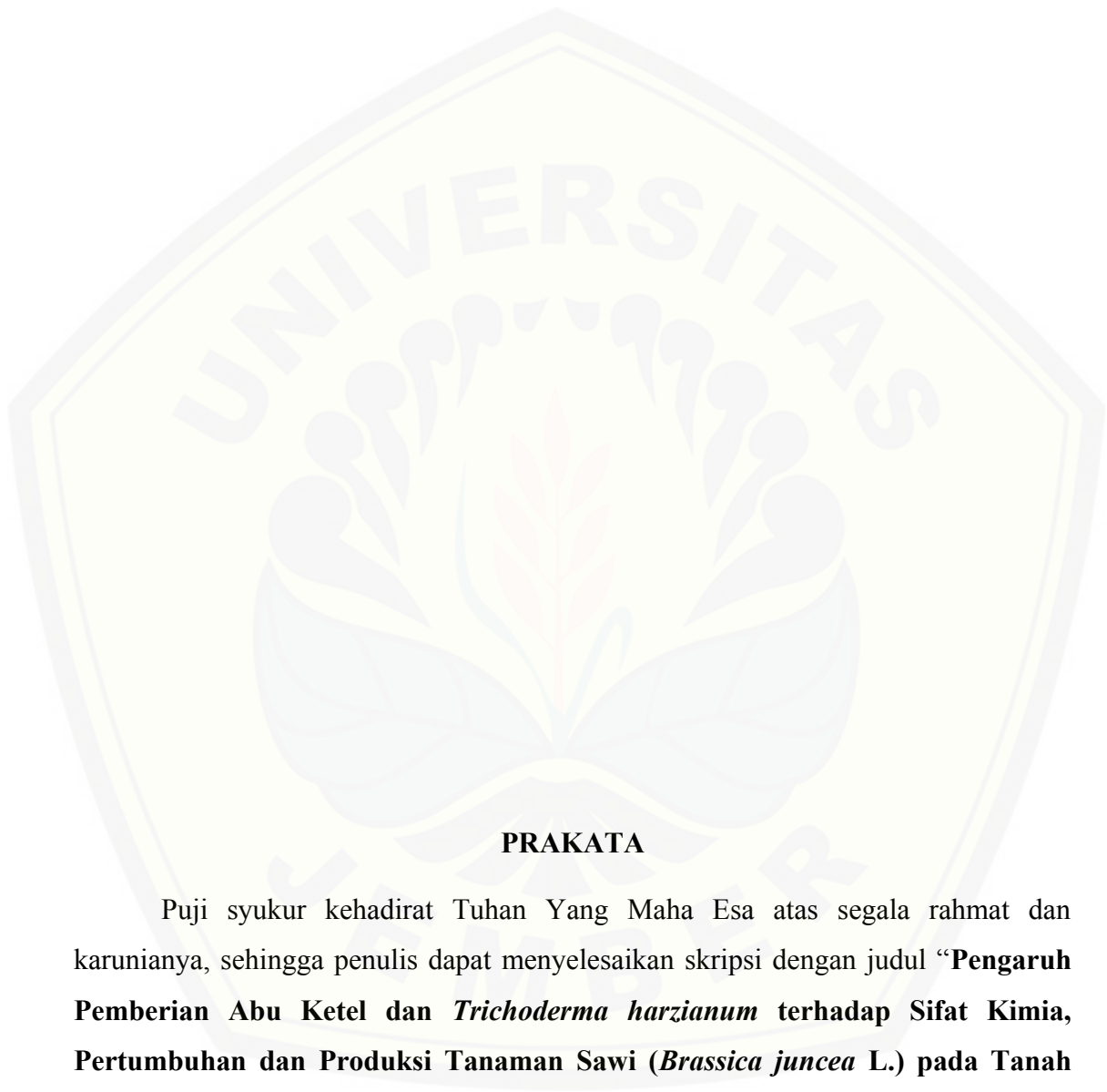
**The Effect of Sugarcane Boiler Ash and *Trichoderma harzianum* on Chemical Properties, Plant Growth and Production of Mustard (*Brassica juncea* L.) on**

**Sandy Soil.** Ryistinova Nurtanio Desta Claudia Sairozi; 141510501206; 2020; 90 pages; Study Program of Agrotechnology; Faculty of Agriculture; University of Jember.

Sandy soil is one alternative media that can be utilized in the cultivation of mustard plants (*Brassica juncea* L.). The characteristics of sandy soils are sand texture, grained structure, consistency of loose, very porous, causing water absorption and fertilizer to be classified as very low, poor nutrient and less supportive for plant growth. Management of sandy soil can be done by applying soil conditioner from sugarcane boiler ash combined with *Trichoderma harzianum* is expected to improve fertility on sandy soils and mustard productivity.

The research was carried out from March 2019 to May 2019 at the Green House, of the Laboratory of Soil Fertility at the Faculty of Agriculture, Jember University. The research operationalized factorial completely randomized design, which comprised of two factors and three repetitions, in which each treatment covered one repetition from three polybags. The first factor (A): Boiler ash consisting of four levels, namely: 1. Control (A<sub>0</sub>), 2. Sugarcane boiler ash 30 g/6kg of soil in pots (A<sub>1</sub>), 3. Sugarcane boiler ash 60 g/6kg of soil in pots (A<sub>2</sub>), 4. Sugarcane boiler ash 90 g/6kg of soil in pots (A<sub>3</sub>) and second factor (B): *Trichoderma harzianum* consisting of four levels, namely: 1. Control (B<sub>0</sub>), 2. *Trichoderma harzianum* 2.5 g/ plant (B<sub>1</sub>), 3. *Trichoderma harzianum* 5 g/plant (B<sub>2</sub>), 4. *Trichoderma harzianum* 7.5 g/plant (B<sub>3</sub>). The purpose of this study was to determine the effect of giving sugarcane boiler ash and *Trichoderma harzianum* on the chemical properties of sandy soils and to determine the effect of these two factors on the growth and production of mustard plants (*Brassica juncea* L.).

The results showed that the interaction between sugarcane boiler ash and *Trichoderma harzianum* significantly affected soil pH, CEC soil, C-organic soil and total N-soil content. The single factor *Trichoderma harzianum* significantly affects P-available and K-available. The interaction between sugarcane boiler ash and *Trichoderma harzianum* also significantly affected plant height, number of leaves, leaf area, root length, wet weight and dry weight of the plant. A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> treatment, which is a combination of sugarcane boiler ash and *Trichoderma harzianum*, can improve soil chemical properties and growth and production of mustard plants in sandy soils.



## **PRAKATA**

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Pengaruh Pemberian Abu Ketel dan *Trichoderma harzianum* terhadap Sifat Kimia, Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) pada Tanah Pasiran**)” dengan baik.

Penyelesaian Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih atas semua dukungan dan bantuan kepada :

1. Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.

2. Ir. Hari Purnomo, M.Si., Ph.D, DIC., selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.
3. Dr. Ir. Cahyoadi Bowo selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.
4. Dr. Ir. Tarsicius Sutikto, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Utama; Ir. Abdul Majid, M.P selaku Dosen Penguji I dan Dr. Ir. Mochamad Hoesain, M.S selaku Dosen Penguji II yang telah membimbing, meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.
5. Dr. Ir. Mochamad Hoesain, M.S selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Bapak dan ibu dosen Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan.
7. Orang tua ku Ayahanda Muh. Imam Sairozi dan Ibunda Ratna Yuliana serta adikku Fergie Ihza Tryisna Addaraquthniy Sairozi yang selalu memberikan doa, kasih sayang, semangat, motivasi dan dukungan hingga terselesaikannya skripsi ini.
8. Sahabatku Dewi Syarifah Bulan, Ayu Nur Azizah, dan Zayyin Rizky yang telah banyak memotivasi demi terselesaikannya tugas akhir ini.
9. Teman seperjuangan Rizka Wildani, Fitria Dwi Darmayati, Dian Krisna, Shabrina Refita Safitri, Faiz stania, dan Nindy Noviani suka, duka, kerja keras, bantuan, motivasi dan masukan ide-ide penulisan, serta kerjasamanya dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Keluarga PANJALU, Keluarga IMAGRO, rekan-rekan di HIMAHITA, rekan-rekan KKN dan magang serta Agroteknologi 2014 yang telah menemani, memberikan semangat, dan dukungan, serta begitu banyaknya pengalaman.
11. Teknisi laboratorium yaitu Pak Jimmy yang banyak membantu, memberi masukan serta mengajarkan bagaimana menutupi kekurangan - kekurangan selama penelitian.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu namun telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga karya ilmiah tertulis ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca sekalian.

Jember, 30 Januari 2020

Penulis

**DAFTAR ISI**

	<b>Halaman</b>
<b>COVER SKRIPSI.....</b>	<b>i</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>MOTTO.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>Halaman Judul.....</b>	<b>v</b>
<b>PENGESAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>PRAKATA.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xvii</b>

<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Tujuan.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Manfaat.....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Tanaman Sawi (<i>Brassica juncea</i> L.).....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Kondisi Lingkungan Tanaman Sawi.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 Abu Ketel.....</b>	<b>5</b>
<b>2.4 <i>Trichoderma harzianum</i>.....</b>	<b>6</b>
<b>2.5 Tanah Pasiran.....</b>	<b>8</b>
<b>2.6 pH Tanah.....</b>	<b>8</b>
<b>2.7 Kapasitas Tukar Kation Tanah.....</b>	<b>9</b>
<b>2.8 C-organik Tanah.....</b>	<b>10</b>
<b>2.9 N-total Tanah.....</b>	<b>10</b>
<b>2.10 P-tersedia Tanah.....</b>	<b>11</b>
<b>2.11 K-tersedia Tanah.....</b>	<b>12</b>
<b>2.12 Hipotesis.....</b>	<b>12</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Waktu dan Tempat.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....</b>	<b>13</b>
3.2.1 Alat Penelitian.....	13
3.2.2 Bahan Penelitian.....	13
<b>3.3 Rancangan Percobaan.....</b>	<b>13</b>
3.3.1 Kombinasi Perlakuan.....	14
3.3.2 Denah Percobaan.....	15
<b>3.4 Pelaksanaan Penelitian.....</b>	<b>15</b>
3.4.1 Tahap Persiapan Media Semai.....	15
3.4.2 Tahap Penyemaian.....	15
3.4.3 Tahap Periapan Media Tanam.....	16
3.4.4 Tahap Penanaman.....	16



3.4.5 Tahap Pemeliharaan.....	16
3.4.6 Tahap Pengamatan.....	16
a. Tinggi Tanaman (cm).....	17
b. Jumlah Daun (helai).....	17
c. Luas Daun (cm <sup>2</sup> ).....	17
d. Panjang Perakaran (cm).....	17
e. Berat Basah (g).....	17
f. Berat Kering (g).....	18
3.4.7 Tahap Pemanenan.....	18
3.4.8 Analisis Sifat Fisika dan Kimia Tanah di Laboratorium.....	18
3.5 Analisis Data.....	18
3.5 Diagram Alir.....	19
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>20</b>
4.1 Analisis Pendahuluan.....	20
4.1.1 Karakteristik Tanah Penelitian.....	20
4.1.1 Karakteristik Abu Ketel.....	22
4.2 Pengaruh Abu Ketel dan <i>Trichoderma harzianum</i> terhadap Sifat Kimia Tanah.....	22
4.2.1 pH Tanah.....	23
4.2.2 Kapasitas Tukar Kation Tanah.....	24
4.2.3 C-organik Tanah.....	25
4.2.4 N-total Tanah.....	27
4.2.5 P-tersedia Tanah.....	28
4.2.6 K-tersedia Tanah.....	28
4.3 Pengaruh Abu Ketel dan <i>Trichoderma harzianum</i> terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi .....	30
4.3.1 Tinggi Tanaman.....	30
4.3.2 Jumlah Daun.....	32
4.3.3 Luas Daun.....	34
4.3.4 Panjang Perakaran.....	35
4.3.5 Berat Basah.....	36
4.3.6 Berat Kering.....	38
4.4 Pembahasan Umum.....	40



4.4.1 pH Tanah.....	40
4.4.2 Kapasitas Tukar Kation Tanah.....	41
4.4.3 C-organik Tanah.....	42
4.4.4 N-total Tanah.....	42
4.4.5 P-tersedia Tanah.....	43
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>45</b>
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>47</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	19
Gambar 4.1 Hasil Analisis pH Tanah Hari ke-28.....	24
Gambar 4.2 Hasil Analisis KTK Tanah Hari ke-28.....	25
Gambar 4.3 Hasil Analisis C-organik Tanah Hari ke-28.....	26
Gambar 4.4 Hasil Analisis N-total Tanah Hari ke-28.....	27
Gambar 4.5 Hasil Analisis P-tersedia Tanah Hari ke-28.....	13
Gambar 4.6 Hasil Analisis K-tersedia Tanah Hari ke-28.....	15
Gambar 4.7 Pengamatan Luas Permukaan Daun Setiap Minggu.....	32
Gambar 4.8 Panjang Perakaran Hari ke-28.....	34
Gambar 4.9 Pengukuran Berat Basah Tanaman.....	35
Gambar 4.10 Pengukuran Berat Kering Tanaman.....	37



UNIVERSITAS

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Denah Percobaan dalam Greenhouse.....	15
Tabel 3.2 Pengamatan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi.....	24
Tabel 4.1 Hasil Analisis Pendahuluan Tanah yang Digunakan.....	28
Tabel 4.2 Hasil Analisis Pendahuluan Abu Ketel yang Digunakan.....	29
Tabel 4.3 Rangkuman F-hitung Hasil Analisis Akhir Variabel Pengamatan Sifat Kimia Tanah.....	44
Tabel 4.4 Interaksi Abu Ketel dan <i>Trichoderma harzianum</i> terhadap pH Tanah.....	44
Tabel 4.5 Interaksi Abu Ketel dan <i>Trichoderma harzianum</i> terhadap KTK Tanah.....	44
Tabel 4.6 Interaksi Abu Ketel dan <i>Trichoderma harzianum</i> terhadap C-organik Tanah.....	44

Tabel 4.7	Interaksi Abu Ketel dan <i>Trichoderma harzianum</i> terhadap N-total Tanah.....	44
Tabel 4.8	Rangkuman F-hitung Hasil Analisis Akhir Variabel Pengamatan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman.....	44
Tabel 4.9	Rerata Tinggi Tanaman Minggu ke-1 sampai Minggu ke-4.....	29
Tabel 4.10	Interaksi Abu Ketel dan <i>Trichoderma harzianum</i> terhadap Tinggi Tanaman.....	44
Tabel 4.11	Rerata Jumlah Daun Minggu ke-1 sampai Minggu ke-4.....	29
Tabel 4.12	Interaksi Abu Ketel dan <i>Trichoderma harzianum</i> terhadap Jumlah Daun Tanaman.....	44
Tabel 4.13	Interaksi Abu Ketel dan <i>Trichoderma harzianum</i> terhadap Luas Daun Tanaman.....	44
Tabel 4.14	Interaksi Abu Ketel dan <i>Trichoderma harzianum</i> terhadap Panjang Perakaran Tanaman.....	44
Tabel 4.15	Interaksi Abu Ketel dan <i>Trichoderma harzianum</i> terhadap Berat Basah Tanaman.....	44
Tabel 4.14	Interaksi Abu Ketel dan <i>Trichoderma harzianum</i> terhadap Berat Kering Tanaman.....	44

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang banyak dikonsumsi oleh penduduk Indonesia. Daerah penanaman tanaman sawi yang cocok mulai dari ketinggian 5 - 1200 mdpl, namun kebanyakan tanaman sawi dibudidayakan pada ketinggian 100 - 500 mdpl. Tanah yang cocok untuk ditanami sawi yaitu tanah yang gembur, banyak mengandung humus, subur, serta memiliki aerasi dan drainase yang baik. Tanah yang paling baik untuk budidaya tanaman sawi yaitu tanah yang memiliki derajat kemasaman (pH) tanah berkisar antara 6 - 7 (Haryanto dkk., 2007).

Secara fisik, tanah pasiran cocok digunakan sebagai media tanam yang dapat dimanfaatkan dalam budidaya tanaman sawi. Sisi lain tanah pasiran yaitu memiliki keterbatasan dalam hal sifat - sifat kimia seperti daya jerap pupuk tergolong sangat rendah, miskin unsur hara dan bahan organik. Hal ini menyebabkan tanah pasiran memiliki tingkat kesuburan yang sangat rendah (Hou *et al.*, 2013).

Abu ketel termasuk salah satu sumber bahan organik yang berfungsi sebagai bahan pembenah tanah baik secara fisik, kimia maupun biologi tanah (Tambunan dkk., 2014). Abu ketel merupakan limbah hasil dari pembakaran blotong tebu atau ampas tebu dengan produksi rata-rata 0,3% - 0,6% dari total penggilingan tebu (Wibowo dkk., 2016). Abu ketel memiliki kandungan C tinggi yang karakteristiknya sama seperti "biochar" walaupun hasil dari proses gasifikasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Nita dkk. (2015) menyimpulkan bahwa pemberian abu ketel dengan dosis 40 ton/ha dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman tebu. Hasil penelitian Topani dkk. (2015) menunjukkan bahwa abu ketel yang diaplikasikan pada tanah, dapat meningkatkan kandungan N, P dan K tersedia. Abu ketel memiliki nilai pH yang cenderung agak alkalis (7,25 (rendah) dan 7,32 (sedang)). Menurut Abror dkk. (2017), perlakuan pemberian abu ketel

juga berpengaruh terhadap tinggi tanaman. Hal ini dikarenakan sifat dari abu ketel yang tidak berbeda jauh dengan biochar.

Pemberian cendawan sejenis *Trichoderma harzianum* ke dalam pembuatan kompos bertujuan agar dapat mempercepat proses dekomposisi bahan organik. Penggunaan mikroorganisme dapat membantu penyediaan unsur N, P dan K pada tanah sehingga dapat meningkatkan kualitas tanaman. Mikroorganisme yang diberikan bersama bahan organik juga dapat meningkatkan mutu agregat tanah (Ginanjari dkk., 2016).

Tanaman pada tanah yang diberi *Trichoderma harzianum* mengalami peningkatan pertumbuhan yang dapat dilihat dari adanya peningkatan perkecambahan, pembungaan dan berat tanaman. Hasil penelitian Sepwanti dkk. (2016) menunjukkan bahwa pemberian kompos yang diperkaya dengan *Trichoderma harzianum* berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah buah per tanaman, berat buah dan berat buah per tanaman. Pemberian *Trichoderma harzianum* terbaik terdapat pada dosis 20 gram per tanaman. Hal ini dikarenakan *Trichoderma harzianum* merupakan jamur tanah yang berperan dalam menguraikan bahan organik tanah, dimana bahan organik tanah ini mengandung beberapa komponen zat seperti N, P, S dan Mg dan unsur hara lain yang dibutuhkan tanaman dalam pertumbuhannya. *T. harzianum* berfungsi untuk memecah bahan-bahan organik seperti N yang terdapat dalam senyawa kompleks. Nitrogen dimanfaatkan tanaman dalam merangsang pertumbuhan tanaman dan memberikan warna hijau pada daun.

Pemberian bahan pembenah tanah berupa abu ketel yang dikombinasikan dengan *Trichoderma harzianum* diharapkan mampu memperbaiki tingkat kesuburan pada tanah pasiran. Bahan organik yang diberikan ke dalam tanah akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil panen tanaman, baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung terhadap suplai hara maupun secara tidak langsung melalui modifikasi sifat-sifat fisika tanah seperti stabilitas agregat dan porositas tanah, sehingga dari hal tersebut dapat memperbaiki lingkungan perakaran dan merangsang pertumbuhan tanaman (Nita dkk., 2015).



## 1.2 Rumusan Masalah

Tanah pasiran merupakan salah satu alternatif media yang dapat dimanfaatkan dalam budidaya tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). Karakteristik tanah pasiran yaitu bertekstur pasir, struktur berbutir, konsistensi lepas - lepas (kering), sangat porous, sehingga menyebabkan daya jerap air maupun pupuk tergolong sangat rendah, miskin unsur hara dan kurang mendukung untuk pertumbuhan tanaman. Pengelolaan terhadap tanah pasiran dapat dilakukan dengan pemberian bahan pembenah tanah (abu ketel) yang dikombinasikan dengan *Trichoderma harzianum* kedalam tanah. Pemberian abu ketel dan *Trichoderma harzianum* diharapkan mampu memperbaiki tingkat kesuburan pada tanah pasiran dan produktivitas sawi. Berdasarkan penjelasan tersebut, maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengaruh pemberian abu ketel dan *Trichoderma harzianum* terhadap sifat kimia tanah pasiran?
2. Bagaimanakah pengaruh pemberian abu ketel dan *Trichoderma harzianum* terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi (*Brassica juncea* L.)?

## 1.3 Tujuan

1. Mengetahui pengaruh pemberian abu ketel dan *Trichoderma harzianum* terhadap sifat kimia tanah pasiran.
2. Mengetahui pengaruh pemberian abu ketel dan *Trichoderma harzianum* terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi (*Brassica juncea* L.).

## 1.4 Manfaat

1. Hasil penelitian diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan dalam penelitian selanjutnya.
2. Hasil penelitian diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi dalam aplikasi pupuk organik yang berasal dari abu ketel dan *Trichoderma harzianum* pada tanah pasiran sebagai bahan pembenah tanah.
3. Hasil penelitian diharapkan dapat dijadikan alternatif sebagai media tumbuh bagi tanaman sawi (*Brassica juncea* L.)

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.)

Sawi (*Brassica juncea* L.) merupakan jenis sayuran daun yang termasuk keluarga *cruciferae* serta memiliki nilai ekonomis tinggi. Tanaman sawi berasal dari Tiongkok (Cina) dan Asia Timur. Tanaman ini dibudidayakan sejak 2500 tahun yang lalu, dan menyebar ke daerah Filipina dan Taiwan. Masuknya sawi ke Indonesia pada abad XI bersama dengan lintas perdagangan jenis sayuran subtropis lainnya (Erawan dkk., 2013). Adapun klasifikasi tanaman sawi adalah sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Subdivisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledoneae</i>
Ordo	: <i>Hoeadales</i>
Famili	: <i>Cruciferae</i>
Genus	: <i>Brassica</i>
Spesies	: <i>Brassica juncea</i> L.

Tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) merupakan tanaman semusim yang berdaun lonjong, halus, tidak berbulu, dan tidak berkrop serta memiliki rasa pahit (Setyaningrum dan Saparinto, 2011). Batang tanaman sawi lebih pendek, tegap dan lebih langsing dibandingkan dengan tanaman petsai. Tanaman ini mempunyai akar tunggng dengan banyak akar samping yang dangkal. Bunganya mirip petsai, tetapi rangkaian tandan lebih pendek. Ukuran kuntum bunganya lebih kecil dengan warna kuning pucat spesifik. Biji berukuran kecil dan berwarna hitam kecoklatan. Biji terdapat dalam sisi dinding sekat polong yang gemuk (Supriati dan Herliana, 2010).

### 2.2 Kondisi Lingkungan Tanaman Sawi

Tanaman sawi dapat tumbuh baik di tempat yang berudara panas maupun berudara dingin sehingga dapat diusahakan di daerah dataran tinggi ataupun



dataran rendah. Daerah penanaman yang cocok mulai dari ketinggian 5-1200 m dpl, namun biasanya tanaman sawi banyak dibudidayakan pada ketinggian 100-500 mdpl. Sawi yang dibudidayakan di dataran tinggi akan cepat berbunga dibandingkan tanaman yang dibudidayakan di dataran rendah. Tanaman sawi dapat tumbuh optimal dalam suasana lembab. Tanah yang cocok untuk ditanami sawi yaitu tanah yang gembur, banyak mengandung humus, subur, serta pembuangan airnya baik. Derajat keasaman (pH) tanah yang optimum untuk pertumbuhannya berkisar antara 6 - 7 (Haryanto dkk., 2007). Tanah - tanah yang memiliki kandungan klei perlu pengelolaan lahan secara sempurna, antara lain pengolahan tanah yang cukup dalam, penambahan pasir dan pupuk organik dalam dosis tinggi (Rukmana, 1994).

### 2.3 Abu Ketel

Abu ketel merupakan sumber bahan organik yang berfungsi sebagai bahan pembenah tanah dalam upaya perbaikan kualitas tanah baik secara fisik, kimia maupun biologi tanah (Tambunan dkk., 2014). Pemberian bahan organik yang berasal dari abu ketel dapat memperbaiki sifat fisik tanah yaitu menurunkan berat isi, meningkatkan porositas tanah, meningkatkan C-organik tanah, meningkatkan stabilitas agregat tanah, dan kadar air tanah. Hal ini menyebabkan distribusi dan penetrasi akar lebih luas, sehingga serapan hara dan air menjadi lebih besar dan berdampak pada peningkatan pertumbuhan dan produksi tanaman (Nita dkk., 2015). Menurut Pambudi dkk. (2017), tujuan pemberian bahan organik yaitu untuk meningkatkan kesuburan tanah.

Abu ketel merupakan hasil dari pembakaran blotong tebu atau ampas tebu dengan produksi rata-rata 0,3% - 0,6% dari total penggilingan tebu (Wibowo dkk., 2016). Walaupun abu ketel merupakan hasil dari proses gasifikasi, tetapi abu ketel memiliki kandungan C tinggi yang karakteristiknya sama seperti "biochar", kandungan unsur silika dan beberapa unsur hara lainnya juga tinggi. Sifat dari abu ketel yang tidak berbeda jauh dengan biochar mempunyai kemampuan lebih besar dalam menyerap kation per unit karbon. Meningkatnya kemampuan untuk menahan hara terutama unsur N yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman.

Hal ini karena tersedianya N dalam jumlah yang cukup akan memperlancar proses metabolisme tanaman yang pada akhirnya mempengaruhi pertumbuhan batang, daun dan akar (Abror dkk., 2017).

Abu ketel memiliki banyak fungsi dan manfaat dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil produksi pada berbagai jenis tanaman pertanian. Hal ini dikarenakan didalam abu ketel banyak terdapat nutrisi yang penting untuk mendorong pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil panen. Berdasarkan analisis dasar abu ketel PG Bone memiliki pH 7,25, kandungan N 0,66%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 5,32%, dan K<sub>2</sub>O 4,36% (Topani dkk., 2015).

#### **2.4 *Trichoderma harzianum***

*Trichoderma harzianum* merupakan salah satu jamur perombak yang lengkap dibanding dengan jamur lain, karena menghasilkan enzim-enzim selulase yang potensial dalam merombak bahan organik. *Trichoderma harzianum* dapat digunakan untuk mempercepat pelapukan bahan organik sehingga sangat efektif untuk pembuatan kompos. Berbagai senyawa organik yang dihasilkan oleh *Trichoderma harzianum* dalam proses dekomposisi berbagai bahan organik berperan dalam memacu pertumbuhan, mempercepat proses pembungaan, meningkatkan biosintesis senyawa biokimia, menghambat patogen, bahkan meningkatkan produksi senyawa metabolit sekunder dan sebagainya (Krisman dkk., 2016).

*Trichoderma* merupakan mikrobia tanah yang mempunyai peranan penting dalam kesuburan tanah yang diantaranya: 1) Sebagai pengatur daur hara secara simultan sehingga membuat hara tersedia bagi tanaman, dan menyimpan hara yang belum dimanfaatkan tanaman. 2) Melaksanakan sintesis terhadap sebagian besar bahan organik yang bersifat stabil, seperti kompos yang berfungsi sebagai penyimpan hara dan berperan dalam memperbaiki struktur tanah (Charisma dkk., 2012).

Keefektifan penggunaan cendawan *Trichoderma* berkaitan dengan berbagai faktor lingkungan tanah baik abiotik maupun biotik tanah. Lingkungan tanah abiotik seperti konsentrasi hara, pH, kadar air, temperatur, pengolahan

tanah, dan penggunaan pupuk/pestisida. Faktor biotik (interaksi mikroba, spesies cendawan, tanaman inang, dan kompetisi antara cendawan *Trichoderma* (Subhan dkk., 2012).

Pemberian bahan organik yang didekomposisi oleh jamur saprofit *Trichoderma harzianum* mampu memacu jumlah batang dan pertumbuhan tanaman. Respon *Trichoderma harzianum* pada awal pertumbuhan tanaman membutuhkan waktu untuk memperbanyak diri dalam pupuk organik, sekaligus berperan sebagai dekomposer bahan organik dalam menyediakan unsur hara bagi tanaman. Semakin banyak mikroorganisme yang ada pada pupuk organik dapat membantu metabolisme dalam tanah sehingga tanah lebih mampu menyediakan unsur hara yang diperlukan tanaman. Agen hayati *Trichoderma harzianum* mampu mendekomposisi lignin, selulosa, dan kitin dari bahan organik menjadi unsur hara yang siap diserap tanaman (Lehar, 2012).

Penggunaan *Trichoderma harzianum* pada bahan organik merupakan alternatif dalam meningkatkan mikroba tanah yang akan mempercepat proses pengomposan, menjaga kesuburan tanah serta mikroba akan tetap hidup dan aktif di dalam kompos. Spesies *Trichoderma harzianum* disamping sebagai organisme pengurai juga berfungsi sebagai agen hayati dan stimulator pertumbuhan tanaman. *Trichoderma harzianum* memberikan pengaruh positif terhadap perakaran tanaman, pertumbuhan tanaman dan hasil produksi tanaman. Tanaman pada tanah yang diberi *Trichoderma harzianum* mengalami peningkatan pertumbuhan yang dapat dilihat dari adanya peningkatan perkecambahan, pembungaan dan berat tanaman (Sepwanti dkk., 2016).

Menurut Krisman dkk. (2016) menjelaskan bahwa pemberian cendawan jenis *Trichoderma* sp. ke dalam pembuatan kompos bertujuan agar dapat mempercepat proses dekomposisi bahan organik. Hal ini dikarenakan *Trichoderma* sp. dapat mengurai bahan organik seperti karbohidrat, terutama selulosa dengan bantuan enzim selulose. Enzim selulose merupakan enzim yang berperan dalam proses dekomposisi bahan organik. Penggunaan mikroorganisme dapat membantu penyediaan unsur N, P dan K pada tanah sehingga dapat

meningkatkan kualitas tanaman. Mikroorganismenya yang diberikan bersama bahan organik juga dapat meningkatkan mutu agregat tanah (Ginjar dkk., 2016).

## 2.5 Tanah Pasiran

Tanah pasiran merupakan salah satu lahan marginal yang berpotensi digunakan sebagai lahan pertanian mengingat luas lahan pertanian yang semakin menurun. Tanah pasiran memiliki keterbatasan baik pada sifat kimia, fisika maupun biologi tanah. Tanah pasiran adalah tanah yang teksturnya memiliki fraksi pasir >70 %, dengan porositas total <40 %, kurang dapat menyimpan air karena memiliki daya hantar air cepat, dan kurang dapat menyimpan hara karena kekurangan kandungan koloid tanah. Tanah yang didominasi oleh sebagian besar pasir merupakan tanah yang sangat mudah tererosi (Wahyudi dkk., 2008)

Tanah pasiran memiliki kapasitas menahan air yang rendah, kadar hara, kandungan bahan organik, serta tingkat kesuburan yang rendah. Hal ini dikarenakan karakteristik tanah pasiran yang bertekstur pasir, struktur berbutir, konsistensi lepas – lepas (kering), sangat porous, sehingga daya jerap air dan pupuk sangat rendah miskin hara dan kurang mendukung pertumbuhan tanaman. Tekstur tanah pasir ini sangat berpengaruh pada status dan distribusi air, sehingga berpengaruh pada sistem perakaran, kedalaman akar, hara dan pH (Hou *et al.*, 2013). Di sisi lain, tanah pasiran memiliki aerasi yang cukup tinggi sehingga terdapat banyak udara dalam ruang pori yang bisa dimanfaatkan untuk proses pertumbuhan akar tanaman serta luasan lahan sangat besar yang belum dimanfaatkan (Prasetyo dkk., 2014).

## 2.6 pH Tanah

Menurut Doraja (2012), pH atau derajat keasaman merupakan suatu nilai yang dapat menunjukkan aktivitas dari ion hidrogen di dalam air. Reaksi tanah menunjukkan sifat keasaman atau alkalinitas tanah yang dinyatakan dengan nilai pH. Nilai pH menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hidrogen ( $H^+$ ) di dalam tanah. Kadar ion  $H^+$  yang semakin meningkat di dalam tanah, maka semakin



masam pula tanah tersebut (Azmul dkk., 2016). Kemasaman tanah merupakan indikator kesuburan tanah, karena dapat mencerminkan ketersediaan hara di dalam tanah (Putri dkk., 2019).

pH (*potential of hidrogen*) tanah merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kelarutan unsur hara dalam tanah. Ketersediaan unsur hara makro dan mikro dalam tanah sangat dipengaruhi oleh pH tanah. Tanah yang memiliki pH agak masam hingga agak alkalis, ketersediaan unsur makro dan Mo meningkat (kecuali P), sedangkan hara P, Fe, Mn, Zn Cu, and Co menjadi tidak tersedia sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Berbeda halnya pada tanah masam, hara mikro (kecuali Mo and Bo) mengalami penurunan. Tanah yang memiliki pH tinggi dapat menimbulkan masalah fiksasi P sehingga mengurangi ketersediaan hara bagi tanaman (Kadarwati, 2016).

## 2.7 Kapasitas Tukar Kation Tanah

Kapasitas tukar kation (KTK) tanah menunjukkan kemampuan koloid tanah dalam menjerap dan mempertukarkan kation (Putri dkk., 2019). Nilai KTK suatu tanah dapat digunakan untuk petunjuk penyediaan unsur hara. Tanah yang memiliki nilai KTK tinggi mempunyai kemampuan tinggi dalam penyimpanan unsur hara (Azmul dkk., 2016). Nilai KTK tanah dapat dipengaruhi oleh sifat dan ciri tanah tersebut yaitu seperti pH tanah, tekstur atau jumlah liat, jenis mineral liat, dan bahan organik (Rahmi dan Biantary, 2014).

Tanah yang memiliki nilai KTK semakin tinggi maka koloid tanah akan semakin aktif. Koloid aktif dapat menjerap  $\text{NH}_4^+$ , dan dengan semakin banyak  $\text{NH}_4^+$  yang terjerap maka akan menghasilkan ammonium yang banyak sehingga terjadi nitrifikasi dalam tanah. Ion  $\text{H}^+$  yang dilepaskan dalam proses nitrifikasi tersebut yang dapat mengakibatkan pH menurun sehingga kelarutan Fe, Mn dan Al meningkat dan menyebabkan P terfiksasi dan tersedia di dalam tanah. Kepekatan ion  $\text{H}^+$  menentukan besarnya jumlah muatan pertukaran kation yang bergantung pada pH, dan juga muatan pertukaran anion, dan oleh sebab itu akan mempengaruhi kegiatan semua kation yang dapat dipertukarkan. Kelarutan

senyawa Fe, Al, dan Ca-fosfat bertambah dengan meningkatnya pH, akan tetapi sebaliknya kelarutan Ca-fosfat berkurang (Wilson dkk., 2015).

## 2.8 C-organik Tanah

Penambahan bahan organik pada tanah berbanding lurus dengan peningkatan C-organik tanah, dan penahanan lengas tanah. Pemberian bahan organik dapat meningkatkan kandungan C-organik tanah dan juga dengan peningkatan C-organik tanah juga dapat mempengaruhi sifat tanah menjadi lebih baik secara fisik, kimia maupun biologi. Karbon merupakan sumber makanan mikroorganisme tanah, sehingga keberadaan C-organik dalam tanah akan memacu kegiatan mikroorganisme sehingga meningkatkan proses dekomposisi tanah dan juga reaksi-reaksi yang memerlukan bantuan mikroorganisme, misalnya pelarutan P, dan fiksasi N (Afandi dkk., 2015).

Bahan organik dalam bentuk C-organik tanah harus dipertahankan tidak kurang dari 2%, agar kandungan bahan organik dalam tanah tidak menurun dengan waktu akibat proses dekomposisi mineralisasi maka sewaktu pengolahan tanah penambahan bahan organik mutlak harus diberikan setiap tahun. Kandungan bahan organik antara lain sangat erat berkaitan dengan KTK (Kapasitas Tukar Kation) tanah dan dapat meningkatkan KTK tanah (Azmul dkk., 2016).

## 2.9 N-total Tanah

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara makro dan termasuk hara utama bagi pertumbuhan tanaman. Hal ini dikarenakan nitrogen merupakan penyusun dari semua protein dan asam nukleat atau dapat dikatakan bahwa unsur nitrogen berfungsi sebagai penyusun protoplasma secara keseluruhan. Nitrogen diambil oleh tanaman dalam bentuk amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dan nitrat ( $\text{NO}_3^+$ ) (Azmul dkk., 2016).

Hara nitrogen dalam tanah bersifat *mobile* dan mudah mengalami perubahan bentuk (transformasi) sehingga tidak banyak tersedia bagi tanaman. Unsur N lebih banyak (79%) berasal dari atmosfer, oleh karena itu sebagian besar N di dalam tanah dapat disediakan melalui penambahan pupuk (Kadarwati, 2016).

Banyaknya kandungan N tanah tersebut tergantung dari keadaan lingkungannya seperti iklim dan macam vegetasi. Vegetasi yang tumbuh di atas tanah dan kecepatan dekomposisinya merupakan faktor penyebab perubahan terhadap kandungan N dalam tanah (Rahmi dan Biantary, 2014).

### 2.10 P-tersedia Tanah

Ketersediaan P dalam tanah erat kaitannya dengan kandungan C-organik dalam tanah. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi C-organik pada bahan organik, maka akan terjadi dekomposisi yang menghasilkan asam - asam organik yang menghasilkan anion organik, kemudian akan mengikat ion Al, Fe dan Ca sehingga membentuk senyawa kompleks yang mengakibatkan P menjadi tersedia di dalam larutan tanah. Anion - anion organik dapat mengikat logam - logam seperti Al, Fe, dan Ca dari dalam larutan tanah, kemudian membentuk senyawa kompleks yang bersifat sukar larut (Wilson dkk., 2019).

Unsur P dalam tanah berasal dari desintegrasi mineral yang mengandung P seperti apatit, dan dekomposisi bahan organik. Kelarutan senyawa P anorganik dan P organik di dalam tanah umumnya sangat rendah, sehingga hanya sebagian kecil P tanah yang berada dalam larutan tanah (P tersedia). Ketersediaan unsur P juga dapat disebabkan karena pH tanah yang rendah sehingga kelarutan Al yang tinggi menyebabkan P menjadi tidak tersedia. Tanah masam (pH rendah), P larut akan bereaksi dengan Al dan Fe dan oksida - oksida hidrus lainnya membentuk senyawa Al-P dan Fe-P yang relatif kurang larut, sehingga P tidak dapat diserap oleh tanaman (Rahmi dan Biantary, 2014).

Menurut Azmul dkk. (2016) menyebutkan bahwa ketersediaan fosfor di dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu (1) pH tanah (2) Fe, Al, Mn yang terlarut (3) tersedianya bahan organik (4) jumlah bahan organik (5) kegiatan mikroorganisme. Fosfor organik dalam tanah terdapat dalam beberapa fraksi terikat aluminium (Al-P) dan terikat besi (Fe-P). Bentuk - bentuk fosfor yang diserap tanah adalah orthophospat primer dan sekunder ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan  $\text{HPO}_4^{2-}$ ). Ketersediaan ini di dalam tanah dipengaruhi oleh pH tanah. Jika pH tanah rendah



(masam)  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  lebih dominan dan apabila pH tanah tinggi (basa)  $\text{HPO}_4^{2-}$  lebih dominan. Ketersediaan P maksimal terjadi pada pH 6 sampai pH 7.

### 2.11 K-tersedia Tanah

Kalium adalah unsur utama pada produksi tanaman dimana kekurangan K akan berpengaruh terhadap penurunan hasil panen. Kalium merupakan kation monovalent yang berperan dalam aktivator beberapa enzim seperti pyruvat-kinase yang berperan dalam siklus krebs. Kalium tersedia dalam tanah untuk dapat diserap tanaman dalam bentuk K dapat ditukar (K<sub>dd</sub>) dan K larutan (K<sup>+</sup>) (Putri dkk., 2018).

Kandungan nilai kalium pada tanah bergantung pada nilai KTK. Kapasitas tukar kation yang semakin besar meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan K, dengan demikian larutan tanah lambat melepaskan K dan menurunkan potensi pencucian. Senyawa K hasil pelapukan mineral, di dalam tanah dijumpai jumlah yang bervariasi tergantung jenis bahan induk pembentuk tanah, tetapi karena unsur ini mempunyai ukuran bentuk terhidrasi yang relatif besar dan bervalensi 1, maka unsur ini tidak kuat dijerap muatan permukaan kaloid, sehingga mudah mengalami pelindian (*leaching*) dari tanah. Keadaan ini menyebabkan ketersediaan unsur ini dalam tanah umumnya rendah dibanding basa - basa lain, meskipun bahan induk tanahnya adalah mineral berkalium relatif tinggi (Azmul dkk., 2016).

Besar kecilnya kandungan kalium di dalam tanah dikarenakan unsur hara kalium di tanah terbentuk lebih stabil dari unsur hara nitrogen, dan lebih cepat *mobile* dari unsur hara fosfor sehingga mudah berpindah terbawa air hujan dan temperatur dapat mempercepat pelepasan dan pelapukan mineral dalam pencucian kalium. Kadar kalium yang tersedia di dalam tanah dapat berkurang dikarenakan diserap oleh tanaman (Afandi dkk., 2015).

### 2.12 Hipotesis

Pemberian abu ketel dan *Trichoderma harzianum* terhadap perubahan sifat kimia tanah pasiran, pertumbuhan dan produksi tanaman sawi pada tanah pasiran.

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2019 sampai Mei 2019. Penelitian dilaksanakan dengan tiga tahap yaitu tahap pendahuluan dilaksanakan di Laboratorium Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember. Tahap kedua penanaman tanaman sawi serta aplikasi perlakuan di *Green House* Fakultas Pertanian Universitas Jember dan tahap ketiga analisis sifat - sifat kimia tanah di Laboratorium Kesuburan Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Jember.

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan selama penelitian yaitu pot, timbangan analitik, oven, alat gojok, pH meter, Spektrofotometer, AAS, alat titrasi, alat destruksi dan alat destilasi.

#### 3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan selama penelitian adalah sebagai berikut: benih sawi, abu ketel, *Trichoderma harzianum*, tanah pasiran, bahan-bahan untuk analisis tekstur tanah (Hidrogen peroksida ( $H_2O_2$  30%) dan Natrium Pyrophospat ( $Na_2PO_4O_7$ ) 0,2 N) serta bahan-bahan yang digunakan untuk analisis sifat – sifat kimia tanah seperti pH (aquadest), KTK (Kapasitas Tukar Kation), C-organik, N-total, P-tersedia dan K-tersedia.

### 3.3 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial yang terdiri atas dua faktor yaitu dosis abu ketel dan dosis *Trichoderma harzianum*. Masing masing faktor terdiri atas 4 taraf sehingga jumlah perlakuannya sebanyak 16 perlakuan. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga total satuan percobaan sebanyak 48 satuan percobaan.

Faktor 1 : Dosis abu ketel dengan 4 taraf yaitu:

1. 0 gram abu ketel/6kg tanah dalam pot ( $A_0$ )
2. 30 gram abu ketel/6kg tanah dalam pot setara dengan 20 ton/ha ( $A_1$ )
3. 60 gram abu ketel/6kg tanah dalam pot setara dengan 40 ton/ha ( $A_2$ )
4. 90 gram abu ketel/6kg tanah dalam pot setara dengan 60 ton/ha ( $A_3$ )

Faktor 2 : Dosis *Trichoderma harzianum* dengan 4 taraf yaitu:

1. 0 gr *Trichoderma harzianum*/tanaman ( $B_0$ )
2. 2,5 gr *Trichoderma harzianum*/tanaman setara dengan 399 kg/ha ( $B_1$ )
3. 5,0 gr *Trichoderma harzianum*/tanaman setara dengan 798 kg/ha ( $B_2$ )
4. 7,5 gr *Trichoderma harzianum*/tanaman setara dengan 1197 kg/ha ( $B_3$ )

### 3.3.1 Kombinasi perlakuan

Kombinasi perlakuan pada penelitian ini yaitu :

1.  $A_0B_0$  (Kontrol)
2.  $A_0B_1$  (0 gram abu ketel dan 2,5 gr *Trichoderma harzianum*)
3.  $A_0B_2$  (0 gram abu ketel dan 5 gr *Trichoderma harzianum*)
4.  $A_0B_3$  (0 gram abu ketel dan 7,5 gr *Trichoderma harzianum*)
5.  $A_1B_0$  (30 gram abu ketel dan 0 gr *Trichoderma harzianum*)
6.  $A_1B_1$  (30 gram abu ketel dan 2,5 gr *Trichoderma harzianum*)
7.  $A_1B_2$  (30 gram abu ketel dan 5 gr *Trichoderma harzianum*)
8.  $A_1B_3$  (30 gram abu ketel dan 7,5 gr *Trichoderma harzianum*)
9.  $A_2B_0$  (60 gram abu ketel dan 0 gr *Trichoderma harzianum*)
10.  $A_2B_1$  (60 gram abu ketel dan 2,5 gr *Trichoderma harzianum*)
11.  $A_2B_2$  (60 gram abu ketel dan 5 gr *Trichoderma harzianum*)
12.  $A_2B_3$  (60 gram abu ketel dan 7,5 gr *Trichoderma harzianum*)
13.  $A_3B_0$  (90 gram abu ketel dan 0 gr *Trichoderma harzianum*)
14.  $A_3B_1$  (90 gram abu ketel dan 2,5 gr *Trichoderma harzianum*)
15.  $A_3B_2$  (90 gram abu ketel dan 5 gr *Trichoderma harzianum*)
16.  $A_3B_3$  (90 gram abu ketel dan 7,5 gr *Trichoderma harzianum*)

### 3.3.2 Denah percobaan

Denah percobaan yang akan dilakukan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Denah percobaan dalam *green house*

$A_0B_1U_1$	$A_1B_2U_3$	$A_2B_0U_3$
$A_2B_3U_3$	$A_2B_0U_1$	$A_2B_2U_1$
$A_3B_0U_2$	$A_2B_2U_3$	$A_3B_1U_1$
$A_3B_1U_3$	$A_1B_1U_2$	$A_3B_2U_3$
$A_3B_0U_1$	$A_3B_3U_1$	$A_1B_3U_2$
$A_2B_0U_2$	$A_1B_0U_3$	$A_3B_2U_1$
$A_1B_0U_1$	$A_2B_1U_2$	$A_1B_2U_2$
$A_0B_2U_2$	$A_0B_3U_2$	$A_2B_2U_2$
$A_1B_3U_3$	$A_3B_3U_3$	$A_2B_1U_1$
$A_2B_1U_3$	$A_3B_3U_2$	$A_3B_2U_2$
$A_0B_1U_3$	$A_0B_3U_3$	$A_0B_0U_3$
$A_0B_2U_1$	$A_1B_2U_1$	$A_0B_3U_1$
$A_0B_0U_1$	$A_2B_3U_1$	$A_1B_1U_3$
$A_1B_0U_2$	$A_0B_0U_2$	$A_2B_3U_2$
$A_3B_0U_3$	$A_1B_3U_1$	$A_3B_1U_2$
$A_1B_1U_1$	$A_0B_1U_2$	$A_0B_2U_3$

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahapan yaitu tahap persiapan media semai, penyemaian, persiapan media tanam, penanaman, pemeliharaan, pengamatan, pemanenan dan analisis sifat- sifat kimia tanah.

#### 3.4.1 Tahap Persiapan Media Semai

Media semai yang digunakan yaitu tanah pasiran yang telah di ayak dengan menggunakan ayakan 2 mm. Tanah pasiran tersebut selanjutnya dimasukkan kedalam *pottray*.

#### 3.4.2 Tahap Penyemaian

Benih tanaman sawi sebelum disemai direndam dalam air. Benih sawi yang digunakan yaitu benih yang tenggelam pada saat direndam dalam air. Benih disemai di atas media yang telah dipersiapkan sebelumnya, setiap lubang di dalam *pottray* diisi dengan benih sawi sebanyak 1 biji. Persemaian disiram secara teratur

setiap pagi hari. Proses penyemaian ini berlangsung selama 20 hari atau sudah memiliki 2 hingga 4 daun maka siap untuk dipindahkan ke media tanam.

#### 3.4.3 Tahap Persiapan Media Tanam

Media yang digunakan yaitu tanah pasiran yang dicampur dengan masing-masing perlakuan, lalu dihomogenkan. Media tanam yang sudah siap, selanjutnya dimasukkan ke dalam pot yang telah diberi kerikil pada dasar pot. Hal ini bertujuan agar drainase tetap lancar. Ukuran pot yang digunakan memiliki diameter atas 26 cm dan diameter bawah 17 cm. Campuran tanah dan kompos yang dimasukkan ke dalam pot sebanyak 6 kg.

#### 3.4.4 Tahap Penanaman

Bibit sawi yang telah berumur 20 hari atau telah memiliki 2 hingga 4 daun maka tanaman sawi kemudian dipindahkan ke dalam media tanam yang telah dipersiapkan sebelumnya. Pot tersebut selanjutnya diletakkan di dalam *green house*.

#### 3.4.5 Tahap Pemeliharaan

Tahap pemeliharaan meliputi penyiraman dan pengendalian terhadap Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Penyiraman tanaman sawi dilakukan setiap pagi hari. Pengendalian OPT untuk gulma dan hama dilakukan secara mekanik, namun untuk penyakit dilakukan secara kimiawi.

#### 3.4.6 Pengamatan

Pengamatan pertumbuhan pada tanaman sawi diamati secara periodik, sedangkan produksi tanaman diamati pada saat panen (Tabel 3.2). Variabel yang diamati dalam penelitian yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, panjang perakaran, berat basah dan berat kering.

##### a. Tinggi Tanaman (cm)



Tinggi tanaman diukur pada umur 1 minggu setelah pindah tanam. Tinggi tanaman diukur mulai dari pangkal batang sampai ke ujung titik tumbuh tanaman sampel. Pengukuran tinggi tanaman menggunakan penggaris dan meteran. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan dengan interval 1 minggu sekali sampai tanaman sawi panen.

b. Jumlah Daun (helai)

Jumlah daun tanaman diamati bersamaan dengan pengamatan tinggi tanaman. Daun yang dihitung adalah daun yang telah membuka sempurna. Jumlah daun dihitung dengan interval 1 minggu setelah pindah tanam.

c. Luas Daun (cm<sup>2</sup>)

Pengamatan luas daun dilakukan setiap minggu dengan menggunakan metode gravimetri. Pertama, mengukur kertas berukuran 10 cm x 10 cm. Kedua, menimbang berat kertas yang berukuran 10 cm x 10 cm. Ketiga, menggambar daun sawi pada kertas yang sama. Gunting gambar daun pada kertas, kemudian menimbang kertas yang berbentuk daun. Luas permukaan daun akan diketahui dengan menggunakan rumus:

$$\text{Luas daun (cm}^2\text{)} = \frac{\text{Berat kertas gambar daun}}{\text{Berat kertas 100 cm}^2} \times 100 \text{ cm}^2$$

d. Panjang Perakaran (cm)

Panjang akar diukur pada saat tanaman sawi dipanen (28 HST). Panjang akar diukur menggunakan penggaris dan meteran. Panjang akar yang diukur yaitu akar yang terpanjang.

e. Berat Basah (g)

Pengukuran berat basah tanaman sawi dilakukan pada saat tanaman sawi telah dipanen dengan menggunakan timbangan analitik. Bagian tanaman yang diukur berat basahnya yaitu akar dan tajuk tanaman.



#### f. Berat Kering (g)

Berat kering tanaman diukur setelah tanaman di oven selama 24 jam dengan menggunakan timbangan analitik. Pengukuran berat kering tanaman meliputi bagian akar dan tajuk.

Tabel 3.2 Pengamatan pertumbuhan dan produksi tanaman sawi

Variabel pengamatan	Hari Setelah Tanam			
	7	14	21	28
Tinggi tanaman (cm)	✓	✓	✓	✓
Jumlah daun (helai)	✓	✓	✓	✓
Luas daun (cm <sup>2</sup> )	✓	✓	✓	✓
Panjang perakaran (cm)	-	-	-	✓
Berat basah (g)	-	-	-	✓
Berat kering (g)	-	-	-	✓

#### 3.4.7 Pemanenan

Pemanenan dilakukan ketika daun tanaman sawi telah memanjang, agak membulat dan daun lebar atau tanaman sawi telah burumur 4 minggu (28 hari).

#### 3.4.8 Analisis Sifat – Sifat Fisika dan Kimia Tanah di Laboratorium

Analisis sifat – sifat kimia dan fisika tanah yang digunakan dalam penelitian dilakukan sebelum dan sesudah penelitian. Analisis tanah yang dilakukan yaitu tekstur tanah, pH (pH meter), KTK (Destilasi), K-tersedia (Pereaksi Amonium Asetat 1 M), C-organik (Metode Kurmis) N-total (Metode Kjeldahl) dan P-tersedia (Metode Olsen).

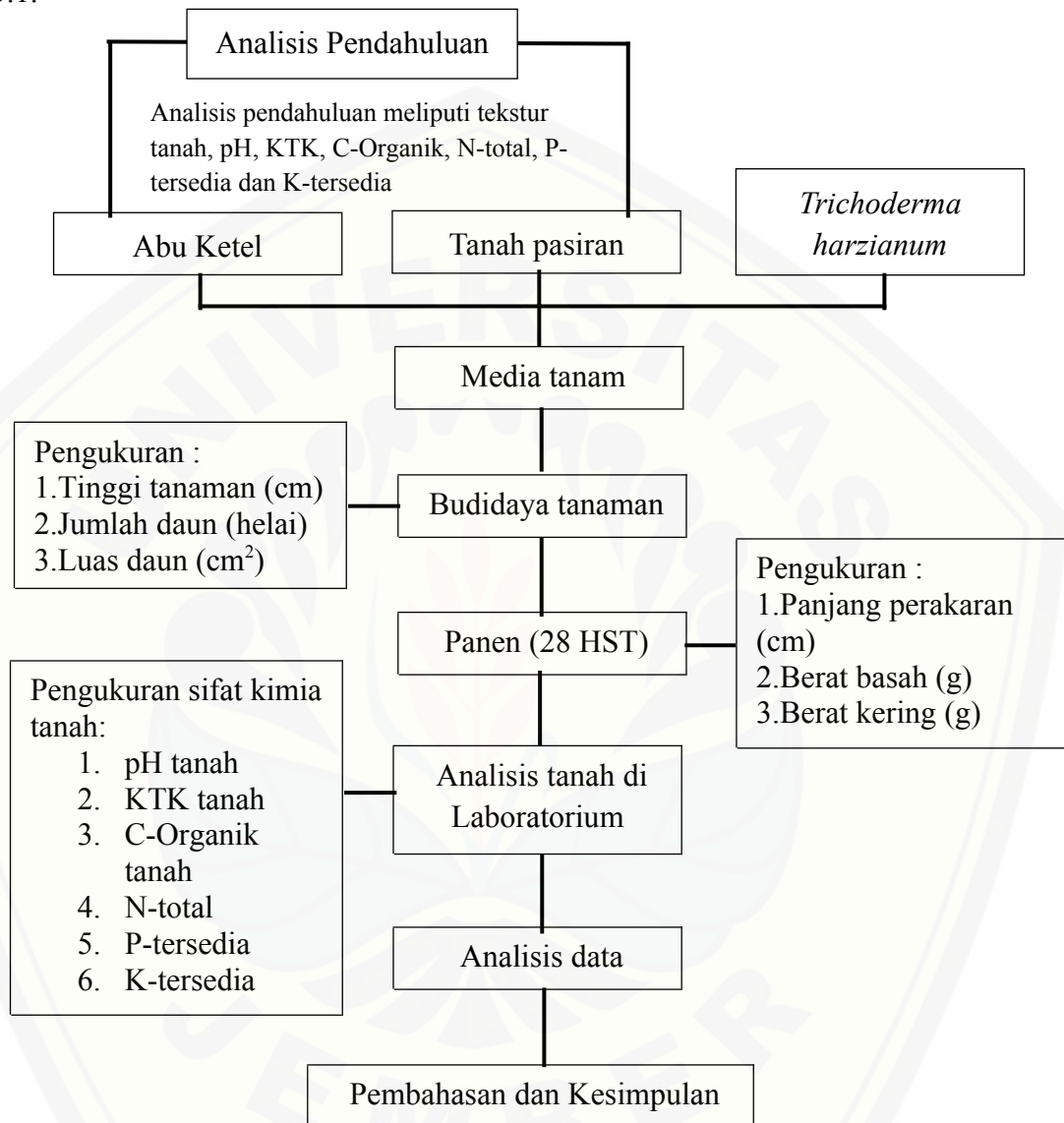
### 3.5 Analisis Data

Data dianalisis secara statistik menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA). Apabila F hitung lebih besar dari F tabel (berbeda nyata) maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf kepercayaan 95%.

### 3.6 Diagram Alir

Berikut merupakan diagram alir penelitian yang ditunjukkan pada Gambar

3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Pendahuluan

Analisis pendahuluan yang dilakukan yaitu analisis tekstur tanah, kimia tanah dan abu ketel. Tujuan analisis pendahuluan yaitu untuk mengetahui karakteristik dan kondisi awal tanah maupun bahan organik yang akan digunakan pada penelitian. Analisis pendahuluan juga dapat mengetahui seberapa banyak dosis dari bahan organik yang akan diaplikasikan pada tanah.

#### 4.1.1 Karakteristik Tanah Penelitian

Tanah yang digunakan dalam penelitian merupakan tanah yang berlokasi di Desa Sidomulyo, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember. Jenis tanah daerah Sidomulyo berdasarkan peta jenis tanah Kabupaten Jember termasuk jenis tanah regosol. Tanah Regosol merupakan jenis tanah yang berkembang dan terbentuk pada timbunan bahan induk yang baru diendapkan, yang terangkut dari tempat lain dan tertimbun pada tempat tersebut. Tanah regosol memiliki struktur lepas, kapasitas menahan air dan unsur hara rendah, permeabilitas cepat, konsistensinya dapat bersifat gembur dan lepas serta porositasnya besar, kecenderungan oksidasi bahan organik begitu cepat dan tanah lebih cepat kering, mempunyai pH netral, koloid – koloid tanah dan unsur hara mudah hilang melalui pelindihan (Fahmi dkk., 2009).

Hal ini sejalan dengan pendapat Putinella (2014) mengenai tanah regosol yang menyebutkan bahwa tanah regosol memiliki tingkat kesuburan tanah yang rendah akibat hara yang mudah tercuci sehingga menjadi faktor pembatas untuk pertumbuhan tanaman. Hal ini dikarenakan tanah regosol memiliki tekstur kasar atau kandungan pasir tinggi, porositas yang baik karena didominasi oleh pori makro yang menyebabkan ketersediaan air dan pupuk yang dapat digunakan oleh tanaman juga sangat rendah (Kusuma dkk., 2016). Hal ini dapat dilihat dari hasil analisis yang telah dilakukan (Tabel 4.1).

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pemberian abu ketel dan *Trichoderma harzianum* mampu meningkatkan pH tanah dari 6,18 (agak masam) menjadi 7,61 (agak alkalis), meningkatkan KTK tanah dari 23,87 me/100g (sedang) menjadi 47,87 me/100g (tinggi), meningkatkan C-organik tanah dari 0,67% (sangat rendah) menjadi 3,07% (sedang) dan meningkatkan N-total dari 0,13% (rendah) menjadi 0,53% (tinggi).
2. Pemberian *Trichoderma harzianum* mampu meningkatkan P-tersedia tanah dari 1,95 ppm (sangat rendah) menjadi 6,37 ppm (rendah) dan meningkatkan K-tersedia dari 1,83 me/100g (rendah) menjadi sedang 4,47 me/100g (sedang).
3. Pemberian abu ketel dan *Trichoderma harzianum* mampu memacu pertumbuhan tinggi tanaman dari 24,5 cm hingga 35,13 cm, jumlah daun dari 8 helai hingga 12 helai, luas daun dari 60,07 cm<sup>2</sup> hingga 146,5 cm<sup>2</sup>, panjang perakaran dari 10 cm hingga 28,93 cm, berat basah dari 29,91 gram hingga 64,11 gram dan berat kering dari 1,74 gram hingga 5,73 gram.
4. Penambahan abu ketel 60 gram/6kg tanah dalam pot dan *Trichoderma harzianum* 2,5 gram/tanaman merupakan perlakuan terbaik dalam meningkatkan sifat kimia tanah serta pertumbuhan dan produksi tanaman sawi pada tanah pasiran.

### 5.2 Saran

1. Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai perlakuan perbedaan pH tanah pada tanah pasiran yang memiliki kandungan KTK, C-Organik, N-total, P-tersedia, K-tersedia yang sama terhadap pertumbuhan tanaman sawi.
2. Aplikasi bahan organik abu ketel sebaiknya diberikan setiap minggu agar *Trichoderma harzianum* mendapatkan makanan sebagai sumber energi untuk

tumbuh dan berkembang sehingga berpengaruh pada pertumbuhan maupun produksi tanaman.





DAFTAR PUSTAKA

- Abror, K., B. Siswanto dan W. H. Utomo. 2017. Pengaruh Pemberian Abu Ketel terhadap Sifat Fisik Tanah, Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tebu pada Ultisol di Pabrik Gula Bone, Sulawesi Selatan. *Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 4(1): 445-452.
- Afandi, F. N., B. Siswanto dan Y. Nuraini. 2015. Pengaruh Pemberian Berbagai Jenis Bahan Organik Terhadap Sifat Kimia Tanah pada Petumbuhan dan Produksi Tanaman Ubi Jalar di Entisol Ngrangkah Pawon, Kediri. *Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 2(2) : 237 – 244.
- Azmul, Yusran dan Irmasari. 2016. Sifat Kimia Tanah Pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Sekitar Taman Nasional Lore Lindu (Studi Kasus Desa Toro Kecamatan Kulawi Kabupaten Sigi Sulawesi Tengah). *Warta Rimba*, 4(2): 24-31.
- Baihaqi, A., M.Nawawi dan A. L. Abadi. 2013. Teknik Aplikasi *Trichoderma Sp.* terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum L.*). *Produksi Tanaman*, 1(3):30-40.
- Charisma, A. M., Y. S. Rahayu dan Isnawati. 2012. Pengaruh Kombinasi Kompos *Trichoderma* dan *Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA)* terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max (L.) Merrill*) pada Media Tanam Tanah Kapur . *LenteraBio*, 1(3): 111–116.
- Darlita, R.R., B. Joy dan R. Sudirja. 2017. Analisis Beberapa Sifat Kimia Tanah terhadap Peningkatan Produksi Kelapa Sawit pada Tanah Pasir di Perkebunan Kelapa Sawit Selangkun. *Agrikultura*, 28 (1): 15-20.
- Doraja, P. H., Shovitri, M., dan Kuswytasari N. D. 2012. Biodegradasi Limbah Domestik dengan Menggunakan Inokulum Alami dari Tangki Septik. *Sains dan Seni ITS*, 1(1): 44-47.
- Erawan, D., W. O. Yani dan A. Bahrin. 2013. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*) pada Berbagai Dosis Pupuk Urea. *Agroteknos*, 3(1): 19-25.

- Eviati dan Sulaeman. 2012. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Bogor: Balai Penelitian Tanah.
- Fahmi, A., Syamsudin, S.N.H. Utami dan B. Radjagukguk. 2009. Peran Pemupukan Fosfor dalam Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Tanah Regosol dan Latosol. *Berita Biologi*, 9(6) : 745- 750.
- Faizin, N., M. Mardhiansyah dan D. Yoza. 2015. Respon Pemberian Beberapa Dosis Pupuk Fosfor terhadap Pertumbuhan Semai Akasia (*Acacia mangium* Willd.) dan Ketersediaan Fosfor di Tanah. *JOM Faperta*, 2(2): 1-9.
- Febrianna, M., S. Prijono dan N. Kusumarini. 2018. Pemanfaatan Pupuk Organik Cair untuk Meningkatkan Serapan Nitrogen serta Pertumbuhan dan Produksi Sawi (*Brassica juncea* L.) pada tanah berpasir. *Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 5(2): 1009 – 1018.
- Ginangjar, A., H. Yetti dan S. Yoseva. 2016. Pemberian Pupuk Tricho Kompos Jerami Jagung terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *JOM Faperta*, 3(1): 1-11.
- Hardjowigeno, S. 2010. *Ilmu Tanah*. PT. Mediatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Haryanto, E., T. Suhartini, E. Rahayu, H. Hendro dan Sunarjono. 2007. *Sawi dan Selada*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hou, Y., X. Hu, W. Yan, S. Zhang, and L. Niu. 2013. Effect of Organic Fertilizers Used in Sandy Soil on The Growth of Tomatoes. *Agricultural Sciences*, 4(5b):31-34.
- Istarofah dan Z. Salamah. 2017. Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica Juncea* L.) dengan Pemberian Kompos Berbahan Dasar Daun Paitan (*Thitonia diversifolia*). *Bio-site*, 3(1): 39 – 46.
- Kadarwati, F. T. 2016. Evaluasi Kesuburan Tanah untuk Pertanaman Tebu di Kabupaten Rembang, Jawa Tengah. *Littri*, 22(2): : 53 – 62.

- Krisman, F. Puspita dan S. I. Saputra. 2016. Pemberian Beberapa Dosis Trichokompos Ampas Tahu terhadap Pertumbuhan Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) di Pembibitan Utama. *JOM Faperta*, 3(1):1-14.
- Kusuma, C. A., K. S. Wicaksono dan B. Prasetya. 2016. Perbaikan Sifat Fisik dan Kimia Tanah Lempung Berpasir Melalui Aplikasi Bakteri *Lactobacillus fermentum*. *Tanah dan Sumberdaya Lahan* , 3(2): 401-410.
- Lada, Y. G. dan N. S. Pombosa. 2019. Studi Pemanfaatan Pupuk Abu Boiler Pada Pertumbuhan Bibit Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Agercolere*, 1(1): 25-29.
- Lehar, L. 2012. Pengujian Pupuk Organik Agen Hayati (*Trichoderma sp*) terhadap Pertumbuhan Kentang (*Solanum tuberosum* L). *Pertanian Terapan*, 12 (2): 115-124.
- Maghfiroh, C. N., S. Muhartini dan R. Rogomulyo. 2016. Pengaruh Takaran dan Jenis Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Hijau (*Brassica rapa* L.) pada Sistem Pertanian Organik. *Vegetalika*, 5(4): 15-24.
- Munthe, K, E.Pane, dan E. L. Panggabean. 2018. Budidaya Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L. ) pada Media Tanam yang Berbeda Secara Vertikultur. *Agrotekma*, 2(2) : 138-151.
- Nazir, M., Syakur dan Muyassir. 2017. Pemetaan Kemasaman Tanah dan Analisis Kebutuhan Kapur di Kecamatan Keumala Kabupaten Pidie. *Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*, 2(1) : 21-30.
- Nazari, Y. A., Soemarno dan L. Agustina. 2012. Pengelolaan Kesuburan Tanah pada Pertanaman Kentang dengan Penambahan Pupuk Organik dan Anorganik. *Indonesian Green Technology*, 1(1) : 7-12.
- Ngantung, J.A.B., J.J. Rondonuwu dan R.I. Kawulusan. 2018. Respon Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) terhadap Pemberian Pupuk Organik dan Anorganik di Kelurahan Rurukan Kecamatan Tomohon Timur. *Eugenia*, 24(1): 44-51.

- Nita, C.E., B. Siswanto dan W.H. Utomo. 2015. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Pemberian Bahan Organik (Blotong dan Abu Ketel) terhadap Porositas Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Tebu Pada Ultisol. *Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 2(1): 119-127.
- Nyakpa. 1988. *Kesuburan Tanah*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Pambudi, D., M. Indrawan dan Soemarno. 2017. Pengaruh Blotong, Abu Ketel, Kompos terhadap Ketersediaan Fosfor Tanah dan Pertumbuhan Tebu di Lahan Tebu Pabrik Gula Kebon Agung, Malang. *Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 4(1): 431-443.
- Prasetyo, Y., Djatmiko dan Sulistyaningsih. 2014. Pengaruh Kombinasi Bahan Baku dan Dosis Biochar terhadap Sifat Fisika Tanah Pasiran pada Tanaman Jagung (*Zea mays L.*). *Berkala Ilmiah Pertanian*, 1(1): xx-xx.
- Purba, M.A., Fauzi dan K. Sari. 2015. Pengaruh Pemberian Fosfat Alam dan Bahan Organik pada Tanah Sulfat Masam Potensial Terhadap P-tersedia Tanah dan Produksi Padi (*Oryza sativa L.*). *Agroekoteknologi*, 3(3): 938 – 948.
- Putinella, J.A. 2014. Perubahan Distribusi Pori Tanah Regosol Akibat Pemberian Kompos Ela Sagu Dan Pupuk Organik Cair. *Buana Sains*, 14(2): 123-129.
- Putri, R.K., Sudarto dan Djajadi. 2018. Keterkaitan Status Hara N, P, K Tanah dengan Produksi dan Mutu Tembakau Varietas Kemloko di Kabupaten Temanggung, Jawa Tengah. *Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 5(2) : 921-931.
- Putri, O.H., S. R. Utami dan S. Kurniawan. 2019. Sifat Kimia Tanah Pada Berbagai Penggunaan Lahan di UB Forest. *Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 6(1): 1075-1081.
- Rahmi, A. dan M. P. Biantary. 2014. Karakteristik Sifat Kimia Tanah dan Status Kesuburan Tanah Lahan Pekarangan dan Lahan Usaha Tani Beberapa Kampung Di Kabupaten Kutai Barat. *Ziraa'ah*, 39(1): 30-36.

- Rukmana, R. 1994. *Bertanam Petsai dan Sawi*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sanusi, A., Setyono dan S. A. Adimihardja. 2015. Pertumbuhan dan Produksi Sawi Manis (*Brassica juncea* L.) pada Berbagai Dosis Pupuk Kompos Ternak Sapi dan Pupuk N, P dan K. *Agronida*, 1(1): 21-30.
- Sarif, P., A. Hadid dan I. Wahyudi. 2015. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Akibat Pemberian Berbagai Dosis Pupuk Urea. *Agrotekbis*, 3(5): 585-591.
- Sembiring, I.S., Wawan dan M. A. Khoiri. 2015. Sifat Kimia Tanah Dystrudepts dan Pertumbuhan Akar Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) yang Diaplikasi Mulsa Organik *Mucuna Bracteata*. *JOM Faperta*, 2(2):1-11.
- Sepwanti, C., M. Rahmawati dan E. Kesumawati. 2016. Pengaruh Varietas dan Dosis Kompos yang Diperkaya *Trichoderma harzianum* terhadap Pertumbuhan dan Hasil Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Kawista*, 1(1): 68-74.
- Setyaningrum, H. D. dan C. Saparinto. 2011. *Panen Sayur secara Rutin di Lahan Sempit*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Simanjuntak, A. J dan K. P. Wicaksono. 2018. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik *Lumbricus rubellus* terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.). *Produksi Tanaman*, 6(5): 708-715.
- Siregar, P., Fauzi dan Supriasi. 2017. Pengaruh Pemberian Beberapa Sumber Bahan Organik dan Masa Inkubasi Terhadap Beberapa Aspek Kimia Kesuburan Tanah Ultisol. *Agroekoteknologi*, 5(2) : 256-264.
- Sompotan, S. dan J. S. M. Raintung. 2017. Penggunaan Beberapa Jenis Bahan Organik dengan Waktu Aplikasi yang Berbeda Pada Budidaya Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L.). *Eugenia*, 23(3): 104-112.



- Subhan, N. Sutrisno dan R. Sutarya. 2012. Pengaruh Cendawan *Trichoderma* Sp. terhadap Tanaman Tomat Pada Tanah Andisol. *Berita Biologi*, 11(3): 389-400.
- Supriati, Y. dan E. Herliana. 2010. *Bertanam 15 sayuran Organik dalam Pot*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Tambunan, S., B. Siswanto dan E. Handayanto. 2014. Pengaruh Aplikasi Bahan Organik Segar dan Biochar terhadap Ketersediaan P Dalam Tanah di Lahan Kering Malang Selatan. *Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 1(1): 85-92.
- Topani, K., B. Siswanto dan R. Suntari. 2015. Pengaruh Aplikasi Bahan Organik Pembenh Tanah terhadap Sifat Kimia Tanah, Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tebu di Kebun PercobaanPabrik Gula Bone, Kabupaten Bone. *Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 2(1): 155-162.
- Wahyudi, T., T.R. Panggabean dan Pujiyanto. 2008. *Panduan lengkap Kakao*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Wibowo, W.A., B. Hariyono, dan Z. Kusuma. 2016. Pengaruh Biochar, Abu Ketel dan Pupuk Kandang terhadap Pencucian Nitrogen Tanah Berpasir Asembagus, Situbondo. *Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 3(1) : 269-278.
- Wilson, Supriadi dan H. Guchi. 2015. Evaluasi Sifat Kimia Tanah pada Lahan Kopi di Kabupaten Mandailing Natal. *Agroekoteknologi*, 3(2) : 642 – 648.

## LAMPIRAN

## Lampiran 3. 1 Perhitungan Abu Ketel yang Digunakan dalam Penelitian

- Volume pot =  $\frac{1}{3} \pi(r_1)^2 t_1 - \frac{1}{3} \pi(r_2)^2 t_2$   
 =  $\frac{1}{3} \pi((r_1)^2 t_1 - (r_2)^2 t_2)$   
 =  $\frac{1}{3} \pi((14,5)^2 \times 28,5 - (9,75)^2 \times 9,5)$   
 =  $\frac{1}{3} \pi (5992,125 - 903,094)$   
 =  $\frac{1}{3} \times 3,14 \times 5089,031$   
 =  $5326,52 \text{ cm}^3$
- Berat tanah/ pot = Volume tanah x BV tanah  
 =  $5326,52 \times 1,2$   
 =  $6391,824 \text{ gr tanah} \approx 6 \text{ kg tanah / pot}$
- Volume tanah/ ha =  $10000 \text{ m}^2 \times \text{kedalaman akar tanaman sawi}$   
 =  $10000 \text{ m}^2 \times 0,25 \text{ m}$   
 =  $2500 \text{ m}^3$
- Berat tanah / ha = Volume tanah/ ha x BV tanah  
 =  $2500 \times 1,2$   
 =  $3000 \text{ m}^3 \approx 30 * 10^8 \text{ cm}^3 \approx 30 * 10^8 \text{ gram tanah}$   
 =  $3.000.000 \text{ kg tanah}$
- Rekomendasi pemberian abu ketel 15 ton/ ha  

$$\frac{15.000 \text{ kg}}{3.000.000 \text{ kg}} = \frac{x}{6 \text{ kg}}$$
  
 **$x = 30 \text{ gram}$**
- Rekomendasi pemberian abu ketel 25 ton/ ha  

$$\frac{25.000 \text{ kg}}{3.000.000 \text{ kg}} = \frac{x}{6 \text{ kg}}$$
  
 **$x = 60 \text{ gram}$**
- Rekomendasi pemberian abu ketel 35 ton/ ha  

$$\frac{35.000 \text{ kg}}{3.000.000 \text{ kg}} = \frac{x}{6 \text{ kg}}$$
  
 **$x = 90 \text{ gram}$**

**Lampiran 4. 2** Kriteria Penilaian Hasil Analisis Tanah

Parameter tanah	Nilai					
	Sangat rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi	
C (%)	<1	1-2	2-3	3-5	>5	
N (%)	<0,1	0,1-0,2	0,21-0,5	0,51-0,75	>0,75	
C/N	<5	5-10	11-15	16-25	>25	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> HCl (mg/100g)	<15	15-20	21-40	41-60	>60	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Bray (ppm)	<4	5-7	8-10	11-15	>15	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Olsen (ppm)	<5	5-10	11-15	16-20	>20	
K <sub>2</sub> O HCl 25% (mg/100g)	<10	10-20	21-40	41-60	>60	
KTK (me/100g)	<5	5-16	17-24	25-40	>40	
Susunan Kation :						
Ca (me/100g tanah)	<2	2-5	6-10	11-20	>20	
Mg (me/100g tanah)	<0,3	0,4-1	1,1-2,0	2,1-8,0	>8	
K (me/100g tanah)	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,5	0,6-1,0	>1	
Na (me/100g tanah)	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,7	0,8-1,0	>1	
Kejenuhan Basa (%)	<20	20-40	41-60	61-80	>80	
Kejenuhan Aluminium (%)	<5	5-10	11-20	20-40	>40	
Cadangan mineral (%)	<5	5-10	11-20	20-40	>40	
Salinitas/DHL (dS/m)	<1	1-2	2-3	3-4	>4	
Persentase natrium dapat tukar/ESP (%)	<2	2-3	5-10	10-15	>15	
	Sangat masam	Masam	Agak masam	Netral	Agak alkalis	Alkalis
pH H <sub>2</sub> O	<4,5	4,5-5,5	5,6-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	>8,5

### Lampiran 4.3 Kriteria Penilaian Kualitas Tanah

Tabel Parameter Penilaian Kualitas Tanah Metode *Scoring* Lantoi dkk. (2016)

Sifat tanah	0 (rendah)	2 (sedang)	4 (tinggi)
pH tanah	< 4,5 atau > 8,5	4,5 – 6,5	6,6 – 8,5
KTK tanah	<18cmol/kg	18 – 25 cmol/kg	>25 cmol/kg
C-organik	<2,0 g/100g	2,0 – 3,0 g/100g	>3,0 g/100 g
N-total	<0,1 - 0,2 %	0,21 – 0,5 %	0,51 – 0,75 %
P-tersedia	<5 - 10 mg/100mg	11 - 15 mg/100mg	16 ->20 mg/100mg
K-tersedia	<0,1 - 0,3mg/100mg	0,4 - 0,5 mg/100mg	0,6 - >1 mg/100mg

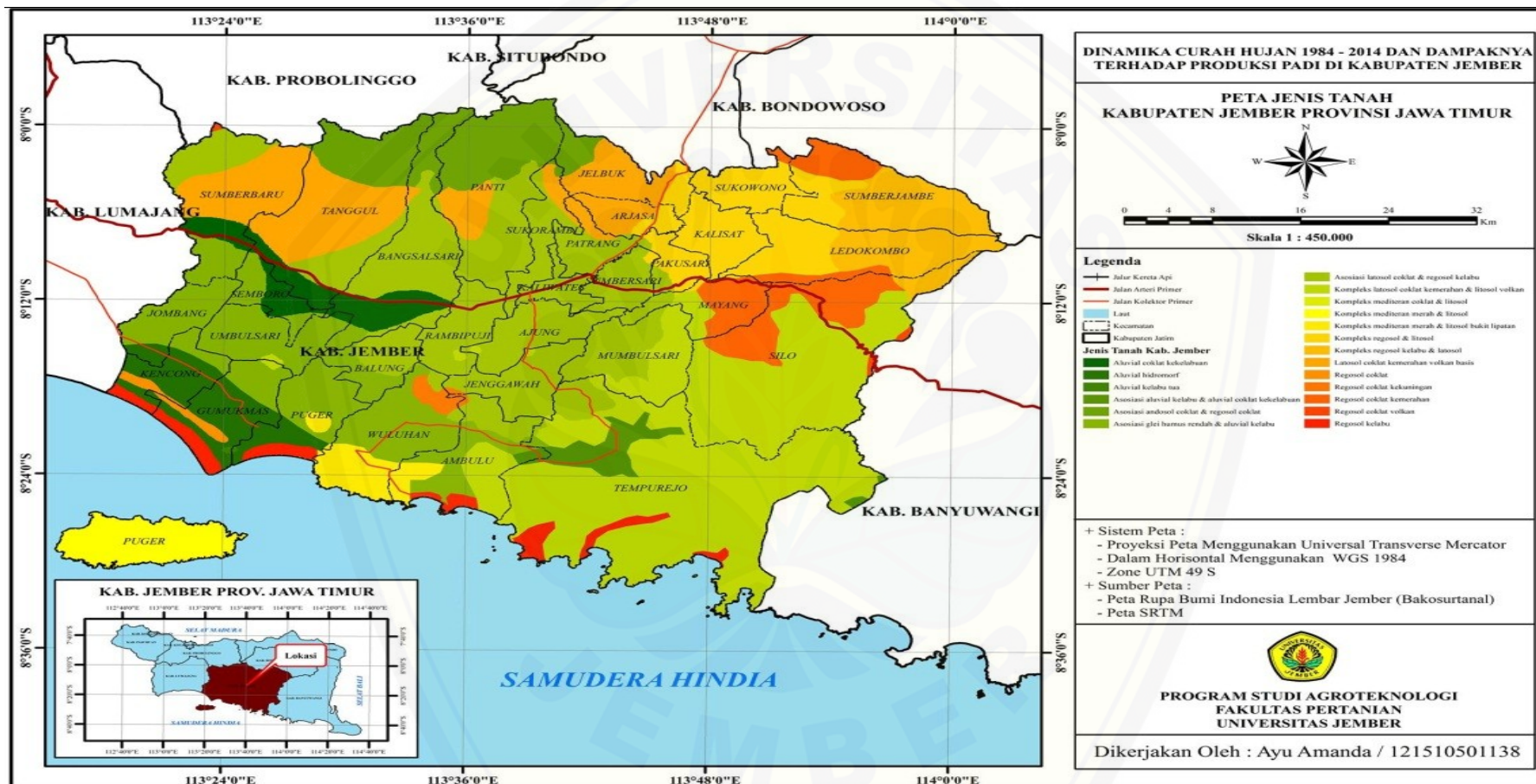
Tabel Nilai *Scoring* dan Kriteria Kualitas Tanah

Nilai rata-rata	Kriteria
2,8- 4	Sehat
1,5 - 2,7	Kurang sehat
0 - 1,4	Tidak sehat

Hasil Penilaian Kualitas Tanah Metode *Scoring* Pada Semua Perlakuan Penelitian

Perlakuan	pH	KTK	C-organik	N-total	P-tersedia	K-tersedia	Rata-rata	Kriteria
A0B0	2	2	0	0	0	4	1.33	Tidak sehat
A0B1	4	4	2	2	0	4	2.67	Kurang sehat
A0B2	4	4	2	0	0	4	2.33	Kurang sehat
A0B3	4	4	4	2	0	4	3.00	Sehat
A1B0	4	4	2	2	0	4	2.67	Kurang sehat
A1B1	4	4	2	2	0	4	2.67	Kurang sehat
A1B2	4	4	2	0	0	4	2.33	Kurang sehat
A1B3	4	4	2	2	0	4	2.67	Kurang sehat
A2B0	4	4	2	2	0	4	2.67	Kurang sehat
A2B1	4	4	4	4	0	4	3.33	Sehat
A2B2	4	4	4	2	0	4	3.00	Sehat
A2B3	4	4	2	2	0	4	2.67	Kurang sehat
A3B0	4	4	2	2	0	4	2.67	Kurang sehat
A3B1	4	4	2	2	0	4	2.67	Kurang sehat
A3B2	4	4	2	2	0	4	2.67	Kurang sehat
A3B3	4	4	4	2	0	4	3.00	Sehat

Lampiran 4.4 Peta Jenis Tanah Kabupaten Jember





## Lampiran 4.5 Tabel ANOVA dan Uji Lanjut UJD parameter pH tanah

Tabel 2 arah Abu Ketel dan *Trichoderma harzianum* (total)

Abu ketel	<i>Trichoderma harzianum</i>				Total
	0 g	2,5 g	5 g	7,5 g	
0 g	18,54	22,4	22,5	22,71	86,15
30 g	22,09	21,67	22,02	22	87,78
60 g	22,16	22,01	22,3	21,36	87,83
90 g	22,26	21,6	21,98	22,83	88,67
Total	85,05	87,68	88,8	88,9	350,43

## ANOVA

SK	DB	JK	KT	F-hitung	F 5%	F1%	Notasi
Perlakuan	15	4,76	0,32	5,29	1,99	2,65	**
Abu ketel	3	0,28	0,09	1,54	2,90	4,46	ns
<i>Trichoderma</i>	3	0,80	0,27	4,46	2,90	4,46	**
Abu ketel × <i>Trichoderma</i>	9	3,68	0,41	6,81	2,19	3,02	**
Eror	32	1,92	0,06				
Total	47	6,69					

## Uji Lanjut UJD 5%

Abu Ketel	<i>Trichoderma harzianum</i>							
	0 gr		2,5 gr		5 gr		7.5 gr	
0 gr	6,18	bB	7,47	aA	7,5	aA	7,57	abA
30 gr	7,36	aA	7,22	aA	7,34	aA	7,33	abA
60 gr	7,39	aA	7,34	aA	7,43	aA	7,12	bA
90 gr	7,42	aA	7,2	aA	7,33	aA	7,61	aA

Lampiran 4.6 Tabel ANOVA dan Uji Lanjut UJD parameter KTK tanah

Tabel 2 arah Abu Ketel dan *Trichoderma harzianum* (total)

Abu ketel	<i>Trichoderma harzianum</i>				Total
	0 g	2,5 g	5 g	7,5 g	
0 g	71,6	83	97,2	120	371,8
30 g	118,8	94,8	143,6	120,8	478
60 g	102	97,6	90,4	93,6	383,6
90 g	94	92	94,4	102,8	383,2
Total	386,4	367,4	425,6	437,2	1616,6

#### ANOVA

SK	DB	JK	KT	F-hitung	F 5%	F1%	Notasi
Perlakuan	15	1494,11	99,61	374,70	1,99	2,65	**
Abu ketel	3	613,46	204,49	769,23	2,90	4,46	**
<i>Trichoderma</i>	3	268,17	89,39	336,26	2,90	4,46	**
Abu ketel × <i>Trichoderma</i>	9	612,48	68,05	256,00	2,19	3,02	**
Eror	32	8,51	0,27				
Total	47	1502,62					

#### Uji Lanjut UJD 5%

Abu Ketel	<i>Trichoderma harzianum</i>							
	0 gr		2,5 gr		5 gr		7.5 gr	
0 gr	23,87	dD	27,67	dC	32,4	bB	40	aA
30 gr	39,6	aB	31,6	bC	47,87	aB	40,27	aA
60 gr	34	bA	32,53	aB	30,13	dD	31,2	cC
90 gr	31,33	cB	30,67	cB	31,47	cB	34,27	bA

## Lampiran 4.7 Tabel ANOVA dan Uji Lanjut UJD parameter C-Organik Tanah

Tabel 2 arah Abu ketel dan *Trichoderma harzianum* (total)

Abu ketel	<i>Trichoderma harzianum</i>				Total
	0 g	2,5 g	5 g	7,5 g	
0 g	2,02	8,89	8,93	9,09	28,93
30 g	8,65	8,53	7,62	8,69	33,49
60 g	8,65	9,16	9,12	8,16	35,09
90 g	8,57	8,55	8,93	9,21	35,26
Total	27,89	35,13	34,6	35,15	132,77

## ANOVA

SK	DB	JK	KT	F-hitung	F 5%	F 1%	Notasi
Perlakuan	15	14,84	0,99	8,20	1,99	2,65	**
Abu Ketel	3	2,18	0,73	6,02	2,90	4,46	**
Trichoderma	3	3,14	1,05	8,68	2,90	4,46	**
Abu Ketel × Trichoderma	9	9,52	1,06	8,77	2,19	3,02	**
Eror	32	3,86	0,12				
Total	47	18,70					

## Uji Lanjut UJD 5%

Abu Ketel	<i>Trichoderma harzianum</i>							
	0 gr		2,5 gr		5 gr		7.5 gr	
0 gr	0,67	bB	2,96	aA	2,98	aA	3,03	aA
30 gr	2,88	aA	2,84	aA	2,54	aA	2,9	aA
60 gr	2,88	aA	3,05	aA	3,04	aA	2,72	aA
90 gr	2,86	aA	2,85	aA	2,98	aA	3,07	aA

Lampiran 4.8 Tabel ANOVA dan Uji Lanjut UJD parameter N-total Tanah

Tabel 2 arah Abu Ketel dan *Trichoderma harzianum* (total)

Abu ketel	<i>Trichoderma harzianum</i>				Total
	0 g	2,5 g	5 g	7,5 g	
0 g	0,38	1,26	0,51	0,67	2,82
30 g	0,87	0,89	0,6	0,74	3,1
60 g	0,69	1,59	1,04	1	4,32
90 g	0,7	1,31	0,69	0,71	3,41
Total	2,64	5,05	2,84	3,12	13,65

#### ANOVA

SK	DB	JK	KT	F-hitung	F 5%	F1%	Notasi
Perlakuan	15	0,51	0,034	25,32	1,99	2,65	**
Abu Ketel	3	0,11	0,035	26,42	2,90	4,46	**
Trichoderma	3	0,31	0,103	76,65	2,90	4,46	**
Abu Ketel × Trichoderma	9	0,09	0,011	7,85	2,19	3,02	**
Eror	32	0,04	0,001				
Total	47	0,55					

#### Uji Lanjut UJD 5%

Abu Ketel	<i>Trichoderma harzianum</i>							
	0 gr		2,5 gr		5 gr		7.5 gr	
0 gr	0,13	cC	0,42	bA	0,17	bBC	0,22	bB
30 gr	0,29	aA	0,3	cA	0,2	bB	0,25	bAB
60 gr	0,23	bC	0,53	aA	0,35	aB	0,33	aB
90 gr	0,23	bB	0,44	bA	0,23	bB	0,24	bB

## Lampiran 4.9 Tabel ANOVA dan Uji Lanjut UJD parameter P-tersedia Tanah

Tabel 2 arah Abu Ketel dan *Trichoderma harzianum* (total)

Abu ketel	Trichoderma harzianum				Total
	0 g	2,5 g	5 g	7,5 g	
0 g	5,86	15,49	8,16	9,47	38,98
30 g	10,66	12,49	9,61	10,14	42,9
60 g	9,95	17,95	15,31	14,82	58,03
90 g	16,2	19,12	9,28	9,97	54,57
Total	42,67	65,05	42,36	44,4	194,48

## ANOVA

SK	DB	JK	KT	F-hitung	F 5%	F1%	Notasi
Perlakuan	15	73,43	4,90	1,64	1,99	2,65	ns
Abu Ketel	3	20,87	6,96	2,33	2,90	4,46	ns
Trichoderma	3	30,26	10,09	3,38	2,90	4,46	*
Abu Ketel × Trichoderma	9	22,30	2,48	0,83	2,19	3,02	ns
Eror	32	95,56	2,99				
Total	47	168,99					

## Lampiran 4.10 Tabel ANOVA dan Uji Lanjut UJD parameter K-tersedia Tanah

Tabel 2 arah Abu Ketel dan *Trichoderma harzianum* (total)



Abu ketel	<i>Trichoderma harzianum</i>				Total
	0 g	2,5 g	5 g	7,5 g	
0 g	10,27	13,42	11,55	12,35	47,59
30 g	11,44	12,24	11,4	10,95	46,03
60 g	11,84	13,2	11,02	11,98	48,04
90 g	12,43	12,28	11,54	12,07	48,32
Total	45,98	51,14	45,51	47,35	189,98

## ANOVA

SK	DB	JK	KT	F-hitung	F 5%	F 1%	Notasi
Perlakuan	15	3,42	0,23	1,51	1,99	2,65	ns
Abu Ketel	3	0,26	0,09	0,58	2,90	4,46	ns
Trichoderma	3	1,63	0,54	3,59	2,90	4,46	*
Abu Ketel × Trichoderma	9	1,53	0,17	1,13	2,19	3,02	ns
Eror	32	4,84	0,15				
Total	47	8,26					

Lampiran 4.11 Tabel ANOVA dan Uji Lanjut UJD parameter Tinggi Tanaman

Tabel 2 arah Abu Ketel dan *Trichoderma harzianum* (total)

Abu ketel	<i>Trichoderma harzianum</i>				Total
	0 g	2,5 g	5 g	7,5 g	
0 g	73,5	83,1	86,7	88,4	331,7
30 g	89,8	83,3	81,2	78,9	333,2
60 g	90	105,4	85,6	83,1	364,1
90 g	90,7	87,4	90,9	79,87	348,87
Total	344	359,2	344,4	330,27	1377,87

## ANOVA

SK	DB	JK	KT	F-hitung	F 5%	F1%	Notasi
Perlakuan	15	250,81	16,72	2,18	1,99	2,65	ns
Abu Ketel	3	57,90	19,30	2,51	2,90	4,46	ns
Trichoderma	3	34,90	11,63	1,51	2,90	4,46	ns
Abu Ketel× Trichoderma	9	158,01	17,56	2,28	2,19	3,02	*
Eror	32	245,94	7,69				
Total	47	496,75					

## Uji Lanjut UJD 5%

Abu Ketel	<i>Trichoderma harzianum</i>			
	0 gr	2,5 gr	5 gr	7,5 gr
0 gr	24,5 aA	27,7 bA	28,9 aA	29,47 aA
30 gr	29,93 aA	27,77 bA	27,07 aA	26,3 aA
60 gr	30 aB	35,13 aA	28,53 aB	27,7 aB
90 gr	30,23 aA	29,13 bA	30,3 aA	26,62 aA

Lampiran 4.12 Tabel ANOVA dan Uji Lanjut UJD parameter Jumlah Daun Tanaman

Tabel 2 arah Abu Ketel dan *Trichoderma harzianum* (total)

Abu ketel	<i>Trichoderma harzianum</i>				Total
	0 g	2,5 g	5 g	7,5 g	
0 g	25	27	27	34	113
30 g	33	26	27	27	113
60 g	29	36	30	30	125
90 g	30	29	32	28	119
Total	117	118	116	119	470

## ANOVA

SK	DB	JK	KT	F-hitung	F 5%	F1%	Notasi
Perlakuan	15	47,25	3,15	1,66	1,99	2,65	ns
Abu Ketel	3	8,25	2,75	1,45	2,90	4,46	ns
Trichoderma	3	0,42	0,14	0,07	2,90	4,46	ns
Abu Ketel× Trichoderma	9	38,58	4,29	2,26	2,19	3,02	*
Eror	32	60,67	1,90				
Total	47	107,92					

## Uji Lanjut UJD 5%

Abu Ketel	Trichoderma harzianum							
	0 gr		2,5 gr		5 gr		7.5 gr	
0 gr	8,33	bB	9	bB	9	aB	11,33	aA
30 gr	11	aA	8,67	bA	9	aA	9	aA
60 gr	9,67	abA	12	aA	10	Aa	10	aA
90 gr	10	abA	9,67	abA	10,67	aA	9,33	aA

Lampiran 4.13 Tabel ANOVA dan Uji Lanjut UJD parameter Luas Daun tanaman

Tabel 2 arah Abu Ketel dan Trichoderma harzianum (Total)

Abu ketel	Trichoderma harzianum				Total
	0 g	2,5 g	5 g	7,5 g	
0 g	90,72	113,46	128,31	154,69	487,18
30 g	108,47	96,2	145,28	93,14	443,09
60 g	120,29	201,18	160,06	105,65	587,18
90 g	188,85	105,42	109,91	128,12	532,3
Total	508,33	516,26	543,56	481,6	2049,75

## ANOVA

SK	DB	JK	KT	F-HITUNG	F 5%	F1%	NOTASI
Perlakuan	15	5549,79	369,99	1,90	1,99	2,65	ns
Abu Ketel	3	1038,78	346,26	1,77	2,90	4,46	ns
Trichoderma	3	249,04	83,01	0,43	2,90	4,46	ns
Abu Ketel × Trichoderma	9	4261,97	473,55	2,43	2,19	3,02	*
Eror	32	6245,04	195,16				
Total	47	11794,83					

## Uji Lanjut UJD 5%

Abu Ketel	Trichoderma harzianum							
	0 gr		2,5 gr		5 gr		7,5 gr	
0 gr	30,24	bA	37,82	bA	42,77	aA	51,23	aA
30 gr	36,16	abA	32,07	bA	48,43	aA	31,05	aA
60 gr	40,1	abB	67,06	aA	53,35	aAB	35,22	aB
90 gr	62,95	aA	35,14	bAB	36,64	aAB	42,71	aAB

Lampiran 4.14 Tabel ANOVA dan Uji Lanjut UJD parameter Panjang Perakaran tanaman

Tabel 2 arah Abu Ketel dan Trichoderma harzianum (total)

Abu ketel	Trichoderma harzianum				Total
	0 g	2,5 g	5 g	7,5 g	
0 g	30	65,4	39,6	31,8	166,8
30 g	45,3	44,8	59,2	39,6	188,9
60 g	52	86,8	61,2	82,2	282,2
90 g	47,5	56,2	42,6	80,2	226,5
Total	174,8	253,2	202,6	233,8	864,4

## ANOVA

SK	DB	JK	KT	F-hitung	F 5%	F1%	Notasi
Perlakuan	15	2586,96	172,46	4,94	1,99	2,65	**
Abu Ketel	3	637,31	42,49	1,22	2,90	4,46	ns
Trichoderma	3	298,14	19,88	0,57	2,90	4,46	ns
Abu Ketel× Trichoderma	9	1651,52	110,10	3,15	2,19	3,02	**
Eror	32	523,75	34,92				
Total	47	3110,72					

## Uji Lanjut UJD 5%

Abu Ketel	Trichoderma harzianum							
	0 gr		2,5 gr		5 gr		7,5 gr	
0 gr	10,00	aB	21,80	abA	13,20	aAB	10,60	bB
30 gr	15,10	aA	14,93	bA	19,73	aA	13,20	bA
60 gr	17,33	aB	28,93	aA	20,40	aAB	27,40	aAB
90 gr	15,83	aB	18,73	abAB	23,53	aAB	26,73	abA

Lampiran 4.15 Tabel ANOVA dan Uji Lanjut UJD parameter Berat Basah Tanaman

Tabel 2 arah Abu Ketel dan *Trichoderma harzianum* (total)

Abu ketel	<i>Trichoderma harzianum</i>				Total
	0 g	2,5 g	5 g	7,5 g	
0 g	89,73	105,76	103,74	142,86	442,09
30 g	109,31	85,59	108,19	104,77	407,86
60 g	110,1	192,34	142,35	94,94	539,73
90 g	166,66	115,09	118,81	102,93	503,49
Total	475,8	498,78	473,09	445,5	1893,17



## ANOVA

SK	DB	JK	KT	F-hitung	F 5%	F1%	Notasi
Perlakuan	15	4161,15	277,41	1,83	1,99	2,65	ns
Abu Ketel	3	881,74	293,91	1,94	2,90	4,46	ns
Trichoderma	3	119,03	39,68	0,26	2,90	4,46	ns
Abu Ketel × Trichoderma	9	3160,39	351,15	2,32	2,19	3,02	*
Eror	32	4849,82	151,56				
Total	47	9010,97					

## Uji Lanjut UJD 5%

Abu Ketel	<i>Trichoderma harzianum</i>							
	0 gr		2,5 gr		5 gr		7,5 gr	
0 gr	29,91	bA	35,25	bA	34,58	aA	47,62	aA
30 gr	36,44	abA	28,53	bA	36,06	aA	34,92	aA
60 gr	36,7	abB	64,11	aA	47,75	aAB	31,65	aB
90 gr	55,55	aA	38,36	bA	39,6	aA	34,31	aA

## Lampiran 4.16 Tabel ANOVA dan Uji Lanjut UJD parameter Berat Kering Tanaman

Tabel 2 arah Abu Ketel dan *Trichoderma harzianum* (total)

Abu ketel	<i>Trichoderma harzianum</i>				Total
	0 g	2,5 g	5 g	7,5 g	
0 g	5,22	8,61	8,23	8,57	30,63
30 g	7,17	5,45	7,28	6,26	26,16
60 g	7,76	17,2	9,98	6,46	41,4
90 g	13,97	7,56	10,85	9,39	41,77
Total	34,12	38,82	36,34	30,68	139,96

## ANOVA

SK	DB	JK	KT	F-hitung	F 5%	F 1%	Notasi
----	----	----	----	----------	------	------	--------

Perlakuan	15	49,05	3,27	2,12	1,99	2,65	*
Abu Ketel	3	15,34	5,11	3,32	2,90	4,46	*
Trichoderma	3	2,99	1,00	0,65	2,90	4,46	ns
Abu Ketel × Trichoderma	9	30,73	3,41	2,22	2,19	3,02	*
Eror	32	49,29	1,54				
Total	47	98,34					

## Uji Lanjut UJD 5%

Abu Ketel	<i>Trichoderma harzianum</i>							
	0 gr		2,5 gr		5 gr		7,5 gr	
0 gr	1,74	A	2,87	bA	2,74	aA	2,86	aA
30 gr	2,39	bA	1,82	bA	2,43	aA	2,09	aA
60 gr	2,59	abB	5,73	aA	3,33	aB	2,15	aB
90 gr	4,66	aA	2,52	bA	3,62	aA	3,13	aA

Lampiran 4.16 Korelasi Antar Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan	pH	KTK	C-organik	N-total	P-tersedia	K-tersedia	Tinggi tanaman	Jumlah daun	Luas daun	Panjang perakaran	Berat basah
KTK	0,457										
C-organik	0,947	0,343									
N-total	0,233	-0,199	0,431								
P-tersedia	0,256	-0,241	0,433	0,871							
K-tersedia	0,856	0,338	0,900	0,552	0,572						
Tinggi tanaman	0,420	0,042	0,533	0,567	0,497	0,559					
Jumlah daun	0,369	0,189	0,452	0,447	0,335	0,407	0,829				
Luas daun	0,397	0,101	0,449	0,538	0,420	0,367	0,728	0,719			
Panjang perakaran	0,281	-0,101	0,392	0,597	0,500	0,480	0,376	0,336	0,329		
Berat basah	0,323	0,033	0,343	0,447	0,514	0,364	0,790	0,740	0,851	0,258	
Berat kering	0,366	-0,098	0,390	0,456	0,492	0,427	0,802	0,658	0,748	0,488	0,915

**Lampiran 4.18 Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik dan Pembenh Tanah**

No	Kriteria	Satuan	Persyaratan		
			Granul	Cair	Remah
1.	C-organik	%	>7,0	>3,0	>7,0
2.	Kadar air	%	7-15	-	7-15
3.	pH		4-8	4-8	4-8
4.	C/N rasio		8-15	-	8-15
	Bahan ikutan	%	<2	<2	<2
5.	Logam berat				
	As	ppm	<10	<2,5	<10
	Hg	ppm	<1	<0,25	<1
	Pb	ppm	<50	<12,5	<50
	Cd	ppm	<10	<2,5	<10
6.	Kontaminan E. Coli	cfu/g:cfu/ml	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>
	Salmonella sp	cfu/g:cfu/ml	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>

Lampiran 19. Dokumentasi Kegiatan Penelitian



Gambar 1. *Trichoderma harzianum* yang digunakan



Gambar 2. Benih yang digunakan



Gambar 3. Media tanam yang digunakan



Gambar 4. Tanaman berumur 7 HST



Gambar 5. Pengukuran tinggi dan tangkai dengan metode tanametri





Gambar 78. Pengukuran berat kering tanaman



Gambar 9. Pengukuran N-total tanah



Gambar 10. Pengukuran K-tersebut tanah



Gambar 12. Pengukuran P-tersebut tanah

