

**PENGARUH KOMBINASI BIOCHAR SEKAM PADI, PUPUK  
KANDANG AYAM DAN BAKTERI *Pseudomonas  
fluorescens* TERHADAP KEMANTAPAN AGREGAT ENTISOL**

Oleh

**DODIK KURNIAWAN  
MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN  
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



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

**PENGARUH KOMBINASI BIOCHAR SEKAM PADI, PUPUK  
KANDANG AYAM DAN BAKTERI *Pseudomonas fluorescens*  
TERHADAP KEMANTAPAN AGREGAT ENTISOL**

Oleh

**DODIK KURNIAWAN**

**105040200111183**

**MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN  
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

**SKRIPSI**

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN TANAH  
MALANG  
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 secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Februari 2015

Dodik Kurniawan

UNIVERSITAS BRAW



Judul Skripsi : **PENGARUH KOMBINASI BIOCHAR SEKAM PADI, PUPUK KANDANG AYAM DAN BAKTERI *Pseudomonas fluorescens* TERHADAP KEMANTAPAN AGREGAT ENTISOL**

Nama Mahasiswa : **DODIK KURNIAWAN**  
N I M : 105040200111183  
Jurusan : Tanah  
Program Studi : Agroekoteknologi  
Minat : Manajemen Sumber Daya Lahan  
Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama, Pembimbing Pendamping,

Prof.Ir.Wani Hadi Utomo, Ph.D.  
NIP. 194912041974121001

Dr.Ir.Yulia Nuraini, MS.  
NIP. 196111091985032001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Tanah

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

Tanggal Persetujuan: .....



**LEMBAR PENGESAHAN**

**Mengesahkan  
MAJELIS PENGUJI**

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Sugeng Prijono, SU.  
NIP. 195802141985031003

Ir. Sri Rahayu Utami, M.Sc, Ph.D.  
NIP. 19611028 198701 2 001

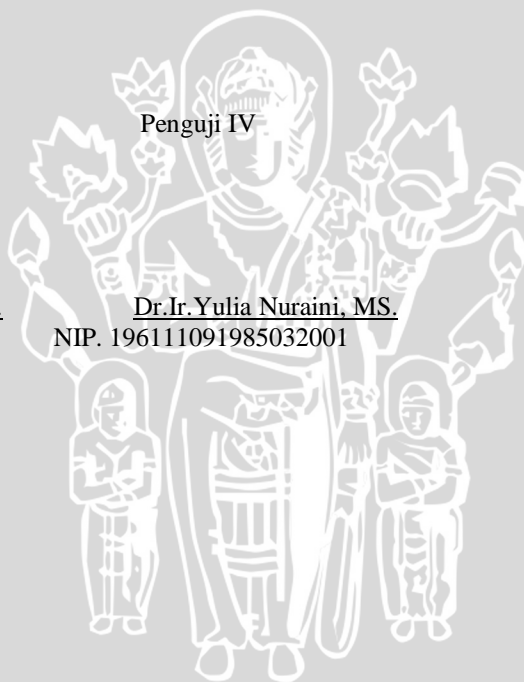
Penguji III

Penguji IV

Prof.Ir.Wani Hadi Utomo, Ph.D.  
NIP. 194912041974121001

Dr.Ir.Yulia Nuraini, MS.  
NIP. 196111091985032001

Tanggal Lulus : .....



**RINGKASAN**

Dodik Kurniawan. 105040200111183. **Pengaruh Kombinasi Biochar Sekam Padi, Pupuk Kandang Ayam dan bakteri *Pseudomonas fluorescens* terhadap Kemantapan Agregat Entisol.** Di bawah bimbingan Wani Hadi Utomo dan Yulia Nuraini.

Entisol memiliki permasalahan dari segi kimia dan fisik karena kandungan bahan organik yang rendah. Selain itu, Entisol memiliki stabilitas agregat tanah yang rendah sehingga mudah tererosi oleh air. Upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki sifat Entisol adalah dengan penambahan bahan organik berupa pupuk kandang ayam, biochar sekam padi dan bakteri *Pseudomonas fluorescens*. Penelitian ini bertujuan untuk memahami adanya pengaruh dari aplikasi biochar sekam padi, pupuk kandang ayam, dan bakteri *P. fluorescens* melalui inkubasi terhadap sifat kimia (pH, N-Total, C-organik) dan biologi (total populasi bakteri) serta mengetahui hasil perlakuan terbaik secara tunggal maupun kombinasi terhadap perbaikan kemantapan agregat Entisol.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisika, Kimia dan Biologi Tanah, Jurusan Tanah, Universitas Brawijaya Malang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli hingga September 2014. Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap dengan 8 perlakuan, 3 ulangan dan 4 contoh sample tanah. Perlakuan terdiri atas P0 = kontrol; P1 = bakteri *Pseudomonas fluorecens*  $10^8$  Cfu/ml; P2 = Biochar sekam padi 10 t/ha; P3 = pupuk kandang ayam 10 t/ha; P4 = biochar sekam padi 10 t/ha + pupuk kandang ayam 10 t/ha; P5 = bakteri *Pseudomonas fluorecens*  $10^8$  Cfu/ml + biochar sekam padi 10 t/ha; P6 = bakteri *Pseudomonas fluorecens*  $10^8$  Cfu/ml + pupuk kandang ayam 10 t/ha; P7 = biochar sekam padi 10 t/ha + pupuk kandang ayam 10 t/ha + bakteri *P. fluorencens*  $10^8$  Cfu/ml.

Pemberian biochar sekam padi, pupuk kandang ayam dan bakteri *P. fluorencens* dapat mempengaruhi peningkatan sifat kimia dan biologi, secara menyeluruh perlakuan terbaik terjadi pada perlakuan P7 yaitu kombinasi biochar sekam padi 10 t/ha + pupuk kandang ayam 10 t/ha + bakteri *P. fluorencens*  $10^8$  Cfu/ml. Pada P7 terjadi peningkatan sifat kimia berupa pH sebesar 28,2%, C-organik 89% dan N-total 53%, serta mampu meningkatkan total populasi bakteri sebesar  $251 \times 10^8$  Cfu/ml, dibandingkan dengan kontrol pada Entisol. Perlakuan pemberian kombinasi dari ketiga bahan yaitu biochar sekam padi 10 t/ha + pupuk kandang ayam 10 t/ha + bakteri *P. fluorencens*  $10^8$  Cfu/ml (P7) memiliki nilai terbaik terhadap kemantapan agregat tanah sebesar 36 tetesan atau meningkat 157% jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

**Comment [D1]:** ALL sesuaikan dengan proposalmu ya dik, jgn sampai ada yg kelupaan ga diganti..

SEMANGAT !!

**Comment [HM2]:** Waktu?

## SUMMARY

Dodik Kurniawan. 105040200111183. The Effect of Rise Husk Biochar, Chicken Manure And *Pseudomonas fluorescens* Bacterium Combination to The Entisol Aggregation. Supervised by Wani Hadi Utomo And Yulia Nuraini.

---

Entisol having problems in terms of chemical and physical properties because low of organic material. Besides, Entisols has low aggregate stability, so the soil is easily eroded by water. One of the efforts can be made to improve the properties of entisols is amending rice husk biochar chicken manure, and *Pseudomonas fluorescens* bacterium. This research aims to understand the effect of amending rice husk biochar, chicken manure, and *P. fluorescens* bacterium through incubation against the chemical properties (pH, total-N, C-organic) and biology properties (total population of bacteria) as well as knowing the best treatment on improving aggregate stability with single amandment or combination.

This research conducted in Laboratory of Physics, Chemistry and Biology, Soil Department, Brawijaya University and was held in July until September 2014. The research using completely randomized design with 8 treatments, 3 replications and 4 soil sample ground. The treatment consisted of P0 = control; P1 = *Pseudomonas fluorecens*  $10^8$  Cf/ml; P2 = Rice husk biochar 10 t/ha; P3 = Chicken manure 10 t/ha; P4 = Rice husk biochar 10 t/ha + Chicken manure 10 t/ha; P5 = *Pseudomonas fluorecens*  $10^8$  Cf/ml + Rice Husk Biochar 10 t/ha; P6 = *Pseudomonas fluorecens*  $10^8$  Cf/ml + Chicken manure 10 t/ha; P7 = Rice husk biochar 10 t/ha + Chicken manure 10 t/ha + *Pseudomonas fluorecens*  $10^8$  Cf/ml.

The amending of rice husk biochar, chicken manure, and *P. fluorescens* bacterium improved the soil chemical and biology properties, whereas the best treatment is combination of rice husk biochar + chicken manure + *P. fluorescens* (P7). P7 improved the value of chemical properties such as pH as much as 28,2%, C-organik 89%, and Total Nitrogen 53%, and increased the total number of bacteria up to  $251 \times 10^8$  Cf/ml, compared to control. The combination of three material (rice husk biochar 10t /ha + chicken manure 10 t/ha + *P. Fluorencens*  $10^8$  Cf/ml) gave the best result on improving aggregate stability equal to 36 droplets or increased 157% compared to control.



### KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas rahmat, berkat, anugerah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Kombinasi Biochar Sekam Padi, Pupuk Kandang Ayam dan Bakteri *Pseudomonas fluorescens* Terhadap Kemantapan Agregat Entisol.

Penulis menyadari selama menempuh perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari semangat, dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang terkait. Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada:

1. Prof.Ir.Wani Hadi Utomo, Ph.D selaku dosen pembimbing utama.
2. Dr.Ir.Yulia Nuraini, MS selaku dosen pembimbing pendamping.
3. Prof. Ir. Zaenal Kusuma, SU selaku Ketua Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
4. Dr. Ir. Sugeng Prijono, SU selaku Sekertaris Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
5. Ibu Umi sebagai sosok ibu sekaligus teman yang banyak memberikan ilmu dan nasehat kepada penulis.
6. Kedua orang tua tercinta Kukuh Tridjono, Kustiati, kakakbeserta keluarga besar yang telah memberikan dukungan dan doa yang tak pernah putus.
7. Bapak Sarkam selaku laboran yang banyak membantu dalam proses penelitian ini.
8. Teman seperjuangan selama di perkuliahan, Firda, Iif, Dwi Hardina, Kisman Topani, Farah, Vranie, dan Rinda terimakasih telah memberikan semangat, dan dorongan hingga terselesaikan skripsi ini.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan mengharapkan saran yang bersifat membangun.

Malang, Februari 2015

Penulis



### RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Madiun pada tanggal 20 September 1991, anak kedua dari dua bersaudara, pasangan Ir. Kukuh Tridjono dan Kustiati S.Sos, MM. Penulis memulai pendidikan dasar di SD Negeri 1 Pembangunan, Kec. Jatiroto, Lumajang pada tahun 1998 sampai tahun 2004. Pada tahun 2007 penulis menyelesaikan pendidikan di SMPN 1 Kencong. Penulis melanjutkan pendidikan menengah atas pada tahun 2007 sampai dengan tahun 2010 di SMAN 3 Lumajang. Tahun 2010 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata 1 Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang,

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten praktikum Mata Kuliah Teknologi Produksi Tanaman pada tahun 2011 serta Irigasi dan Drainase pada tahun 2012. Selain itu penulis pernah juara 2 dalam mengikuti LombaKarya Ilmiah yang dilaksanakan oleh pihak HMIT (Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah).



## DAFTAR ISI

<b>RINGKASAN.....</b>	<b>i</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>ix</b>
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan .....	2
1.3. Hipotesis .....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1. Permasalahan Entisol di Wajak.....	4
2.2. Karakteristik Biochar.....	4
2.3. Karakteristik Bakteri <i>Pseudomonas</i> sp.....	7
2.4. Karakteristik Pupuk Kandang .....	9
2.5. Pembentukan Agregat Tanah .....	10
2.6. Pengaruh Mikroba terhadap Perbaikan Agregat Tanah.....	11
<b>III. METODOLOGI .....</b>	<b>13</b>
3.1. Waktu dan Tempat .....	13
3.2. Alat dan Bahan .....	13
3.3. Pelaksanaan Penelitian.....	14
3.4. Analisis Statistik.....	16
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>17</b>
4.1. Pengaruh Aplikasi Biochar Sekam Padi, Pupuk Kandang Ayam dan Bakteri <i>Pseudomonas fluorescens</i> terhadap Perubahan Sifat Tanah .....	17
4.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Populasi Bakteri .....	26
4.3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kemantapan Agregat Tanah .....	28
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>30</b>
5.1. Kesimpulan .....	30
5.2. Saran .....	30
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>31</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>34</b>

**DAFTAR TABEL**

Nomor	Teks	Halaman
1.	Hasil Analisis Dasar Tanah pada Daerah Wajak Kabupaten Malang.....	4
2.	Hasil Analisis Biochar dari Limbah Pertanian.....	6
3.	Kandungan Unsur Hara dari Berbagai Kotoran Ternak.....	9
4.	Perlakuan Penelitian.....	14
5.	Parameter Pengamatan Tanah.....	16
6.	Nilai Rata-rata pH Tanah.....	17
7.	Nilai Rata-rata C-organik Tanah.....	19
8.	Nilai Rata-rata N-total Tanah.....	21
9.	Nilai Rata-rata C/N Rasio Tanah.....	22
10.	Nilai Rata-rata Kemantapan Agregat Tanah.....	23
11.	Nilai Rata-rata Total Populasi Bakteri.....	25



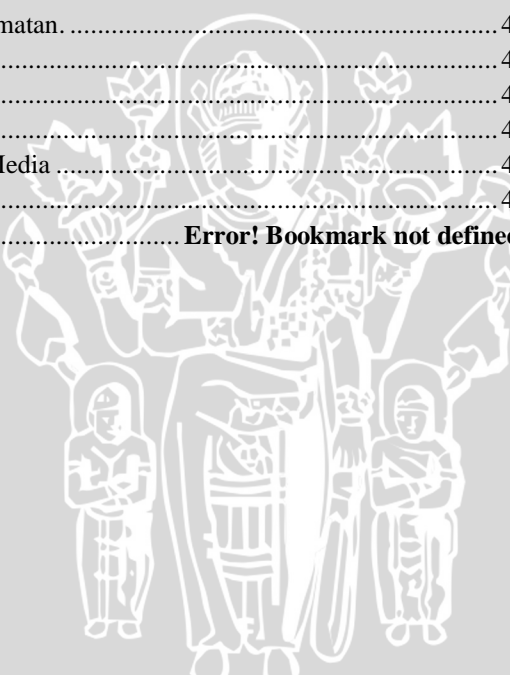
**DAFTAR GAMBAR**

<b>Nomor</b>	<b>Teks</b>	<b>Halaman</b>
1.	Proses Pirolisis Biomassa Organik .....	6
2.	Penampakan Partikel Tanah Menggunakan Mikroskop Elektron .....	12
3.	Satu Set Alat Pirolisis yang Digunakan dalam Pembuatan Biochar.....	15
4.	Hubungan Parameter C-organik dan Total Populasi Bakteri .....	26
5.	Hubungan Parameter pH dan Total Populasi Bakteri .....	27
6.	Hubungan Parameter C-organik dan Agregat Tanah.....	28
7.	Hubungan Parameter Total Populasi Bakteri dan Agregat Tanah.....	29



## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Skema Denah Percobaan .....	35
2.	Analisis Dasar .....	36
3.	Tabel Kriteia Sifat Kimia dan Fisika Tanah .....	37
4.	Kriteria Kompos .....	37
5.	Perhitungan Dosis Pupuk biochar dan Pupuk Kandang Ayam. ....	38
6.	Tabel Anova pH Tanah. ....	38
7.	Tabel Anova C-organik Tanah. ....	39
8.	Tabel Anova N-Total. ....	39
9.	Tabel Anova C/N Rasio. ....	40
10.	Tabel Anova Kemantapan Agregat Tanah. ....	40
11.	Tabel Anova Total Populasi Bakteri Tanah. ....	41
12.	Tabel Korelasi Antar Pengamatan. ....	41
13.	Nilai Koefisien Korelasi. ....	41
14.	Nilai Koefisien Regresi. ....	42
15.	Proses Pembuatan Biochar .....	43
16.	Proses Sterilisasi Alat dan Media .....	44
17.	Foto Inokulasi Penelitian.....	44
18.	Contoh Agregat Tanah. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki sumberdaya lahan yang luas untuk pengembangan komoditas pertanian. Dalam mendukung program ekstensifikasi pertanian salah satu realisasinya dengan pemanfaatan tanah Entisol. Sebaran tanah Entisol di Indonesia cukup luas, Entisol banyak terdapat di sekitar gunung aktif dan terutama di daerah-daerah saluran lahar vulkan. Sebarannya hampir terdapat di seluruh kepulauan. Menurut Sarief (1985), sebaran Entisol di Indonesia terutama Jawa, Sumatera, dan Nusa Tenggara luasnya kurang lebih 3 juta hektar atau sekitar 2,1 % dari keseluruhan luas lahan di Indonesia, sehingga peluang untuk ekstensifikasi masih terbuka luas.

Permasalahan pada tanah Entisol dari segi sifat kimia dan fisik yaitu pada tanah ini umumnya bertekstur pasir hingga pasir berlempung dan kandungan bahan organiknya rendah. Menurut Munir (1996), penyebab perkembangan tanah Entisol sangat lemah dikarenakan oleh beberapa faktor diantaranya iklim yang sangat ekstrim sehingga perombakan bahan induk terhambat memiliki struktur yang lepas, porositas dan aerasi besar menyebabkan bahan organik mudah tercuci sehingga menyebabkan ketersediaan bahan organiknya juga rendah. Bahan organik yang rendah menyebabkan stabilitas agregat rendah dan mudah tererosi, karena hasil dari dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme dapat merekatkan antar partikel tanah.

Agregat merupakan suatu faktor terpenting dalam menunjang fungsi tanah pertanian, karena agregat dapat menyediakan ruang pori yang digunakan akar tanaman untuk berkembang dan menyerap hara dalam tanah. Menurut Sarief (1985), faktor-faktor yang mempengaruhi kemantapan agregat antara lain bahan organik, pengolahan tanah, aktifitas mikroorganisme, dan sistem perakaran.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki sifat Entisol adalah dengan cara penambahan bahan organik. Peningkatan bahan organik mengakibatkan penurunan berat isi tanah dan menyebabkan stabilitas agregat semakin baik (Utomo, 1993). Adanya penambahan bahan organik menyebabkan membaiknya stabilitas ruang pori tanah karena bahan organik yang mengalami

**Comment [u3]:** Utomo, Wani Hadi. 1993. *Dasar-dasar Fisika Tanah*. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.

dekomposisi akan menghasilkan humus. Interaksi antara humus dengan partikel tanah akan menciptakan struktur tanah yang lebih mantap.

Penambahan bahan organik seperti pupuk kandang ayam, serta penambahan biochar dan bakteri *Pseudomonas fluorescens* perlu dilakukan untuk memperbaiki sifat Entisol. Bahan organik seperti pupuk kandang ayam yang memiliki C/N rasio yang rendah menyebabkan mudahnya terdekomposisi oleh mikroorganisme, sehingga lebih cepat dalam memperbaiki sifat kimia, fisika, dan biologi tanah. Menurut Widowati *et al.* (2005), pupuk kandang ayam memiliki karakteristik yaitu mudah terdekomposisi. Biochar memiliki kandungan C/N rasio yang tinggi dan memiliki potensi dalam menyediakan bahan organik dalam jangka waktu yang cukup lama serta memiliki pori mikro yang dapat digunakan sebagai habitat mikroorganisme. Bakteri memiliki peranan dalam terbentuknya agregasi tanah. Bakteri mampu menghasilkan senyawa Eksopolisakarida (EPS) yang berfungsi mengikat partikel tanah dan membentuk agregasi yang lebih stabil. Menurut penelitian Laksmi *et al.* (2008), jumlah bakteri yang menghasilkan eksopolisakarida terpilih dengan populasi  $10^8$ - $10^{10}$  Cfu/ml. Bakteri *P. fluorescens* merupakan jenis bakteri yang dapat menghasilkan eksopolisakarida (EPS), sehingga bakteri *P. fluorescens* memiliki potensi dalam stabilitas agregat tanah.

Tanah yang memiliki tingkat agregasi yang baik akan membuat tanah tersebut mudah diolah, aerasi baik, menyediakan ruang respirasi akar dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam tanah. Oleh karena itu, dengan memanfaatkan kombinasi biochar, bakteri *P. fluorescens* dan pupuk kandang ayam untuk pengelolaan Entisol mempunyai pengaruh baik terhadap sifat Entisol serta dapat mendukung program perluasan areal tanam komoditas pangan dan peningkatan produksi tanaman.

## 1.2. Tujuan

Memahami pengaruh aplikasi biochar sekam padi, pupuk kandang ayam, dan bakteri *Pseudomonas fluorescens* melalui inkubasi terhadap sifat kimia (pH, N-Total, C-organik) dan biologi (total populasi bakteri), serta mengetahui hasil perlakuan terbaik terhadap perbaikan kemandapan agregat Entisol.

### 1.3. Hipotesis

Aplikasi biochar sekam padi, pupuk kandang ayam, dan bakteri *Pseudomonas fluorescens* melalui inkubasi dapat mempengaruhi sifat kimia (pH, N-Total, C-organik) dan biologi (total populasi bakteri), serta perlakuan kombinasi ketiga bahan tersebut memiliki pengaruh terbaik terhadap perbaikan kemantapan agregat Entisol.

### 1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi tentang pengaruh biochar sekam padi, pupuk kandang ayam, dan bakteri *P. fluorescens* terhadap perbaikan kemantapan agregat sehingga dapat dijadikan sebagai sumber informasi dalam memperbaiki sifat fisik Entisol.





## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Permasalahan Entisol di Wajak

Entisol merupakan suatu jenis tanah yang sedikit atau belum mengalami perkembangan, yang mengandung bahan organik rendah. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi perkembangan pembentukan Entisol, seperti perombakan bahan induk yang terhambat yang disebabkan oleh suhu ekstrim, bahan induk yang mudah hilang atau resisten terhadap pelapukan seperti kuarsa, serta adanya faktor erosi yang menggerus epipedon sehingga banyak kandungan bahan organik yang tercuci. Entisol memiliki tekstur tanah kasar yaitu terdiri dari tekstur pasir hingga pasir berlempung, struktur remah, konsistensi lepas sampai gembur (Munir, 1996). Menurut Sanchez (1992), pada tanah dengan kadar pasir yang tinggi serta kandungan liat yang rendah, pencucian unsur hara N akan berjalan lebih cepat jika dibandingkan dengan tanah dengan kadar liat tinggi.

Tabel 1. Hasil Analisis Dasar Tanah pada Daerah Wajak Kabupaten Malang.

No.	Parameter	Hasil	Kriteria
1	C-organik	0,16	Rendah
2	pH H <sub>2</sub> O	6,72	Netral
3	N total	0,09	Rendah
4	% fraksi : pasir	52,27	
	Debu	41,37	
	Liat	6,36	

Sumber : Wijayanti, 2008

Menurut hasil penelitian Wijayanti (2008) (Tabel 1) salah satu jenis Entisol dapat dijumpai pada tanah di daerah Wajak Kabupaten Malang memiliki ciri kadar liat dan bahan organik yang rendah, sehingga agregasi lemah, daya menahan air dan unsur hara rendah, serta kemantapan agregatnya rendah. Hal ini menunjukkan bahwa tanah ini mudah terdispersi apabila mengalami tumbukan air hujan dan akibatnya tanah ini mudah tererosi.

### 2.2. Karakteristik Biochar

Biochar disebut juga sebagai arang hayati yang dapat mengatasi beberapa masalah lahan terdegradasi dan masalah pemanasan global. Biochar merupakan alternatif baru dalam dunia pertanian karena kemampuannya dalam penyimpanan

**Comment [u4]:** Wijayanti, handayunik. 2008. PENGARUH PEMBERIAN KOMPOS LIMBAH PADAT TEMPE TERHADAP SIFAT FISIK, KIMIA TANAH DAN PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG (*Zea mays*) SERTA EFISIENSI TERHADAP PUPUK UREA PADA ENTISOL WAJAK-MALANG. *Skripsi*. Fakultas pertanian. Universitas Brawijaya. Malang

karbon dan dapat menekan emisi gas CO<sub>2</sub>. Biochar mampu menambah kelembaban dan kesuburan tanah pertanian, selain itu biochar mampu bertahan hingga ribuan tahun di dalam tanah karena kemampuannya yang stabil didalam tanah (lama terdekomposisi). Biochar bersifat *porous*, yang terbuat dari limbah biomassa pertanian. Dua hal utama yang menjadi potensi biochar pada bidang pertanian adalah kemampuan menambah unsur hara dan tahan terhadap oksidasi. Biochar lebih tahan dalam tanah, sehingga semua manfaat yang berhubungan dengan retensi hara dan kesuburan tanah dapat berjalan lebih lama dibanding bahan organik lain yang biasa diberikan (Gani, 2010).

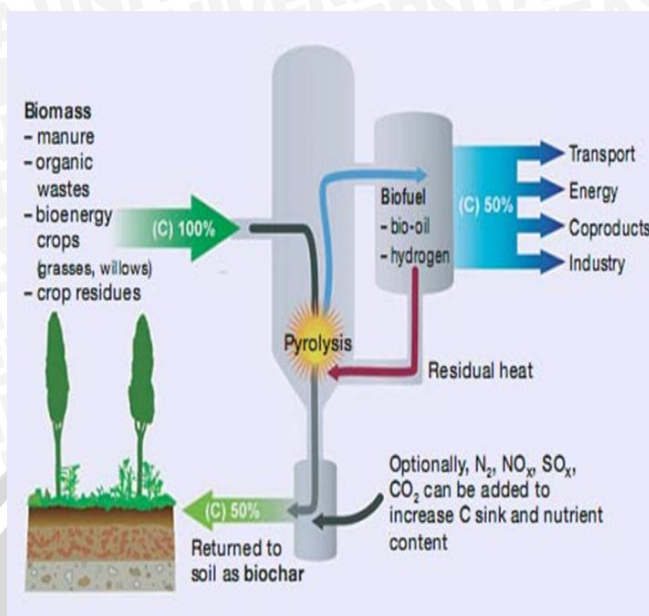
Pembuatan biochar secara umum dilakukan dengan 2 cara yaitu cara modern dan konvensional. Pembuatan biochar dengan cara konvensional akan menurunkan tingkat efisiensi produksi yaitu kehilangan 80-90% dari berat biomasanya (berat basah) dan kandungan nutrisi berasal dari biomassa yang segar, sedangkan penggunaan teknologi modern dengan efisiensi yang lebih tinggi akan memungkinkan untuk mendapatkan massa sekitar 30-40% (berat basah), dengan hasil energi 30% yang terdapat pada arang aktif, dengan kandungan fraksi karbon hingga 90% dari berat awal biomassa (Antal *et al.*, 1996). Prinsip dasar dari pirolisis adalah pemanasan biomassa organik pada kondisi oksigen terbatas atau tanpa oksigen seperti pada (Gambar 1). Modifikasi kondisi seperti suhu dan tekanan dapat berpengaruh nyata terhadap hasil proposi komponen biochar, cairan dan gas (Lehmann, 2007).

**Comment [u5]:** Gani, Anischan. 2010. *Multiguna Arang-Hayati (Biochar)*. Sinar Tani Edisi 13 – 19 Oktober 2010

**Comment [u6]:** Antal, M. J., Croiset, E., Dai, X., DeAlmeida, C., Mok, W. S. L., Norberg, N., Richard, J.-R., Al Majthoub, M., 1996. High-yield biomass charcoal. *Energy Fuels*. 10, 652-658

**Comment [u7]:** Karaosmanoglu, F., Ergudenier, A.I & Sever A., 2000. Biochar from the straw-stalk of Rapeseed plant. *Energy and Fuel* 14:336-339

**Comment [u8]:** Lehman, J., (2007). *Bio-energy in the black. Concepts and question*. *Front Ecology Environment* 5, 381–387.



Gambar 1. Proses Pirolisis Biomassa Organik (Lehmann, 2007).

Nurida (2008) menyatakan bahwa nilai kandungan C-organik dan kandungan unsur hara makro seperti N, P, K dari tempurung kelapa tergolong paling rendah dibandingkan kulit kakao dan sekam padi. Kulit kakao dan sekam padi memiliki struktur yang lebih halus dan kaya unsur hara, serta lebih labil, dan lebih mudah dirombak oleh mikroba di dalam tanah (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil Analisis Biochar dari Limbah Pertanian.

Variabel	Tempurung kelapa	Kulit buah kakao	Sekam padi
C-organik total (%)	24,3	37,5	35,9
Asam humat (%)	0,6	0,9	0,7
Asam fulfat (%)	0,7	3,3	1,5
Kadar abu(%)	3	13,6	27
Kadar N(%)	0,2	1,9	0,7
C/N rasio	122	20	49
Kadar P (%)	0,02	0,4	0,1
Kadar K (%)	0,01	0,4	0,03

Sumber : Nurida, 2008

Dalam pelaksanaan pembuatan biochar maupun aplikasi ke dalam tanah perlu diperhatikan jenis bahan, metode karbonisasi, dan bentuk biochar yang akan diaplikasikan pada lahan untuk mendapatkan hasil yang optimum. Menurut Ogawa (2006), efektivitas biochar dalam meningkatkan kualitas tanah sangat

**Comment [u9]:** Nurida, N. L. 2008. Kualitas limbah pertanian sebagai bahan baku pembenah berupa biochar untuk rehabilitasi lahan. Prosiding Seminar Nasional dan dialog Sumberdaya Lahan Pertanian (pp. 209-215). Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian

**Comment [u10]:** Ogawa, M.2006. Carbon sequestration by carbonization of biomass and forestation: three case studies. p 133-146.

tergantung pada sifat kimia dan fisik biochar, yang ditentukan oleh jenis bahan baku (kayu lunak, kayu keras, sekam padi dan lain-lain), metode karbonisasi (tipe alat pembakaran dan temperatur) dan bentuk biochar (padat, serbuk dan karbon aktif). Perbedaan bentuk biochar akan berpengaruh terhadap kualitas pembenah tanah dan kemampuannya dalam memperbaiki kualitas tanah.

### 2.2.1. Biochar Sekam Padi

Sekam padi merupakan suatu limbah pertanian yang mudah diperoleh dan pemanfaatannya masih kurang dalam bidang pertanian. Biochar memiliki pori mikro yang dapat digunakan sebagai habitat dari mikroorganisme. Menurut Saito & Marumoto (2002), fungi dapat bersporulasi di dalam pori mikro biochar karena di dalam pori tersebut kompetisi yang terjadi cukup rendah dengan saprofit lainnya.

Menurut penelitian Nurida (2008), biochar sekam padi mengandung kadar C-organik total >35,9%, asam humat sebesar 0,9%, kadar abu 27%, kadar P 0,1%, dan C/N rasio 49%. Biochar sekam padi membutuhkan waktu selama 5 jam dalam proses pembakaran, waktu yang dibutuhkan sampai terbentuk arang tergantung pada kadar air, bentuk dan komposisi kimia limbah pertanian yang digunakan.

Menurut hasil penelitian Sujana (2014), pemberian biochar sekam padi dengan dosis 9,28 t/ha ke dalam tanah yang terkontaminasi limbah garmen-cair dapat memperbaiki karakteristik tanah yaitu penurunan berat isi, penurunan konsentrasi logam berat (Cu, Pb, Cd dan Cr) dan meningkatkan porositas total tanah, KTK (kapasitas tukar kation), serta ketersediaan P dan K tanah.

### 2.3. Karakteristik Bakteri *Pseudomonas* sp.

*Pseudomonas* adalah bakteri aerobik berbentuk batang dengan ukuran 0,1-1,0  $\mu\text{m}$  x 1,5-5,0  $\mu\text{m}$ . Di dalam tanah jumlahnya berkisar 3-15% dari populasi bakteri. Beberapa spesies lainnya menghasilkan pigmen bercahaya (*fluorescent*). Pergerakannya dibantu oleh flagela polar dan kebanyakan spesies ini tidak dapat tumbuh pada kondisi asam (pH 4,5), *pseudomonas* terdiri dari genus yang mampu memanfaatkan berbagai senyawa organik dan anorganik untuk hidup di bawah kondisi lingkungan yang beragam. Metabolisme dari genus *Pseudomonas* dikenal sangat fleksibel (Handayanto dan Hairiah, 2009).

**Comment [u11]:** Handayanto, E., & Hairiah, K. 2007. Biologi Tanah. Pustaka Adipura. Yogyakarta.

Menurut Anas (1989), *Pseudomonas* adalah bakteri yang dapat ditemukan hampir di semua media alami seperti di dalam air dan tanah. Beberapa mekanisme dari bakteri *Pseudomonas* yang dapat membantu pertumbuhan tanaman yaitu : (1) dapat digunakan sebagai agen hayati karena dapat menghambat pertumbuhan patogen dengan cara menghasilkan antibiotik, (2) mampu menghasilkan *plant growth promoting substances*(PGPR) seperti auksin, giberelin, dan vitamin, (3) mampu melarutkan fosfat.

### 2.3.1. Bakteri *Pseudomonas Fluorescens*

Karakteristik *P. fluorescens* yang merupakan salah satu spesies dari genus *Pseudomonas* dengan taksonomi sebagai berikut:

Kingdom	: Bacteria
Phylum	: Proteobacteria
Class	: Gamma Proteobacteria
Order	: Pseudomonadales
Family	: Pseudomonadaceae
Genus	: <i>Pseudomonas</i>
Species	: <i>P. fluorescens</i>

*P. fluorescens* adalah spesies bakteri gram negatif dalam genus *Pseudomonas* dan termasuk ke dalam bakteri yang dapat ditemukan dimana saja (*ubiquitous*), seringkali ditemukan pada bagian tanaman (permukaan daun dan akar) dan sisa tanaman yang membusuk, tanah dan air. *Pseudomonas* terbagi atas grup, diantaranya adalah sub-grup berpendar *fluor (fluorescent)*. Ciri yang mencolok dan mudah dilihat dari *P. fluorescens* adalah kemampuannya menghasilkan pigmen pyoverdinin atau fenazin pada medium *King's B*, sehingga terlihat berpijar bila terkena sinar UV. *P. fluorescens* dapat tumbuh baik dalam media yang bersumber karbon (Palleroni, 1984).

Spesies dalam genus ini seringkali dimanfaatkan sebagai agen hayati untuk beberapa jamur, bakteri patogen, penambat P dan pengatur zat tumbuh tanaman. Kemampuan *P. fluorescens* untuk menekan populasi patogen diasosiasikan dengan kemampuannya untuk melindungi akar dari infeksi patogen dengan cara mengkolonisasi permukaan akar, menghasilkan senyawa kimia seperti anti jamur dan antibiotik serta kompetisi dalam penyerapan kation Fe (Supriadi, 2006).

**Comment [u12]:** Palleroni, N.J.1984. Genus *Pseudomonas*, dalam N.R. Krieg and J.G. Hort (eds) : *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Vol.1.pp : 141 - 165.

**Comment [u13]:** Supriadi, 2006. Analisis Risiko Agens Hayati Untuk Pengendalian Patogen Pada Tanaman. *Dalam Jurnal Litbang Pertanian* 25 (3), 2006.

Menurut penelitian Laksmi *et al.* (2008), populasi bakteri yang menghasilkan eksopolisakarida terdapat pada populasi bakteri berkisar antara  $10^8$ - $10^{10}$  Cfu/ml. Bakteri *P. fluorescens* merupakan jenis bakteri yang dapat menghasilkan eksopolisakarida (EPS). Eksopolisakarida adalah polisakarida yang diproduksi dan dieskresikan oleh mikroba ke luar sel sebagai produk metabolit sekunder. Menurut penelitian Laksmi *et al.* (2008) bakteri *P. fluorescens* menghasilkan eksopolisakarida lebih tinggi daripada bakteri *P. putida* yaitu 8,04 dan 1,82 mg/ml.

### 2.4. Karakteristik Pupuk Kandang

Pupuk kandang adalah pupuk yang berasal dari hewan ternak berupa kotoran padat (*faces*), air kencing (*urine*). Kualitas pupuk kandang tergantung pada jenis umur ternak, jenis pakan yang dikonsumsi dan kondisi penyimpanan. Bila dibandingkan dengan pupuk buatan, pupuk kandang merupakan pupuk yang tidak mudah tersedia bagi tanaman dikarenakan terdapat proses penguraian oleh mikroba didalam tanah dan membutuhkan waktu agar dapat diserap oleh tanaman. Rendahnya ketersediaan hara dari pupuk kandang antara lain disebabkan karena bentuk unsur N, P, serta unsur lain terdapat dalam bentuk senyawa kompleks organik protein atau senyawa asam humat atau lignin yang sulit terdekomposisi (Hartatik, 2006).

Pupuk kandang ayam broiler mempunyai kadar hara P yang relatif lebih tinggi dari pupuk kandang lainnya. Kadar hara ini sangat dipengaruhi oleh jenis konsentrat yang diberikan. Beberapa hasil penelitian dari aplikasi pupuk kandang ayam selalu memberikan respon tanaman yang terbaik pada musim pertama. Hal ini terjadi karena pupuk kandang ayam relatif lebih cepat terdekomposisi serta mempunyai kadar hara yang cukup jika dibandingkan dengan jumlah unit yang sama dengan pupuk kandang lainnya (Widowati *et al.*, 2005). Menurut Lingga (1991), kandungan dari pupuk kandang ayam tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan Unsur Hara dari Berbagai Kotoran Ternak.

Sumber pupuk	Kadar	Bahan	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O	C/NRasio
--------------	-------	-------	---	-----------------------------------	------------------	----------

**Comment [u14]:** Hartatik, W. 2006. Laporan penelitian teknologi pengelolaan hara pada budidaya pertanian organik. Balai Penelitian Tanah. Bogor.

**Comment [u15]:** Widowati, L.R., Sri Widati, U. Jaenudin, dan W. Hartatik. 2005. Pengaruh Kompos Pupuk Organik yang Diperkaya dengan Bahan Mineral dan Pupuk Hayati terhadap Sifat-sifat Tanah, Serapan Hara dan Produksi Sayuran Organik. Laporan Proyek Penelitian Program Pengembangan Agribisnis, Balai Penelitian Tanah, TA 2005 (Tidak dipublikasikan).

**Comment [u16]:** Lingga, P. 1991. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar Sawadaya. Jakarta



kandang	air (%)	organik (%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Sapi	80	16	0,3	0,2	0,15	20-25
Kerbau	81	12,7	0,25	0,18	0,17	25-28
Kambing	64	31	0,7	0,4	0,25	20-25
Ayam	57	29	1,5	1,3	0,8	9-11
Babi	78	17	0,5	0,4	0,4	19-20

Sumber : Lingga, 1991

Berdasarkan Tabel 3, dapat dilihat bahwa pupuk kandang ayam memiliki C/N rasio yang paling rendah yaitu berkisar 9-11, yang menunjukkan bahwa pupuk kandang ayam karakteristiknya mudah terdekomposisi.

### 2.5. Pembentukan Agregat Tanah

Agregat dapat dikelompokkan menjadi dua bagian berdasarkan ukurannya yaitu agregat primer disebut juga dengan struktur mikro dengan ukuran 0,25-0,5 mm, sedangkan agregat sekunder disebut juga dengan struktur makro dengan ukuran paling besar 10 mm. Agregat yang dapat dilihat oleh mata sering disebut juga sebagai agregat makro, agregat makro adalah kumpulan dari kelompok agregat yang lebih kecil atau agregat mikro. Agregat tanah terbentuk karena proses flokulasi dan fragmentasi. Proses flokulasi terjadi jika partikel tanah yang pada awalnya dalam keadaan terdispersi, kemudian bergabung membentuk agregat. Sedangkan proses fragmentasi terjadi jika tanah dalam keadaan masif, kemudian terpecah-pecah membentuk agregat yang lebih kecil (Sarief, 1985).

Menurut Stevenson (1982), ada tiga mekanisme yang berjalan dari proses pembentukan agregat tanah yaitu (1) adanya gaya kohesi dari partikel liat melalui ikatan hidrogen dan berkoordinasi dengan kation polivalen ( $Ca^{2+}$ ), (2) lendir yang dihasilkan berupa golongan polisakarida dari bahan organik mampu menyelimuti partikel tanah dan mengikatnya melalui proses penyemenan, (3) adanya daya pengikat yang dihasilkan oleh hifa fungi dan akar-akar halus tanaman. Menurut Soepardi (1983), bahan organik merupakan faktor agregasi terpenting karena dapat melepaskan partikel dan dapat mengikatnya menjadi agregat yang stabil serta lebih besar. Penambahan sejumlah bahan organik ke dalam tanah akan selalu diikuti oleh penambahan stabilitas agregat.

**Comment [u17]:** Stevenson, F.J. 1982. Humus chemistry genesis, compotion, reaction. John Willey an Son. New York

**Comment [u18]:** Soepardi, G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Departemen Ilmu-ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor

Organisme tanah (terutama mikroorganisme) dapat memperbaiki stabilitas agregat tanah melalui produksi hifa dan polisakarida ekstraselulernya. Dalam hal ini, mikroorganisme tanah secara fisik dapat memperbaiki stabilitas agregat tanah dengan cara mengikat partikel tanah, sedangkan pembentukan agregat tanah yang dilakukan oleh akar tanaman dimulai dengan penghancuran bongkahan tanah. Akar tumbuhan masuk ke dalam bongkahan tanah dan menimbulkan terpecahnya bongkahan menjadi butiran sekunder (Handayanto dan Hairiah, 2009).

## 2.6. Pengaruh Mikroba terhadap Perbaikan Agregat Tanah

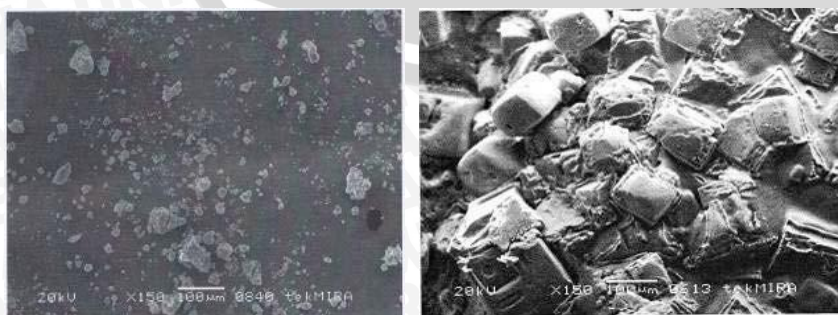
Mikroorganisme tanah merupakan salah satu agen pembenah tanah yang berperan dalam memperbaiki struktur tanah melalui penurunan berat jenis, peningkatan ruang pori, aerasi, drainase, kapasitas penyimpanan air, dekomposisi bahan organik, pencampuran partikel tanah, penyebaran mikroba, dan perbaikan stabilitas agregat tanah (Rasti *et al.*, 2007).

Proses yang terjadi dalam kondisi alami, bakteri di dalam tanah dapat menghasilkan senyawa organik berupa eksopolisakarida (EPS). Eksopolisakarida bakteri dapat berinteraksi dengan partikel tanah melalui pembentukan jembatan polimer sehingga memiliki peran dalam pembentukan mikroagregat dan memantapkan agregat tanah. Eksopolisakarida dapat dihasilkan secara cepat sehingga sangat mempengaruhi kemandirian stabilitas agregat. Sebagian eksopolisakarida yang letaknya terdapat di antara agregat tanah sulit untuk dihancurkan secara biologis selama agregat tersebut tidak dirusak dan dikeluarkan dari bagian dalam. Eksopolisakarida mikroorganisme yang tidak terganggu akan bertahan lama di dalam tanah. Ketahanan eksopolisakarida di dalam tanah dapat membentuk kompleks dengan logam atau dengan pengikatan pada gugus aktif dari senyawa organik lainnya dan mineral liat (Laksmi, 2011).

Eksopolisakarida dihasilkan oleh bakteri gram negatif dan gram positif. Eksopolisakarida asal bakteri gram negatif akan mengikat partikel tanah dan

**Comment [u19]:** Rasti, S. Edi, H. Dan R. D. M, Simanungkalit. 2007. Biologi Tanah. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Jawa Barat

**Comment [u20]:** Laksmi. 2011. PERAN BAKTERI PENGHASIL EKSPOLISAKARIDA DALAM AGREGASI TANAH TEKSTUR BERPASIR. *Disertasi*. Ilmu Tanah. INSTITUT PERTANIAN BOGOR. bogor





membentuk agregasi. Umumnya agregat yang terbentuk akibat EPS cukup stabil (Uwa, 2004). Untuk penampakan dari perekatan partikel tanah oleh eksopolisakarida pada Gambar 2.

**Comment [u21]:** Uwa. 2004. *SOIL aggregation*. soilhealth. segs.uwa.edu.au

Gambar 2. Penampakan Partikel Tanah Menggunakan Mikroskop Elektron :a. tanpa Inokulasi *B. cenocepacia* Strain KTG dengan Perbesaran 150x, b. Penambahan Inokulasi *B. cenocepacia* strain KTG dengan Perbesaran 150x (Laksmita, 2011).



### III. METODOLOGI

#### 3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisika, Kimia dan Biologi Tanah Jurusan Tanah Universitas Brawijaya Malang. Tempat pengambilan sampel terletak pada Desa Wajak, Kabupaten Malang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli hingga September 2014.

**Comment [HM22]:** Waktu?

#### 3.2. Alat dan Bahan

##### 3.2.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, autoclaf, mikropipet, jarum ose, *laminar air flow*, lampu Bunsen, kompor listrik, aluminium foil, tabung reaksi, spidol, plastik *wrapping*, gelas ukur dan erlenmeyer. Alat yang digunakan dalam pembuatan biochar adalah pH meter, satu set alat pirolisis, ayakan 2 mm, sedangkan alat yang digunakan untuk analisis stabilitas agregat tanah adalah ayakan basah, timbangan, polibag, palu kecil, cawan nikel, dan oven.

**Comment [HM23]:** Langsung saja tidak perlu dijelaskan setiap parameter

##### 3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam melakukan tahapan isolasi bakteri hingga perhitungan total populasi bakteri yaitu alkohol 75 %, Aquades, isolat teruji bakteri *P. fluorescens* (diperoleh dari koleksi Laboratorium Bakteriologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Brawijaya), *Nutrient Broth* (NB) dan *Nutrient Agar* (NA). Bahan pembuatan biochar yaitu sekam padi, bahan dalam melakukan analisis agregat tanah adalah sampel tanah dan air, sedangkan bahan pembuatan pupuk adalah kotoran kering ayam.

**Comment [HM24]:** Langsung saja disebutkan tidak perlu dijelaskan

##### 3.2.3. Rancangan Penelitian

Perlakuan yang diujikan dalam penelitian ini adalah pemberian biochar, bakteri *P. fluorescens* dan pupuk kandang ayam serta menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), dengan 8 perlakuan 3 kali ulangan dan 4 contoh sampel tanah seperti yang disajikan pada pada Tabel 4.

Tabel 4. Perlakuan Penelitian.

No	Kode Perlakuan	Deskripsi	Dosis perlakuan
1	P0	Tanpa perlakuan	0
2	P1	<i>P. fluorescens</i>	3 ml/kg
3	P2	Biochar sekam padi	10 t/ha
4	P3	Pupuk kandang ayam	10 t/ha
5	P4	Biochar sekam padi + Pupuk kandang ayam	10 t/ha + 10 t/ha
6	P5	<i>P. fluorescens</i> + Biochar sekam padi	3 ml/kg + 10 t/ha
7	P6	<i>P. fluorescens</i> + Pupuk kandang ayam	3 ml/kg + 10 t/ha
8	P7	Biochar sekam padi + pupuk kandang ayam + bakteri <i>P. fluorescens</i>	3 ml/kg + 10 t/ha + 10 t/ha

### 3.3. Pelaksanaan Penelitian

#### 3.3.1. Pengambilan Sampel Tanah dan Isolat Bakteri

Pengambilan sampel contoh tanah dilakukan pada kedalaman tanah 0-20 cm (lapisan olah tanah) secara acak pada daerah Wajak Kabupaten Malang dan isolat bakteri *P. fluorescens* diperoleh dari koleksi Laboratorium Bakteriologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Universitas Brawijaya, Malang.

#### 3.3.2. Analisis Dasar

Analisis dasar yang dilakukan pada sampel tanah, biochar, pupuk kandang, dan bakteri *Pseudomonas fluorescens* meliputi : tekstur tanah, BI, kapasitas lapang, pH, C-organik, N-total dan jumlah populasi awal bakteri yang diberikan.

#### 3.3.3. Pembuatan Biochar

Langkah kerja dalam pembuatan biochar sekam padi adalah : pengumpulan sekam padi yang digunakan sebagai bahan pembuatan biochar, kemudian bahan tersebut dimasukkan kedalam reaktor kemudian dibakar dari dalam dengan disulut api terlebih dahulu pada bagian atas. Setelah api cukup besar, blower yang terletak dibagian bawah tungku dinyalakan dan tungku ditutup rapat. Menurut Sujana (2014), setelah dimasukkan ke dalam tungku, dilakukan proses pengarangan yang ada di dalam reaktor selama  $\pm 5$  jam. Suhu yang digunakan dalam proses

pengarangan berkisar antara 300-500<sup>0</sup>C. Setelah itu, hasil dari pembakaran berupa gas akan dialirkan masuk ke dalam *cyclone* untuk dipisahkan berdasarkan berat fraksi gas. Kemudian gas yang memiliki fraksi ringan akan dibuang sedangkan gas fraksi berat akan dialirkan masuk ke dalam kondensator untuk diubah menjadi bentuk cair. Tahap selanjutnya, sisa asap yang tidak berubah menjadi cair akan dibuang melalui filter. Biochar yang telah selesai siap untuk diaplikasikan (Gambar 3).



Gambar 3. Satu Set Alat Pirolisis yang Digunakan dalam Pembuatan Biochar : a. Alat Pirolisis Tampak dari Depan, b. Alat Pirolisis Tampak dari Belakang.

#### 3.3.4. Aplikasi Bakteri *Pseudomonas fluorescens* kedalam Tanah

Untuk perlakuannya, terlebih dahulu tanah dikeringanginkan setelah itu diayak dengan ayakan 2 mm, kemudian dilakukan sterilisasi tanah dengan cara menyemprotkan formalin 4% dengan dosis 25ml/kg tanah, setelah itu ditutup plastik selama 7 hari dan tanah dibalik setiap hari. Tanah yang sudah selesai di sterilisasi dipindahkan ke dalam polybag, kemudian bahan biochar, pupuk kandang, dan bakteri *P. fluorescens* dimasukkan sesuai perlakuan. Untuk aplikasi bakteri *P. fluorescens* yang diberikan ke dalam tanah yaitu sebesar 3 ml/kg (1 ml =  $1 \times 10^8$  Cfu/ml) dengan media pembawa *Nutrient Broth* (NB). Penentuan kebutuhan air berdasarkan kapasitas lapang.

### 3.3.5. Pengamatan

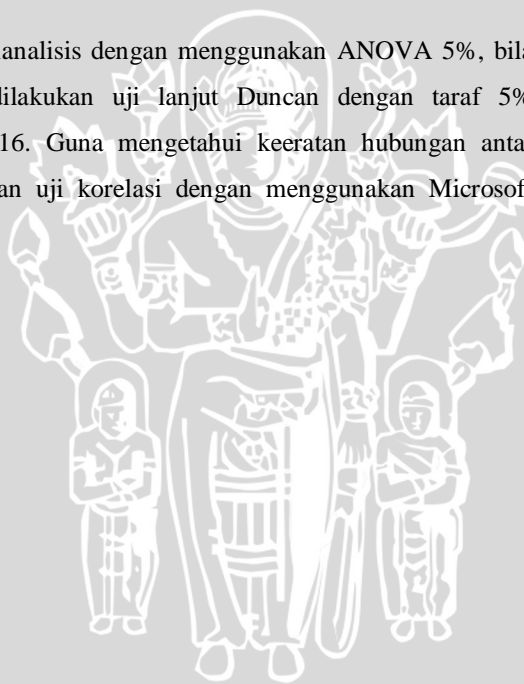
Parameter pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pH, C-organik, N-total, agregat tanah dan total populasi bakteri dengan waktu pengamatan hari ke-15, 30, 45, dan 60 Hari Setelah Inkubasi (HSI), yang memiliki selang interval waktu 15 hari(Tabel5).

Tabel 5. Parameter Pengamatan Tanah.

Parameter	Metode	Periode Sampling (HSI)
pH	pH-meter	15, 30, 45 dan 60
C-organik	Walkley & Black	15, 30, 45 dan 60
N-total	Kjeldahl	15, 30, 45 dan 60
Agregat Tanah	Vilensky	15, 30, 45 dan 60
Jumlah populasi bakteri	Pour plate	15, 30, 45 dan 60

### 3.4. Analisis Statistik

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan ANOVA 5%, bila ada perbedaan yang nyata, dilakukan uji lanjut Duncan dengan taraf 5% menggunakan program SPSS 16. Guna mengetahui keeratan hubungan antar parameter pengamatan dilakukan uji korelasi dengan menggunakan Microsoft Excel.



## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Pengaruh Aplikasi Biochar Sekam Padi, Pupuk Kandang Ayam dan Bakteri *Pseudomonas fluorescens* terhadap Perubahan Sifat Tanah

#### 4.1.1. pH Tanah

Hasil analisis sidik ragam aplikasi biochar sekam padi, pupuk kandang ayam, dan bakteri *P. fluorescens* serta kombinasinya menunjukkan hasil yang nyata terhadap nilai pH tanah pada periode pengamatan mulai 15, 30, 45, dan 60 hari setelah inkubasi (HSI) (Lampiran 6). Pada pengamatan 15-60 HSI tidak semua perlakuan mengalami peningkatan (Tabel 6).

Tabel 6. Nilai Rata-rata pH Tanah.

Perlakuan	Rata-rata pH Tanah			
	15 HSI	30 HSI	45 HSI	60 HSI
P0	5,33 a	5,34 a	5,33 a	5,31 a
P1	5,45 a	5,43 a	5,40 a	5,35 a
P2	5,47 a	5,98 ab	6,23 bc	6,34 b
P3	6,09 bc	6,22 b	6,28 bc	6,29 b
P4	6,13 bc	6,42 b	6,59 bc	6,62 bc
P5	6,03 b	6,09 b	6,21 b	6,37 b
P6	6,05 bc	6,52 b	6,58 bc	6,60 bc
P7	6,39 c	6,43 b	6,64 c	6,81 c

Keterangan : Angka rerata yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak menunjukkan beda nyata berdasarkan uji Duncan 5 %. P0 = kontrol; P1 = Bakteri *Pseudomonas fluorescens*  $10^8$  Cfu/ml; P2 = Biochar Sekam Padi 10 t/ha; P3 = Pupuk Kandang Ayam 10 t/ha; P4 = Biochar Sekam Padi 10 t/ha + Pupuk Kandang Ayam 10 t/ha; P5 = Bakteri *Pseudomonas fluorescens*  $10^8$  Cfu/ml + Biochar Sekam Padi 10 t/ha; P6 = Bakteri *Pseudomonas fluorescens*  $10^8$  Cfu/ml + Pupuk Kandang Ayam 10 t/ha; P7 = Biochar Sekam Padi 10 t/ha + Pupuk Kandang Ayam 10 t/ha + Bakteri *P. fluorescens*  $10^8$  Cfu/ml.

Pada perlakuan P1, terjadi penurunan pH secara berangsur-angsur yang disebabkan bakteri jenis *P. fluorescens* merupakan jenis bakteri aerob, dimana jenis bakteri ini bila melakukan aktifitasnya dapat menghasilkan senyawa asam. Menurut Handayanto dan Hairiah (2009), bakteri *Pseudomonas* termasuk kedalam jenis bakteri aerob, dimana pada kondisi aerob beberapa bakteri dapat mengoksidasi amoniak dan sulfur dengan hasil berupa ion  $H^+$  yang dapat menurunkan pH tanah.

Pada pengamatan 15, 45 dan 60 HSI nilai pH tertinggi terdapat pada perlakuan kombinasi antara biochar sekam padi 10 t/ha + pupuk kandang ayam 10 t/ha + bakteri *P. fluorescens*  $10^8$  Cfu/ml (P7) yakni sebesar 6,39, 6,64 dan 6,81 atau meningkat 19,9%, 24,6% dan 28,2%, jika dibandingkan dengan kontrol (P0). Pada waktu pengamatan ke-30 HSI perlakuan bakteri *P. fluorescens*  $10^8$  Cfu/ml + pupuk kandang ayam 10 t/ha (P6) memiliki nilai pH tertinggi yaitu 6,52 jika dibandingkan pada semua perlakuan atau meningkat 22% dari kontrol (P0).

Secara umum P7 merupakan perlakuan terbaik dengan nilai tertinggi. Pada perlakuan P7, selain adanya pemberian pupuk kandang ayam dan bakteri *P. fluorescens*, perlakuan ini juga ditambahkan dengan biochar. Berdasarkan hasil analisis dasar pupuk, pupuk kandang ayam dan biochar memiliki kandungan pH yang bersifat agak alkalis hingga alkalis (Lampiran 2). Menurut Putri (2011) membuktikan bahwa pupuk kandang dan biochar bersifat basa (alkali), sehingga apabila basa-basa tersebut terdekomposisi atau terhidrolisis akan melepaskan ion OH sehingga dapat meningkatkan pH tanah. Peningkatan pH dalam tanah masam disebabkan oleh peningkatan konsentrasi oksida-oksida logam alkali (misalnya  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , dan  $\text{K}^+$ ) yang berasal dari biochar (Steiner *et al.*, 2007). Gani (2009) menambahkan bahwa dengan pemberian biochar mampu meningkatkan ketersediaan kation utama serta dapat meningkatkan nilai pH tanah. Penambahan residu tanaman atau binatang yang dimasukkan ke dalam tanah dengan kondisi lingkungan yang menguntungkan membuat proses dekomposisi oleh mikroorganisme berjalan dengan baik (Sutedjo *et al.*, 1991). Jadi, dapat disimpulkan bahwa dengan adanya kombinasi dari biochar dan pupuk kandang yang bersifat basa serta peran bakteri untuk mempercepat proses dekomposisi mampu meningkatkan pH Entisol.

#### 4.1.2. C-organik Tanah

Karbon merupakan penyusun dari sebagian besar bahan organik. Fraksi bahan organik tanah terdiri dari 5% biomassa mikroba, akar tanaman dan fauna tanah, sedangkan 95% sisanya adalah serasah dan sisa-sisa hewan. Bahan organik adalah sumber bagi unsur-unsur penting seperti C, N, S, dan P; memperbaiki struktur tanah dan sebagai penyangga pH (Bohn *et al.*, 2001). Pemberian biochar

sekam padi, pupuk kandang ayam dan bakteri *P. fluorescens* serta kombinasinya menunjukkan pengaruh nyata terhadap kadar karbon organik tanah (Tabel 7 dan Lampiran 7).

Tabel 7. Nilai Rata-rata C-organik Tanah.

Perlakuan	Rata-rata C-organik Tanah (%)			
	15 HSI	30 HSI	45 HSI	60 HSI
P0	0,85 a	0,85 a	0,84 a	0,85 a
P1	0,97ab	0,95 ab	1,05 b	1,13 b
P2	1,13 bc	1,18c	1,28 c	1,31 c
P3	1,11 bc	1,16 bc	1,26 c	1,37 cd
P4	1,14 bc	1,17 bc	1,32 cd	1,39 cd
P5	1,19 cd	1,25 cd	1,30 c	1,38 cd
P6	1,23 cd	1,31 cd	1,39 d	1,48 de
P7	1,35 d	1,45 d	1,51 e	1,61 e

Keterangan :Angka rerata yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak menunjukkan beda nyata berdasarkan uji Duncan 5 %.P0 = kontrol; P1 = Bakteri *Pseudomonasfluorescens*10<sup>8</sup>Cfu/ml;P2 = Biochar Sekam Padi 10 t/ha; P3 = Pupuk Kandang Ayam 10 t/ha; P4 = Biochar Sekam Padi 10 t/ha + Pupuk Kandang Ayam 10 t/ha; P5 = Bakteri *Pseudomonasfluorescens* 10<sup>8</sup>Cfu/ml+ Biochar Sekam Padi 10 t/ha; P6 = Bakteri *Pseudomonasfluorescens*10<sup>8</sup>Cfu/ml + Pupuk Kandang Ayam 10 t/ha; P7 = Biochar Sekam Padi 10 t/ha + Pupuk Kandang Ayam 10 t/ha + Bakteri *P. fluorencens* 10<sup>8</sup> Cfu/ml.

Pengamatan pada 15-60 HSI menunjukkan bahwa tidak semua perlakuan mengalami peningkatanC-organik. Berdasarkan Tabel 8, diketahui bahwa pengaruh yang diberikan dari masing-masing perlakuan memberikan respon yang berbeda terhadap kandungan C-organik tanah. Hal ini diduga karena masing-masing bahan organik memiliki kualitas dan kuantitas yang berbeda, sehingga berdampak pada laju dekomposisi bahan organik tersebut, salah satunya ialah C/N rasio yang terdapat pada masing-masing bahan. Kualitas dan kuantitas dari bahan organik akan mempengaruhi mikroorganisme dalam mendekomposisi bahan tersebut (Sutedjo *et al.*, 1991). Pada perlakuan P1 terjadi penurunan kadar C-organik pada pengamatan ke-30 HSI.Hal ini diduga karena bakteri menggunakan sumber karbon tanah sebagai energi dalam melakukan aktifitas untuk menunjang kehidupannya. Iajuga menambahkan bahwa karbon akan diikat oleh bakteri sebagai sumber energi untuk melakukan aktifitasnya.



Sedangkan pada pengamatan 15, 30, 45, dan 60 HSI nilai C-organik tertinggi berturut-turut terdapat pada perlakuan P7 kombinasi antara biochar sekam padi 10 t/ha + pupuk kandang ayam 10 t/ha + bakteri *P. fluorencens*  $10^8$  Cfu/ml yakni sebesar 1,35%, 1,45%, 1,51%, 1,61% atau meningkat 59%, 70%, 79%, dan 89% jika dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Hal ini diduga karena pupuk kandang dan biochar memiliki kandungan C-organik yang tidak terlalu tinggi sehingga C/Nrasiorelatif kecil yaitu 7 dan 21, yang menyebabkan proses dekomposisi berjalan dengan baik oleh mikroorganisme. Perlakuan kombinasi dari ketiga bahan tersebut akan mempercepat tersedianya C-organik dalam tanah yang merupakan hasil dekomposisi bahan organik. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Septiawan (2014), yang menyatakan bahwa pemberian kombinasi biochar sekam padi dan pupuk kompos berpengaruh nyata terhadap peningkatan C-organik tanah antara 1,42 – 1,5%. Hal tersebut ditunjang dengan kemampuan biochar dalam menahan karbon, sehingga ketersediannya dapat dijaga. Menurut Gani(2010), bila biochar digunakan sebagai pembenah tanah bersama pupuk organik dan inorganik, biochar dapat meningkatkan produktivitas, retensi hara dan mempertahankan kandungan karbon organik tanah bagi tanaman. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kombinasi dari ketiga bahan tersebut P7 akan memberikan sumbangan terhadap peningkatan C-organik tanah serta dapat mempertahankannya dalam jangka waktu yang cukup lama.

#### 4.1.3. N-total Tanah

Nitrogen merupakan penyusun utama asam amino yang digunakan untuk sintesis peptida dan protein, sehingga nitrogen merupakan unsur esensial bagi semua bentuk kehidupan. Senyawa nitrogen organik yang terbentuk secara alami didalam tanah antaralain protein, asam amino dan polimer dinding sel mikroba (Handayanto dan Hairiah, 2009).

Analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh yang nyata pada periode pengamatan 15, 30, 45 dan 60 HSI terhadap nilai kandungan N-total tanah (Lampiran 8). Pada Tabel 8, diketahui bahwa pengamatan N total tanah pada 15-60 HSI tidak seluruhnya mengalami peningkatan.

**Comment [u25]:** Ginanjar ika septian. 2014. Kombinasi biochar sekampadi dan pupuk kompos sebagai bahan pembenah tanah pada budidaya tanaman jagung (*Zea mayz* L.) di jatikerto. malang

Tabel 8. Nilai Rata-rata N-total Tanah.

Perlakuan	Rata-rata N-total tanah (%)			
	15 HSI	30 HSI	45 HSI	60 HSI
P0	0,13 abc	0,13 ab	0,12 a	0,12 a
P1	0,12 a	0,12 a	0,12 a	0,12 a
P2	0,13 bc	0,14 bc	0,15 b	0,16 b
P3	0,13 bc	0,15 c	0,16 b	0,17 b
P4	0,13 bc	0,14 bc	0,15 b	0,17 b
P5	0,13 ab	0,14 bc	0,15 b	0,17 b
P6	0,13 bc	0,15 c	0,16 b	0,17 bc
P7	0,13 c	0,15 c	0,16 b	0,19 c

Keterangan :Angka rerata yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak menunjukkan beda nyata berdasarkan uji Duncan 5 %.P0 = kontrol; P1 = Bakteri *Pseudomonasfluorescens*10<sup>8</sup>Cfu/ml;P2 = Biochar Sekam Padi 10 t/ha; P3 = Pupuk Kandang Ayam 10 t/ha; P4 = Biochar Sekam Padi 10 t/ha + Pupuk Kandang Ayam 10 t/ha; P5 = Bakteri *Pseudomonasfluorescens* 10<sup>8</sup>Cfu/ml+ Biochar Sekam Padi 10 t/ha; P6 = Bakteri *Pseudomonasfluorescens*10<sup>8</sup>Cfu/ml + Pupuk Kandang Ayam 10 t/ha; P7 = Biochar Sekam Padi 10 t/ha + Pupuk Kandang Ayam 10 t/ha + Bakteri *P. fluorescens* 10<sup>8</sup> Cfu/ml.

Perlakuan bakteri biochar sekam padi 10 t/ha + pupuk kandang ayam 10 t/ha + bakteri *P. fluorencens* 10<sup>8</sup> Cfu/ml (P7) memiliki nilai peningkatan tertinggi pada akhir waktu pengamatan (60 HSI) yaitu sebesar 0,19% atau meningkat 53% dari kontrol (P0). Peningkatan kandungan N-total didalam tanah diduga karena proses dekomposisi bahan organik oleh bakteri dan metabolisme bakteri berlangsung dengan baik.Selain itu, penambahan bahan organik seperti pupuk kandang dan biochar memberikan tambahan asupan nitrogen di dalam tanah. Handayanto, Ismunandar dan Utami (2011) menyatakan bahwa N merupakan unsur paling banyak yang terakumulasi di dalam bahan organik setelah karbon sebagai penyusun utama bahan organik. Proses dekomposisi bahan organik di dalam tanah sangat penting, dengan adanya proses dekomposisi bahan organik maka nitrogen dapat tersedia dalam bentuk sederhana, meliputi proses mineralisasi unsur nitrogen (N) menjadi amonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) kemudian diimobilisasi menjadi nitrit (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) dan nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), dimana dalam bentuk ini tanaman dapat memanfaatkan nitrogen tersebut (Buckman and Brady, 1982).

#### 4.1.4. C/N Rasio

Pemberian biochar sekam padi, pupuk kandang ayam dan bakteri *P. fluorescens* serta kombinasinya memberikan pengaruh nyata terhadap nilai C/N rasio tanah (Tabel 9 dan Lampiran 9).

Tabel 9. Nilai Rata-rata C/N Rasio Tanah.

Perlakuan	Rata-rata C/N rasio tanah			
	15 HSI	30 HSI	45 HSI	60 HSI
P0	6,55 a	6,60 a	6,74 a	6,99 a
P1	7,87 b	7,82ab	8,90 bc	9,73 c
P2	8,70 bc	8,31ab	8,52 bc	8,13ab
P3	8,43 bc	7,79 ab	8,01 b	8,29ab
P4	8,72 bc	8,15 ab	8,71 bc	8,17ab
P5	9,36cd	9,05 b	8,54 bc	8,19ab
P6	9,43 cd	8,70 b	8,96 bc	8,53 bc
P7	10,02 d	9,54 b	9,46 c	8,59 bc

Keterangan : Angka rerata yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak menunjukkan beda nyata berdasarkan uji Duncan 5 %. P0 = kontrol; P1 = Bakteri *Pseudomonasfluorescens*10<sup>8</sup>Cfu/ml; P2 = Biochar Sekam Padi 10 t/ha; P3 = Pupuk Kandang Ayam 10 t/ha; P4 = Biochar Sekam Padi 10 t/ha + Pupuk Kandang Ayam 10 t/ha; P5 = Bakteri *Pseudomonasfluorescens* 10<sup>8</sup>Cfu/ml+ Biochar Sekam Padi 10 t/ha; P6 = Bakteri *Pseudomonasfluorescens*10<sup>8</sup>Cfu/ml + Pupuk Kandang Ayam 10 t/ha; P7 = Biochar Sekam Padi 10 t/ha + Pupuk Kandang Ayam 10 t/ha + Bakteri *P. fluorescens*10<sup>8</sup> Cfu/ml.

Pada Tabel 9, diketahui bahwa nilai C/N rasio pada semua perlakuan mengalami fluktuasi. Hal ini diduga karena adanya perbedaan proses dekomposisi dari masing-masing perlakuan, akibat dari kandungan C-organik dan Nitrogen di dalamnya. Menurut hasil penelitian Nanda (2014), fluktuasi dari C/N rasio ditentukan oleh kadar C-organik dan Nitrogen yang terdapat dalam tanah. Pada perlakuan P5 dan P7 nilai kandungan C/N rasio mengalami penurunan secara berangsur-angsur yaitu pada perlakuan P5 dimulai dari C/N rasio 9,36 (rendah) – 8,19 (rendah) dan pada perlakuan P7 yang dimulai dari C/N rasio 10,02 (sedang) – 8,59 (rendah) (Lampiran 3). Penurunan C/N rasio tersebut dikarenakan bahan baku dari pupuk kandang ayam dan biochar sekam padi sudah berkisar 7 dan 21 dimana pada C/N rasio tersebut dekomposisi bahan organik didalam tanah terjadi dengan baik (Lampiran 2). Atmojo (2003) menyatakan bahwa selama C/N rasio berada di bawah nilai kritis yaitu 25-30, bahan organik masih dapat terdekomposisi dengan baik.

**Comment [u26]:** Sevi nanda sita aryana. 2014. Pengaruh biochar, abu ketel dan pupuk kandang sapi terhadap kadar C-organik dan nitrogen tanah berpasir serta pertumbuhan awal tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) di asebugus, situbondo.

Pada interval waktu 15-60 HSI pada perlakuan P0, P1, P2, P3, P4, dan P6 mengalami fluktuasi nilai C/N rasio. Hal ini diduga karena penambahan bahan organik ke dalam tanah diikuti dengan penambahan jenis fraksi organik yang mudah lapuk maupun sulit lapuk. Handayanto dan Hairiah (2009), menyatakan bahwa pada kenyataannya proses dekomposisi di lapangan sangat kompleks, serta konsep C/N rasio yang mempengaruhi keseimbangan mineralisasi-imobilisasi ternyata tidak dapat diberlakukan secara umum karena adanya keragaman fraksi organik yang sulit dirombak oleh organisme tanah.

#### 4.1.5. Kemantapan Agregat Tanah

Aplikasi berupa biochar sekam padi, pupuk kandang ayam, dan bakteri *P. fluorescens* serta kombinasinya memberi pengaruh yang nyata pada nilai kemantapan agregat dari hasil analisis sidik ragam (Tabel 10 dan Lampiran 10).

Tabel 10. Nilai Rata-rata Kemantapan Agregat Tanah.

Perlakuan	Rata-rata Nilai Agregat (Tetasan)			
	15 HSI	30 HSI	45 HSI	60 HSI
P0	7 a	9 a	12 a	14 a
P1	9 a	11 a	13 a	21 b
P2	8 a	9 a	15 ab	24 bc
P3	8 a	9 a	17 bc	23 bc
P4	9 a	10 a	20 cd	25 bc
P5	8 a	10 a	17 bc	21 b
P6	9 a	14 b	22 de	27 c
P7	12 b	17 c	23 e	36 d

Keterangan :Angka rerata yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak menunjukkan beda nyata berdasarkan uji Duncan 5 %. P0 = kontrol; P1 = Bakteri *Pseudomonasfluorescens* 10<sup>8</sup>Cfu/ml; P2 = Biochar Sekam Padi 10 t/ha; P3 = Pupuk Kandang Ayam 10 t/ha; P4 = Biochar Sekam Padi 10 t/ha + Pupuk Kandang Ayam 10 t/ha; P5 = Bakteri *Pseudomonasfluorescens* 10<sup>8</sup>Cfu/ml+ Biochar Sekam Padi 10 t/ha; P6 = Bakteri *Pseudomonasfluorescens* 10<sup>8</sup>Cfu/ml + Pupuk Kandang Ayam 10 t/ha; P7 = Biochar Sekam Padi 10 t/ha + Pupuk Kandang Ayam 10 t/ha + Bakteri *P. fluorescens* 10<sup>8</sup> Cfu/ml.

Berdasarkan Tabel 10, diketahui bahwa semua perlakuan pada pengamatan ke 15-60 HSI mengalami peningkatan kemantapan agregat tanah yang bervariasi. Hal ini disebabkan bahan organik yaitu pupuk kandang dan biochar serta bakteri, dapat menghasilkan perekat yang mempengaruhi kemantapan agregat tanah.

Padapengamatan 15, 30, 45, dan 60 HSI nilai tertinggi didapat dari perlakuan kombinasi antara biochar sekam padi 10 t/ha + pupuk kandang ayam 10 t/ha + bakteri *P. fluorencens*  $10^8$  Cfu/ml (P7) yaitu sebesar 12, 17, 23 dan 36 tetesan atau meningkat 71% , 88%, 91%, dan 157% dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Pada periode pengamatan terakhir (60 HSI) didapat perlakuan P7 memiliki nilai tetesan sebesar 36 tetesan, artinya dengan jumlah air sebesar 36 tetes mampu menghancurkan agregat tanah menjadi butiran-butiran kembali (Tabel 10). Semakin tinggi nilai tetesan yang dihasilkan untuk menghancurkan agregat maka semakin mantap agregat tersebut. Hal ini diduga karena hasil dari dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme berupa humus memiliki kemampuan yang dapat merekatkan antar partikel tanah, serta kecepatan atau kemampuan mikroorganisme dalam menghasilkan perekat untuk mengikat partikel-partikel tanah lebih mantap. Menurut Sutedjo *et al.* (1991), pembentukan agregat tanah dapat disebabkan oleh beberapa hal diantaranya pengikatan butiran-butiran kasar hasil dari dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme sebagai koloid yang berfokulasi.

Selain itu, pada perlakuan P7 terdapat penambahan bakteri *P. fluorencens*, yang merupakan jenis bakteri penghasil eksopolisakarida (sintesis polisakarida berada diluar inti sel) yang fungsinya dapat sebagai perekat. Menurut Rao (1994) saat proses dekomposisi bahan organik oleh mikroba berlangsung, akan disertai juga dengan sintesis substansi sel mikroba. Bahan perekat berupa eksopolisakarida dapat dihasilkan secara cepat oleh bakteri, sehingga keberadaannya dapat mempengaruhi kemantapan agregat, serta eksopolisakarida yang dihasilkan oleh bakteri yang berada di antara agregat akan sulit untuk dihancurkan secara biologis, tetapi tidak secara fisik (Laksmi, 2011). Jadi, dapat disimpulkan bahwa kombinasi dari ketiga bahan tersebut memiliki potensi terbaik dalam peningkatan agregat tanah, karena disertai keluarnya senyawa perekat dari bakteri pada saat proses dekomposisi.

#### 4.1.6. Total Populasi Bakteri Tanah

Pada Tabel 11, didapatkan bahwa semua perlakuan mengalami peningkatan total populasi bakteri dan hasil analisis sidik ragam aplikasi biochar sekam padi, pupuk kandang ayam, dan bakteri *P. fluorencens* serta kombinasinya

diperoleh hasil yang nyata terhadap jumlah total populasi bakteri dalam tanah pada periode pengamatan 15, 30, 45 dan 60 HSI (Lampiran 11). Hal ini dikarenakan banyak faktor yang mempengaruhi perhitungan total populasi bakteri secara manual. Rao (1994) menyatakan bahwa tidak mudah menentukan total populasi bakteri secara keseluruhan dengan tepat pada suatu tanah, dikarenakan keterbatasan dalam larutan tanah, kadar air, dan banyak parameter lainnya termasuk ketersediaan substrat organik di dalam tanah.

Tabel 11. Nilai Rata-rata Total Populasi Bakteri.

Perlakuan	Rata-rata Total Populasi Bakteri ( $10^8$ Cfu/ml)			
	15 HSI	30 HSI	45 HSI	60 HSI
P0	0 a	0 a	8 a	43 a
P1	34 ab	41 ab	61 b	44 a
P2	46 b	65 bc	65 b	83 b
P3	90 cd	92 bcd	114 c	129 c
P4	69 bc	110 cd	165 d	166 d
P5	62 bc	112 cd	133 c	114 bc
P6	95 cd	88 bcd	175 d	209 e
P7	110 d	134 d	243 e	251 f

Keterangan : Angka rerata yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak menunjukkan beda nyata berdasarkan uji Duncan 5 %. P0 = kontrol; P1 = Bakteri *Pseudomonas fluorescens*  $10^8$  Cfu/ml; P2 = Biochar Sekam Padi 10 t/ha; P3 = Pupuk Kandang Ayam 10 t/ha; P4 = Biochar Sekam Padi 10 t/ha + Pupuk Kandang Ayam 10 t/ha; P5 = Bakteri *Pseudomonas fluorescens*  $10^8$  Cfu/ml + Biochar Sekam Padi 10 t/ha; P6 = Bakteri *Pseudomonas fluorescens*  $10^8$  Cfu/ml + Pupuk Kandang Ayam 10 t/ha; P7 = Biochar Sekam Padi 10 t/ha + Pupuk Kandang Ayam 10 t/ha + Bakteri *P. fluorescens*  $10^8$  Cfu/ml.

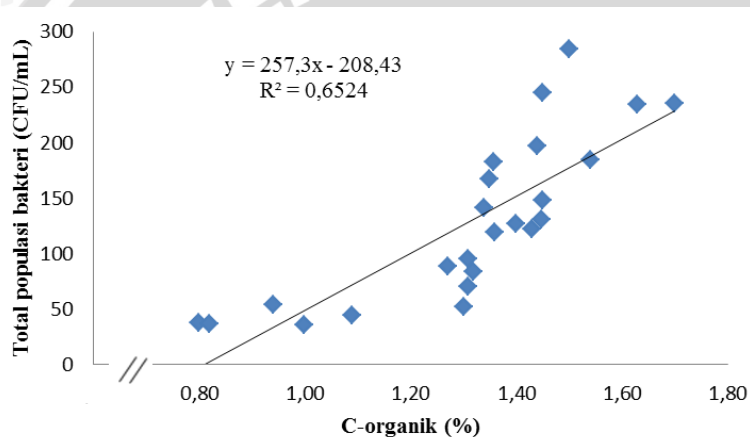
Berdasarkan Tabel 11, perlakuan dari kombinasi biochar sekam padi 10 t/ha + pupuk kandang ayam 10 t/ha + bakteri *P. fluorescens*  $10^8$  Cfu/ml (P7) memiliki pengaruh tertinggi terhadap peningkatan total populasi bakteri jika dibandingkan dengan perlakuan lain yaitu sejumlah  $251 \times 10^8$  Cfu/ml. Hal ini diduga karena adanya substrat tambahan berupa bahan organik seperti pupuk kandang dan biochar menyebabkan kondisi pertumbuhan yang optimum bagi kehidupan mikroorganisme termasuk bakteri. Menurut Gani (2009), biochar bersifat *porous*, sehingga dengan penambahan biochar kedalam tanah dapat menyediakan habitat yang baik untuk perkembangan mikroba tanah. Faktor yang menguntungkan dengan penambahan bahan organik terhadap keadaan biologi

tanah yaitu menjadikannya suatu medium yang baik bagi perkembangan mikroorganisme tanah termasuk bakteri (Sutedjo *et al.*, 1991).

## 4.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Populasi Bakteri

### 4.2.1. Hubungan C-organik dengan Total Populasi Bakteri

Hasil analisis korelasi antar C-organik, N-total, C/N, pH, total populasi bakteri, agregat tanah setelah 60 hari setelah inkubasi (HSI) dengan pemberian biochar sekam padi, pupuk kandang ayam, dan bakteri *P. fluorescens* disajikan pada (Lampiran 12). Berdasarkan hasil uji korelasi dan regresi C-organik dan total populasi bakteri (Gambar 4), didapatkan nilai  $r = 0,80$  dan nilai  $R^2 = 0,65$ .



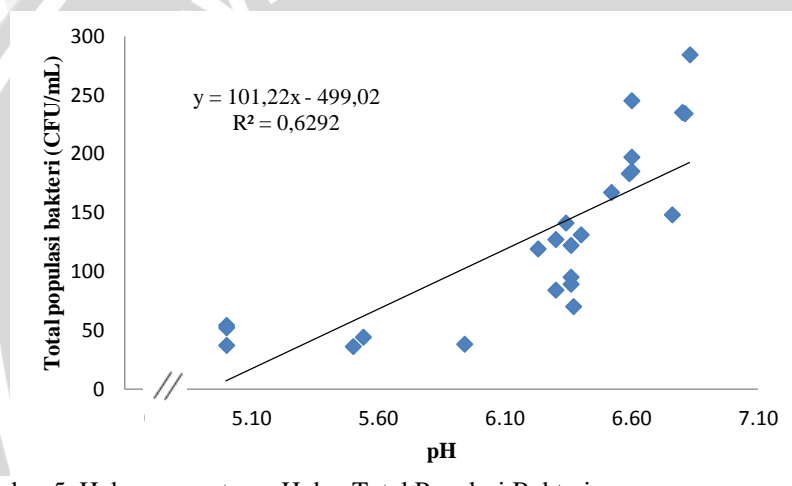
Gambar 4. Hubungan antara C-organik dan Total Populasi Bakteri.

Nilai korelasi tersebut menunjukkan adanya hubungan yang positif, artinya peningkatan nilai C-organik tanah akan diikuti dengan peningkatan total populasi bakteri dengan kriteria keeratan sangat kuat. Disamping itu, hasil regresi menunjukkan bahwa C-organik tanah sebagai faktor (x) memberikan pengaruh terhadap peningkatan jumlah populasi bakteri yang merupakan faktor (y) sebesar 65% yang termasuk kriteria tinggi. C-organik merupakan suatu komponen terbesar yang menyusun bahan organik. Menurut Handayanto dan Hairiah (2009), bahan organik merupakan salah satu komponen di dalam tanah yang penting dikarenakan bahan organik tanah merupakan sumber hara dan substrat bagi mikroba tanah. Menurut Sutedjo *et al.* (1991) penambahan bahan organik seperti

pupuk kandang akan mempengaruhi populasi bakteri, dikarenakan bahan-bahan organik dapat menyediakan nutrisi bagi mikroorganisme tanah, ia jugamenambahkan bahwa komposisi kuantitatif dan kualitatif dari suatu kompleks populasi mikroba dikendalikan oleh ketersediaan bahan makanannya.

#### 4.2.2. Hubungan pH dengan Total Populasi Bakteri

Hasil korelasi dan regresi antara parameter pH tanah sebagai faktor (x) dan total populasi bakteri sebagai faktor (y) didapatkan nilai  $r = 0,79$  dan  $R^2 = 0,62$  (Gambar 5). Nilai korelasi tersebut menunjukkan adanya hubungan yang berbanding lurus antara variabel pH tanah dengan total populasi bakteri dengan kriteria keeratan hubungan yang kuat.



Gambar 5. Hubungan antara pH dan Total Populasi Bakteri.

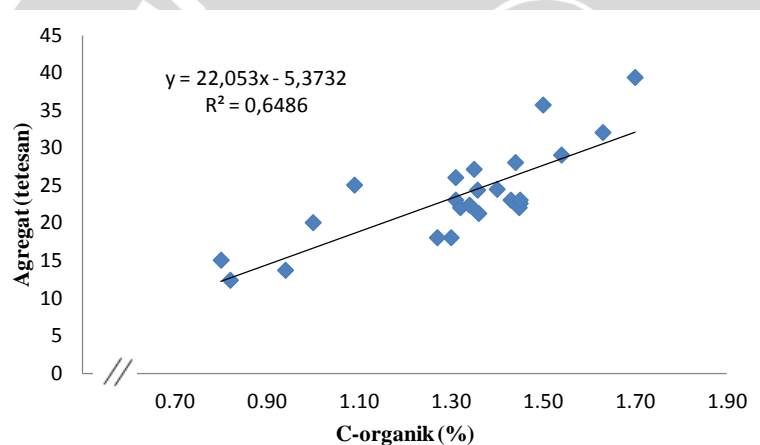
Hasil regresi menunjukkan bahwa pH tanah sebagai faktor (x) memberikan pengaruh terhadap peningkatan total jumlah populasi bakteri sebesar 62%, persentase pengaruh faktor (x) terhadap faktor(y) tersebut masuk dalam kriteria tinggi. pH merupakan suatu faktor yang mempengaruhi kehidupan mikroorganisme tanah termasuk bakteri. Menurut Sutedjo *et al.* (1991) jumlah populasi bakteri akan meningkat sejalan dengan kenaikan pH dengan kisaran nilai  $> 5,5$ .



### 4.3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kemantapan Agregat Tanah

#### 4.3.1. Hubungan C-organik dengan Kemantapan Agregat Tanah

Hasil uji korelasi dan regresi antara parameter C-organik dengan parameter agregat tanah didapati nilai  $r = 0,80$  yang menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat antara parameter C-organik dengan agregat tanah. Disamping itu, didapatkan hasil  $R^2 = 0,64$  (Gambar 6) yang menunjukkan bahwa pengaruh C-organik tanah sebagai faktor (x) memberikan pengaruh terhadap pembentukan agregat tanah sebesar 64%, hal tersebut termasuk dalam kriteria pengaruh yang tinggi.

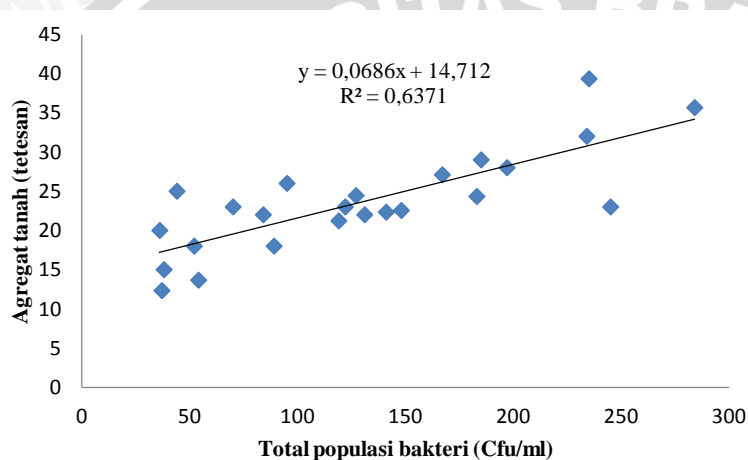


Gambar 6. Hubungan antara C-organik dan Agregat Tanah.

Hasil penelitian Septiawan (2014) menunjukkan adanya hubungan positif antara C-organik dengan kemantapan agregat tanah. Karbon merupakan penyusun utama dari bahan organik. Menurut Sutedjo *et al.* (1991), dekomposisi bahan organik yang menghasilkan humus mampu pula berfungsi sebagai perekat partikel-partikel tanah membentuk agregat

#### 4.3.2. Hubungan Total Populasi Bakteri dengan Kemantapan Agregat Tanah

Berdasarkan hasil uji korelasi dan regresi antara parameter total populasi bakteri dengan kemantapan agregat tanah mendapatkan nilai  $r = 0,79$  dan  $R^2 = 0,63$  (Gambar 7). Hal ini menunjukkan bahwa adanya hubungan yang berbanding lurus antara parameter total populasi bakteri dengan agregat tanah. Berdasarkan nilai korelasi yang telah disajikan, hubungan kedua parameter tersebut termasuk dalam kriteria kuat.



Gambar 7. Hubungan antara Total Populasi Bakteri dan Agregat Tanah.

Hasil regresi antara total populasi bakteri sebagai faktor (x) memberikan pengaruh yang tinggi terhadap pembentukan agregat tanah yang merupakan faktor (y) dengan persentase sebesar 63%. Bakteri sebagai mikroorganisme yang berada di dalam tanah, memiliki peranan yang sangat penting, karena bakteri dapat digunakan sebagai agen dekomposer bahan organik serta penghasil perekat untuk perbaikan agregat tanah. Menurut Hanafiah (2013), peran lendir (*gum*) bakteri sebagai agen pembentuk agregasi, ditunjukkan dengan cara mengeluarkan polimer-polimer organik berupa polisakarida ekstraseluler. Lendir tersebut berfungsi seperti jala yang efektif dalam menyatukan partikel-partikel tanah. Dekomposisi materi organik oleh bakteri akan menghasilkan senyawa berupa polisakarida yang dapat menjadi faktor penentu dalam pembentukan agregat tanah (Rao, 1994).

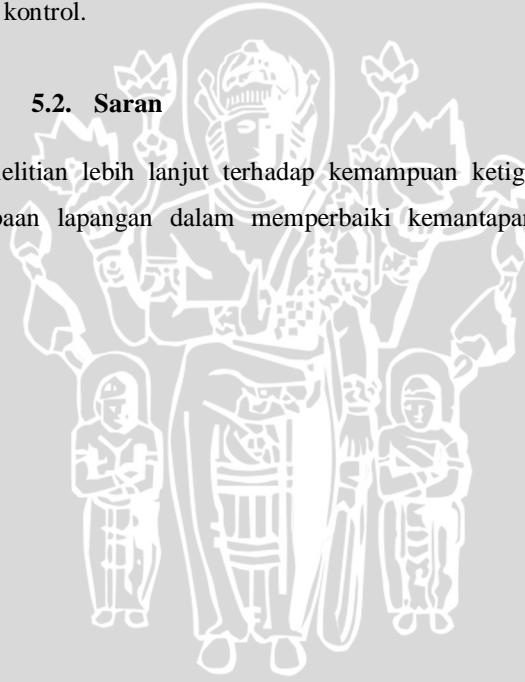
## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Pemberian biochar sekam padi, pupuk kandang ayam, dan bakteri *P. fluorencens* dapat mempengaruhi peningkatan sifat kimia dan biologi, secara menyeluruh perlakuan terbaik adalah perlakuan P7 yaitu kombinasi biochar sekam padi 10 t/ha + pupuk kandang ayam 10 t/ha + bakteri *P. fluorencens*  $10^8$  Cfu/ml. Pada P7 terjadi peningkatan sifat kimia berupa pH sebesar 28,2%, C-organik 89% dan N-total 53%, serta mampu meningkatkan total populasi bakteri sebesar  $251 \times 10^8$  Cfu/ml, dibandingkan dengan kontrol pada Entisol. Perlakuan pemberian kombinasi dari ketiga bahan (P7) memiliki nilai terbaik terhadap kemantapan agregat tanah sebesar 36 tetesan atau meningkat 157% jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

### 5.2. Saran

Perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut terhadap kemampuan ketiga bahan tersebut dengan percobaan lapangan dalam memperbaiki kemantapan agregat Entisol.



**DAFTAR PUSTAKA**

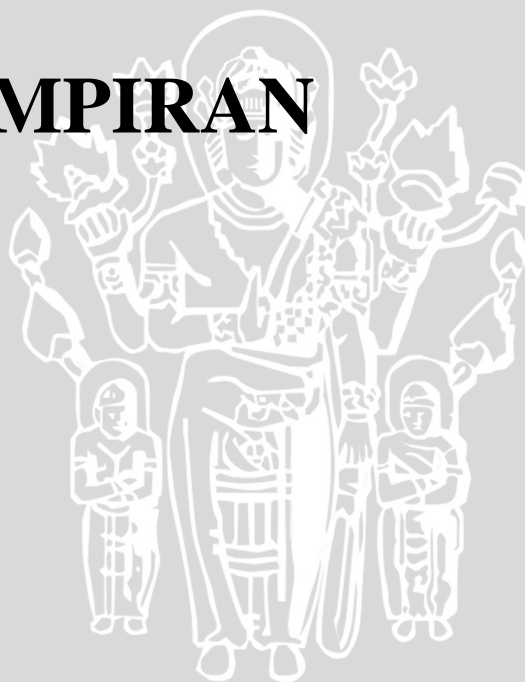
- Anas, I. 1989. Biologi Tanah dalam Praktek. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pemdikan Tinggi Pusat antar Universitas Bioteknologi Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Antal, M.J., Croiset, E., Dai, X., DeAlmeida, C., Mok, W.S.L., Norberg, N., Richard, J.R., and Majthoub, A.M. 1996. High-yield Biomass Charcoal. *Energy Fuels*. 10:652-658.
- Atmojo, S.W. 2003. Peran Bahan Organik terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya. Pidato Pengukuhan Guru Besar Ilmu Kesuburan Tanah. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Balai Penelitian Tanah. 2005. Petunjuk Teknis - Analisis Kimia Tanah, Tanaman, dan Pupuk. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian: Bogor. 143p.
- Bohn, H.L., McNeal, B.L., and O'Connor, G.A. 2001. *Soil Chemistry 3rd Edition*. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Buckman H.O. dan Brady N.C. 1982. Ilmu Tanah. (Edisi Saduran dari *The Nature and Properties of Soils* terjemahan Soegiman). Bhratara Karya Aksara. Jakarta.
- Gani, A. 2009. Potensi Arang Hayati (Biochar). sebagai Komponen Teknologi Perbaikan Produktivitas Lahan Pertanian. *Iptek tanaman pangan*. 4(1): 33-48.
- \_\_\_\_\_. 2010. Multiguna Arang-Hayati (Biochar). *Sinar Tani Edisi 13* – 19 Oktober 2010.
- Hanafiah, K.A. 2013. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Grafiado Persada. Jakarta.
- Handayanto, E. dan Hairiah, K. 2009. *Biologi Tanah*. Pustaka Adipura. Yogyakarta.
- Handayanto, E., Ismunandar, S., dan Utami, S.R. 2011. *Dasar Ilmu Tanah dan Konsep Kesuburan Tanah. DIKTAT*. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Hartatik, W. 2006. Laporan Penelitian Teknologi Pengelolaan Hara pada Budidaya Pertanian Organik. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Laksmi, P.S., Dariah, A., dan Didiek, H.G. 2008. Peningkatan Kemantapan Agregat Tanah Mineral oleh Bakteri Penghasil Eksopolisakarida. Balai Penelitian Tanah. Bogor. *Jurnal Menara Perkebunan*. 76(2): 93-103.
- Laksmi. 2011. Peran Bakteri Penghasil Eksopolisakarida dalam Agregasi Tanah Tekstur Berpasir. Disertasi. Ilmu Tanah. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Lehmann, J. 2007. A Handful of Carbon. *Nature*. 447:143-144.

- Lembaga Penelitian Tanah. 1983. Sistem Klasifikasi Tanah Definisi dan Kriteria, Istilah serta Perubahan-Perubahan Terhadap TOR Tipe A 1981. Lembaga Penelitian. Bogor.
- Lingga, P. 1986. Petunjuk Penggunaan Pupuk. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Munir, M. 1996. Tanah-Tanah Utama Indonesia. PT. Dunia Pustaka Jaya. Jakarta.
- Nanda, S.S.A. 2014. Pengaruh Biochar, Abu Ketel dan Pupuk Kandang Sapi terhadap Kadar C-organik dan Nitrogen Tanah Berpasir serta Pertumbuhan Awal Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum L.*) di Asembagus Situbondo. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Nurida, N.L. 2008. Kualitas Limbah Pertanian sebagai Bahan Baku Pembenh berupa Biochar untuk Rehabilitasi Lahan. Prosiding Seminar Nasional dan dialog Sumberdaya Lahan Pertanian. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Ogawa, M. 2006. Carbon Sequestration by Carbonization of Biomass and Forestation: three case studies. p 133-146.
- Palleroni, N.J. 1984. Genus *Pseudomonas*, dalam Krieg, N.R and Hort, J.G (eds) : *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. 1: 141 -165.
- Putri, S.P.C. 2011. Biofortifikasi Padi Beras Merah (*Oryza sativa L.*) Melalui Pemberian Pupuk Kandang Sapi Yang Diperkaya Dan Pengelolaan Kadar Lengas. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Rao, S.N.S. 1994. Mikroorganismen Tanah dan Pertumbuhan. UI Press. Jakarta.
- Rasti, S., Edi, H., dan Simanungkalit, R.D.M. 2007. Biologi Tanah. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Saito, M. dan Marumoto T. 2002. Inoculation With Arbuscular Mycorrhizal Fungi: The Status Quo In Japan and The Future Prospects. *Plant and Soil* 244: 273-279.
- Sarief, S. 1985. Ilmu Tanah Pertanian. Pustaka Buana. Bandung.
- Sanchez, P.A. 1992. Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika. Jilid 2 (Terjemahan T. Jayadinata). Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Septiawan, G.E. 2014. Kombinasi Biochar Sekam Padi dan Pupuk Kompos Sebagai Bahan Pembenh Tanah Pada Budidaya Tanaman Jagung (*zea mayz l*) Di Jatikerto. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Soepardi, G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Departemen Ilmu-ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

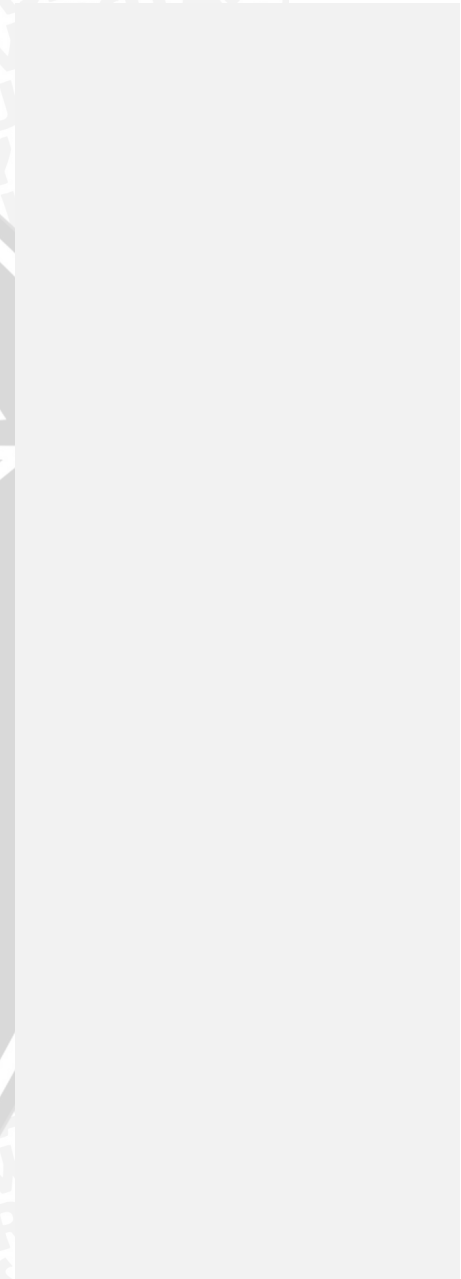
- Steiner, C., Teixeira, W.G., Lehmann, J., Nehls, T., de Macedo, J.L.V., Blum, W.E.H., and Zech, W. 2007. Long Term Effects of Manure, Charcoal and Mineral Fertilization on Crop Product and Fertility on a Highly Weathered Central Amazonian Upland soil. *Plant and Soil* 291: 275 – 290.
- Stevenson F.J. 1982. *Humus Chemistry Genesis, Composition, Reactions*. Willey Interscience. New York.
- Sugiono. 2007. *Statistika Untuk Penelitian*. CV. Alfabeta. Bandung.
- Sujana, P., Lanya I., Nengah I.N.S., and Wayan, I.S. 2014. The Effect of Dose Biochar and Organic Matters on Soil Characteristic and Corn Plants Growth on the Land Degraded by Garment Liquid Waste. *Journal of Biology*. 4(5): 77-88.
- Supriadi. 2006. Analisis Resiko Agens Hayati Untuk Pengendalian Patogen Pada Tanaman. *Jurnal Litbang Pertanian* 25(3): 75-80.
- Sutedjo, M.M., Kartasapoetra, A.G., dan Sastroatmodjo, R.D.S. 1991. *Mikrobiologi Tanah*. PT Rineka Cipta. Jakarta.
- Utomo, W.H. 1993. *Dasar-dasar Fisika Tanah*. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- UWA (University of Western Australia). 2004. Soil Aggregation. <http://www.soilhealth.segs.uwa.edu.au>. Diakses tanggal 25 desember 2014.
- Widowati, L.R., Sri, W.U., Jaenudin, dan Hartatik, W. 2005. Pengaruh Kompos Pupuk Organik yang Diperkaya dengan Bahan Mineral dan Pupuk Hayati terhadap Sifat-sifat Tanah, Serapan Hara dan Produksi Sayuran Organik. Laporan Proyek Penelitian Program Pengembangan Agribisnis, Balai Penelitian Tanah, TA 2005.
- Wijayanti, H. 2008. Pengaruh Pemberian Kompos Limbah Padat Tempe Terhadap Sifat Fisik, Kimia Tanah Dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays*) Serta Efisiensi Terhadap Pupuk Urea Pada Entisol Wajak Malang. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.

# UNIVERSITAS BRAWIJAYA

## LAMPIRAN



Lampiran 1. Skema Denah Percobaan





Lampiran 2. Analisis Dasar

	Macam Analisa	Nilai	Kriteria*
Tanah	Tekstur (%)	Pasir = 84 Debu = 14 Liat = 2	Pasir Berlempung
	Berat Isi (g cm-3)	1,22	Berat
	Kadar Air		
	pF 2,5 % Volume	23,8	
	pF 4,2 % Volume	4,2	
	pH (H <sub>2</sub> O)	5,31	Masam
	C-organik (%)	0,82	Sangat Rendah
	N-Total	0,13	Rendah
	Total populasi bakteri (Cfu/ml)	0	
	C/N	6,30	Rendah
Biochar	pH (H <sub>2</sub> O)	9	Tinggi
	C-organik (%)	7,15	Rendah
	N-Total (%)	0,34	Rendah
	Total populasi bakteri (Cfu/ml) (10 <sup>8</sup> )	36	
	C/N	21,02	Tinggi
Pupuk Kandang	pH (H <sub>2</sub> O)	8,1	Sedang
	C-organik (%)	19,5	Rendah
	N-Total (%)	2,77	Tinggi
	Total populasi bakteri (Cfu/ml) (10 <sup>8</sup> )	47	
	C/N	7,03	Rendah

\* Sumber : Balitan (2005).

Lampiran 3. Tabel Kriteia Sifat Kimia dan Fisika 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
P2O5 HCl 25% (mg 100g <sup>-1</sup> )	<15	15-20	21-40	41-60	>60
P2O5 Bray (ppm P)	<4	5-7	8-10	11-15	>15
P2O5 Olsen (ppm P)	<5	5-10	11-15	16-20	>20
K2O HCl 25% (mg 100g <sup>-1</sup> )	<10	10-20	21-40	41-60	>60
KTK/CEC (cmol(+)/kg <sup>-1</sup> )	<5	5-16	17-24	25-40	>40
Susunan Kation					
Ca (cmol(+)/kg <sup>-1</sup> )	<2	2-5	6-10	11-20	>20
Mg (cmol(+)/kg <sup>-1</sup> )	<0,3	0,4-1	1,1-2,0	2,1-8,0	>8
K (cmol(+)/kg <sup>-1</sup> )	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,5	0,6-1,0	>1
Na (cmol(+)/kg <sup>-1</sup> )	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	21-40	>40
Cadangan Mineral (%)	<5	5-10	11-20	21-40	>40
Salinitas/DHL (dS m <sup>-1</sup> )	<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 H2O	<4,5	4,5-5,5	5,5-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	>8,5

Sumber: Pusat Penelitian Tanah (1980) dalam Balitan (2005)

Nilai BI (g cm <sup>-3</sup> )	Kelas
< 0,9	Rendah (ringan)
0,9-1,2	Sedang (sedang)
1,2-1,4	Tinggi (berat)
>1,4	Sangat tinggi (sangat berat)

Sumber : Sarief (1985)

Lampiran 4. Kriteria Kompos

Kriteria	pH	C-organik (%)	N-total (%)
Rendah	6,6 - 7,2	14,5 - 19,5	0,6 - 1,0
Sedang	7,3 - 8,1	19,6 - 27,0	1,1 - 2,0
Tinggi	≥ 8,2	≥ 27,1	≥ 2,1

Sumber : Lembaga Penelitian Tanah (1983)

Lampiran 5. Perhitungan Dosis Pupuk Biochar dan Pupuk Kandang Ayam.

Diketahui :

- Dosis biochar dan pupuk kandang rekomendasi masing-masing 10 t = 10000 kg
- Berat tanah/polybag = 1 kg
- Hitung Lapisan Olah (HLO) = Luas x ke dalaman x BI
  - =  $10.000 \text{ m}^2 \times 20 \text{ cm} \times 1,22 \text{ g/cm}^3$
  - =  $10^8 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \times 1,22 \text{ g/cm}^3$
  - =  $2,44.10^6 \text{ kg}$
- Perhitungan jumlah takaran dosis biochar dan Pupuk kandang
  - = Berat polibag/berat tanah 1 ha x dosis rekomendasi
  - =  $1 \text{ kg} / 2,44.10^6 \text{ kg} \times 10000$
  - =  $0,00409 = 4,09 \text{ g/polybag}$

Lampiran 6. Tabel Anova pH Tanah.

Pengamatan	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
15 HSI	Perlakuan	7	3,204467	0,457781	13,39 *	2,66
	Galat	16	0,546867	0,034179		
	Total	23	3,751333			
30 HSI	Perlakuan	7	4,267696	0,609671	5,62 *	2,66
	Galat	16	1,736	0,1085		
	Total	23	6,003696			
45 HSI	Perlakuan	7	5,624562	0,803509	16,89 *	2,66
	Galat	16	0,761133	0,047571		
	Total	23	6,385696			
60 HSI	Perlakuan	7	6,861295	0,98019	19,33 *	2,66
	Galat	16	0,8112	0,0507		
	Total	23	7,6725			

Keterangan: tn : Tidak berpengaruh nyata  
 \* : Berpengaruh nyata  
 \*\* : Berpengaruh sangat nyata

Lampiran 7. Tabel Anova C-organik Tanah.

Pengamatan	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
15 HSI	Perlakuan	7	0,492646	0,070378	7,87 *	2,66
	Galat	16	0,143087	0,008943		
	Total	23	0,635733			
30 HSI	Perlakuan	7	0,750448	0,107207	7,155145 *	2,66
	Galat	16	0,239731	0,014983		
	Total	23	0,990179			
45 HSI	Perlakuan	7	0,916322	0,130903	56,20536 *	2,66
	Galat	16	0,037264	0,002329		
	Total	23	0,953586			
60 HSI	Perlakuan	7	1,118361	0,159766	22,64763 *	2,66
	Galat	16	0,112871	0,007054		
	Total	23	1,231232			

Keterangan: tn : Tidak berpengaruh nyata  
 \* : Berpengaruh nyata  
 \*\* : Berpengaruh sangat nyata

Lampiran 8. Tabel Anova N-Total.

Pengamatan	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
15 HSI	Perlakuan	7	0,0003	0,000039	2,69 *	2,66
	Galat	16	0,0002	0,000014		
	Total	23	0,0005			
30 HSI	Perlakuan	7	0,0024	0,000341	5,14 *	2,66
	Galat	16	0,0011	0,000066		
	Total	23	0,0035			
45 HSI	Perlakuan	7	0,0054	0,000764	10,53 *	2,66
	Galat	16	0,0012	0,000073		
	Total	23	0,0065			
60 HSI	Perlakuan	7	0,0135	0,001931	21,54 *	2,66
	Galat	16	0,0015	0,000091		
	Total	23	0,0145			

Keterangan: tn : Tidak berpengaruh nyata  
 \* : Berpengaruh nyata  
 \*\* : Berpengaruh sangat nyata

Lampiran 9. Tabel Anova C/N Rasio.

Pengamatan	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
15 HSI	Perlakuan	7	24,201	3,457286	8,83 *	2,66
	Galat	16	6,261992	0,391375		
	Total	23	30,463			
30 HSI	Perlakuan	7	16,97097	2,424424	2,98 *	2,66
	Galat	16	13,03005	0,814378		
	Total	23	30,00102			
45 HSI	Perlakuan	7	14,03441	2,004916	6,19 *	2,66
	Galat	16	5,181258	0,323829		
	Total	23	19,21567			
60 HSI	Perlakuan	7	11,84766	1,692523	3,76 *	2,66
	Galat	16	7,205456	0,450341		
	Total	23	19,05312			

Keterangan: tn : Tidak berpengaruh nyata  
 \* : Berpengaruh nyata  
 \*\* : Berpengaruh sangat nyata

Lampiran 10. Tabel Anova Kemantapan Agregat Tanah.

Pengamatan	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
15 HSI	Perlakuan	7	36,95833	5,279762	5,28 *	2,66
	Galat	16	16	1		
	Total	23	52,95833			
30 HSI	Perlakuan	7	166,4401	23,77716	24,54 *	2,66
	Galat	16	15,50273	0,968921		
	Total	23	181,9428			
45 HSI	Perlakuan	7	302,8226	43,26038	17,43 *	2,66
	Galat	16	39,71467	2,482167		
	Total	23	342,5373			
60 HSI	Perlakuan	7	807,561	115,3659	15,96 *	2,66
	Galat	16	115,6277	7,226733		
	Total	23	923,1887			

Keterangan: tn : Tidak berpengaruh nyata  
 \* : Berpengaruh nyata  
 \*\* : Berpengaruh sangat nyata



Lampiran 11. Tabel Anova Total Populasi Bakteri Tanah.

Pengamatan	SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
15 HSI	Perlakuan	7	27199,29	3885,613	8,33 *	2,66
	Galat	16	7462,667	466,4167		
	Total	23	34661,96			
30 HSI	Perlakuan	7	39647,17	5663,881	5,35 *	2,66
	Galat	16	16938,67	1058,667		
	Total	23	56585,83			
45 HSI	Perlakuan	7	118521,3	16931,61	61,08 *	2,66
	Galat	16	4434,667	277,1667		
	Total	23	122956			
60 HSI	Perlakuan	7	118826,6	16975,23	44,42 *	2,66
	Galat	16	6114	382,125		
	Total	23	124940,6			

Keterangan: tn : Tidak berpengaruh nyata  
 \* : Berpengaruh nyata  
 \*\* : Berpengaruh sangat nyata

Lampiran 12. Tabel Korelasi Antar Pengamatan.

	C-organik	N total	pH	C/N	Agregat bakteri
C-organik	1				
N total	0,61394	1			
pH	0,79778	0,51831	1		
C/N	0,39955	0,13165	-0,0305	1	
Agregat bakteri	0,80538	0,57885	0,72834	0,32386	1
	0,80772	0,58485	0,79323	0,11209	0,79818

Lampiran 13. Nilai Koefisien Korelasi.

Nilai	Kriteria
0 - 0,199	Sangat Rendah
0,2 - 0,399	Rendah
0,4 - 0,599	Cukup Kuat
0,6 - 0,799	Kuat
0,8 - 1	Sangat kuat

(Sugiono, 2007)

## Lampiran 14. Nilai Koefisien Regresi. (Sugiono, 2007)

Nilai	
< 0,1	Buruk
0,11 - 0,30	Rendah
0,31 - 0,50	Cukup
> 50	Tinggi

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 15. Proses Pembuatan Biochar



Proses pemasukan limbah biomassa ke dalam reaktor



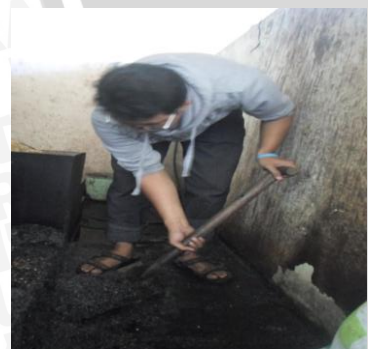
Proses pembakaran limbah biomassa di dalam reaktor



Proses kondensasi pada alat kondensator dengan hasil akhir limbah cair



Pemisahan fraksi ringan dan fraksi berat di dalam cyclone dengan produk akhir berupa tar



Proses pengambilan hasil akhir berupa biochar sekam padi



Lampiran 16. Proses Sterilisasi Alat dan Media



a Proses sterilisasi menggunakan



b. Pemasukan alat dan media untuk

Uap panas dengan suhu 121°C. Dilakukan sterilisasi.

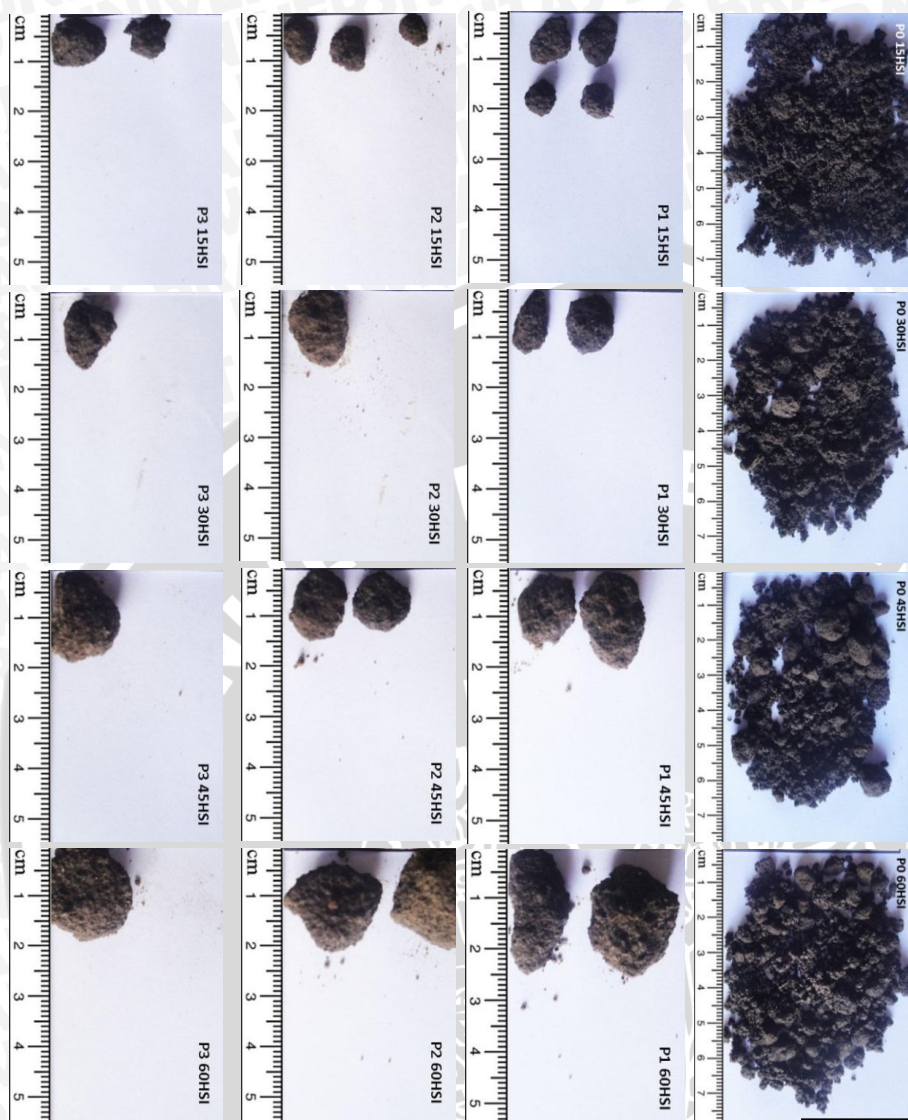
Lampiran 17. Foto Inokulasi Penelitian



a. Proses pencampuran bahan inokulasi.



b. Proses pemberian air dan bakteri.

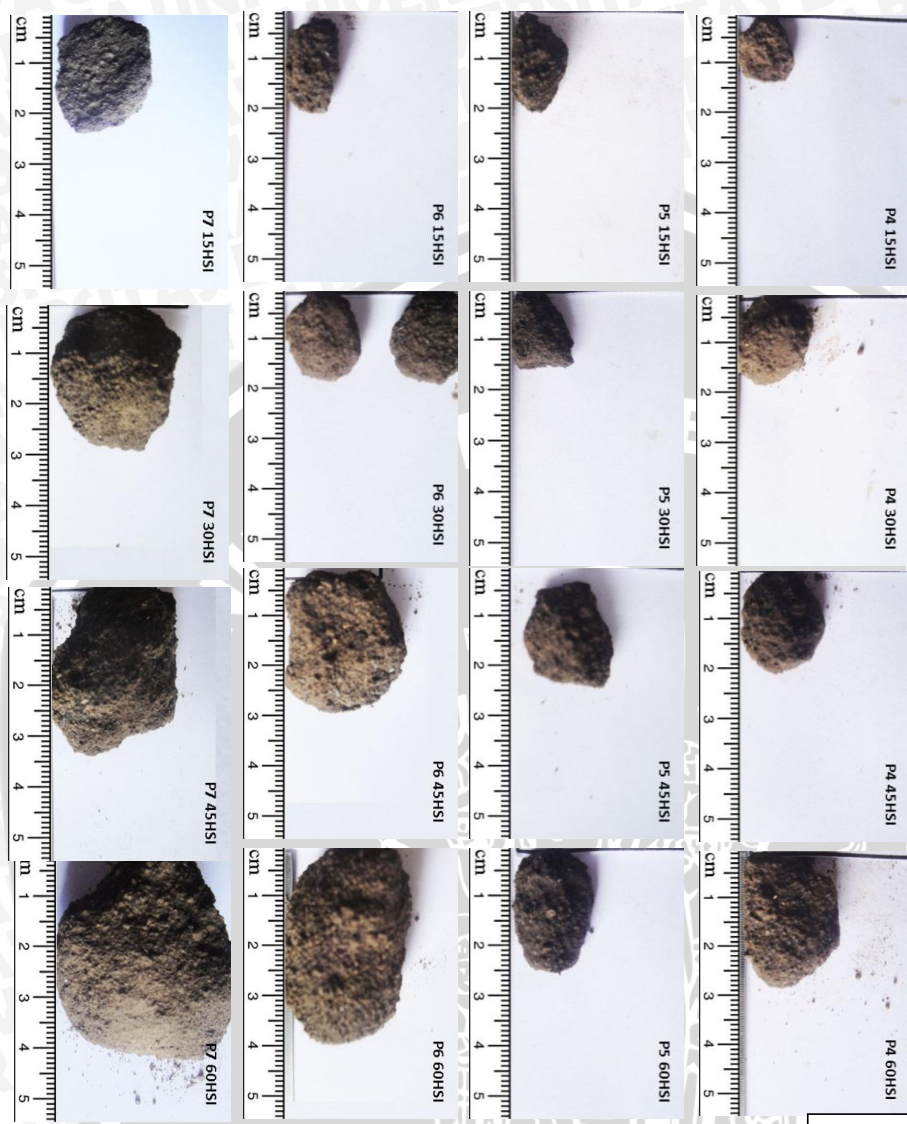


Keterangan :

P0 = kontrol; P1 = bakteri *Pseudomonas fluorescens*  $10^8$  Cfu/ml; P2 = Biochar 10 t/ha; P3 = pupuk kandang ayam 10 t/ha; P4 = biochar 10 t/ha + pupuk kandang ayam 10 t/ha; P5 = bakteri *Pseudomonas fluorescens*  $10^8$  Cfu/ml + biochar 10 t/ha; P6 = bakteri *Pseudomonas fluorescens*  $10^8$  Cfu/ml + pupuk kandang ayam 10 t/ha; P7 = bakteri *Pseudomonas fluorescens*  $10^8$  Cfu/ml + biochar 10 t/ha + pupuk kandang ayam 10 t/ha

Lampiran 18.

Conto  
h  
Agregat  
at  
Tanah



Keterangan :

P0 = kontrol; P1 = bakteri *Pseudomonasfluorescens*  $10^8$  Cfu/ml; P2 = Biochar 10 t/ha; P3 = pupuk kandang ayam 10 t/ha; P4 = biochar 10 t/ha + pupuk kandang ayam 10 t/ha; P5 = bakteri *Pseudomonasfluorescens*  $10^8$  Cfu/ml + biochar 10 t/ha; P6 = bakteri *Pseudomonasfluorescens*  $10^8$  Cfu/ml + pupuk kandang ayam 10 t/ha; P7 = bakteri *Pseudomonasfluorescens*  $10^8$  Cfu/ml + biochar 10 t/ha + pupuk kandang ayam 10 t/ha

Lampiran 19.  
 Contoh Agregat Tanah (Lanjutan).