

**DEKOMPOSISI BERBAGAI JENIS BAHAN ORGANIK DENGAN  
*Trichoderma viride* (Isolat T1sk) UNTUK MENGINDUKSI  
KETAHANAN BIBIT PISANG TERHADAP  
*Fusarium oxysporum f. sp. cubense* (Foc) PENYEBAB PENYAKIT  
LAYU FUSARIUM**

**Oleh**



**PROGRAM STUDI HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
PROGRAM PASCASARJANA  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2016**

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Saya mahasiswa/dosen/tenaga kependidikan\* Universitas Andalas yang bertanda tangan di bawah ini:


Nama lengkap : DINI PUSPITA YANTI NCT  
No. BP/NIM/NIDN : 1220282006  
Program Studi : HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
Fakultas : PERTANIAN  
Jenis Tugas Akhir : ~~TA/SL~~ Tesis/Dissertasi\*\*

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Andalas hak atas publikasi *online* Tugas Akhir saya yang berjudul:

*dekomposisi berbagai jenis bahan organik dengan Trichoderma viride (isolasi tian) untuk mereduksi keabahan bibit pisang terhadap Fusarium oxysporum f.sp cubense (FOC) penyebab penyakit layu Fusarium*

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Universitas Andalas juga berhak untuk menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola, merawat, dan mempublikasikan karya saya tersebut di atas selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Padang  
Pada tanggal 29 Juni 2016  
Yang menyatakan,

  
( Dini Puspita Yanti NCT )

\* pilih sesuai kondisi

\*\* termasuk laporan penelitian, laporan pengabdian masyarakat, laporan magang, dll

Judul Tesis : Dekomposisi Berbagai Jenis Bahan Organik dengan *Trichoderma Viride* (Isolat T1sk) untuk Menginduksi Ketahanan Bibit Pisang terhadap *Fusarium Oxysporum* f.sp *Cubense* (Foc) penyebab Penyakit Layu Fusarium

Nama Mahasiswa : Dini Puspita Yanti

Nomor Buku Pokok : 1220282006

Program Studi : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Tesis ini telah diuji dan dipertahankan di hadapan Sidang Panitia Ujian Akhir Magister Pertanian pada Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Andalas dan dinyatakan lulus pada tanggal 3 Mei 2016.

Menyetujui  
1. Komisi Pembimbing

Dr. Ir. Nurbailis, MS  
Ketua

Dr. Ir. Darnetty, MSc  
Anggota

Mengetahui

2. Ketua Program Studi  
Hama dan Penyakit Tumbuhan






Prof. Dr. Ir. Trizelia, MSi  
NIP. 196412241989032004

3. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Ir. Ardi, MS  
NIP. 195312161980031004

Tesis ini telah diuji dan dipertahankan di depan Sidang Panitia Ujian Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Andalas pada tanggal 3 Mei 2016

No.	Nama	Tanda Tangan	Jabatan
1	Dr. Jumsu Trisno, SP, MSi		Ketua
2	Dr. Haliatur Rahma, SSi, MP		Sekretaris
3	Dr. Yulmira Yanti, SSi, MP		Anggota
4	Dr. Ir. Nurbailis, MS		Anggota
5	Dr. Ir. Darnety, MSc		Anggota

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan ridho-Nya sehingga penulisan tesis ini dapat diselesaikan dengan baik. Tesis ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang berjudul **“Dekomposisi Berbagai Jenis Bahan Organik Dengan *Trichoderma Viride* (Isolat T1sk) untuk Menginduksi Ketahanan Bibit Pisang terhadap *Fusarium Oxysporum* F.Sp *Cubense* (Foc) Penyebab Penyakit Layu *Fusarium*”** yang disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Master Pertanian pada Program studi Hama dan Penyakit Tumbuhan, Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang setulusnya kepada bu Dr. Ir. Nurbailis, MS. selaku Ketua Komisi Pembimbing dan Dr. Ir. Darnetty, MSc. selaku Anggota Komisi Pembimbing yang telah membimbing, memberi petunjuk, motivasi, saran, dan pengarahan mulai dari penyusunan proposal sampai tesis ini dapat diselesaikan. Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada Ketua dan Sekretaris, seluruh dosen pengampu mata kuliah, serta karyawan program studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan. Pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan terima kasih kepada bapak dan ibu teknisi Laboratorium, UPTD Perkebunan Gadu yang telah membantu penelitian ini sehingga dapat diselesaikan sebagaimana mestinya. Penghormatan dan penghargaan yang tak terhingga penulis sampaikan kepada kedua orang tua yang telah memberikan semangat, dorongan, kasih sayang dan doa kepada penulis hingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan ini.

Tak lupai juga penulis ucapkan kepada rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak yang telah berpartisipasi membantu dalam penyelesaian pendidikan yang tidak disebutkan namanya selama penulis menempuh pendidikan di Program Pascasarjana Fakultas Pertanian penulis mengucapkan terima kasih. Penulis menyadari bahwa tesis ini jauh dari kesempurnaan, maka penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang. Harapan penulis semoga tesis ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan secara umum dan ilmu pertanian khususnya.

Padang, Juni 2016

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahirobbil'alamin...

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala Rahmat dan hidayahNya serta Salawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW yang menjadi tauladan bagi ummatnya..

*Dari hati yang paling dalam ananda persembahkan karya kecil ini untuk kedua orang tua tercinta, ayahanda Palit Nasution dan ibunda Yusnani Lubis yang telah memberikan semangat, do'a, kasih sayang dan semuanya untuk cita-cita dan harapan untuk ananda di masa depan...*

*Terima kasih mak, ayah.. atas semua pengorbanannya kepada anak mu ini.... Semoga suatu hari nanti ananda masih bisa memberikan kebahagiaan untuk mu ayah dan mak ku... Amin*

Buat keluarga besarku yang juga selalu memberikan motivasi selama ini.. Buat kak Linda dan bg Rohmad, dan juga adek" ku Andri, Ulfa, Dodi.. Smoga kalian tetap semangat dalam menjalani studi kalian ya dek... dan juga buat bou, uak, etek, dan nenek,.. terima kasih atas nasehat"nya dan bantuannya..serta buat keponakanku Raisya & Nanditha.. cepat besar ya bou.. Buat Satria, SP juga trima kasih banyak ya dek atas semangatnya selama ini.. sukses truz ya dek...

Ucapan terima kasih yang sebesarnya kepada kedua pembimbing Ibu Dr. Ir. Nurbailis, MS dan Ibu Dr. Ir. Darnetty, MSc yang telah banyak memberikan bantuan, arahan, nasehat, dan saran dalam menyelesaikan Tesis ini, Terima kasih Ibu atas semuanya.. dan juga untuk semua dosen penguji terima kasih atas saran"nya bu, pak..

*Terima kasih juga kepada Ibu Dr. Yulmira Yanti, SSi, MP yang sangat banyak membantu dalam penelitian ini,, terima kasih banyak Bu atas bantuan dan sarannya ya Bu..*

Terima kasih kepada bapak Alkafi atas ilmu, bantuan, dan sarannya dalam pembuatan pupuknya, terima kasih banyak ya pak..

Terima kasih banyak juga buat Muhammad Subhan Pulungan atas bantuan, motivasi, serta sarannya selama ini..

Terima kasih untuk kakak", adek" dan teman" selama ini.. Buat Kak Rahma semoga bisa secepatnya selesai studinya ya kak..kak Zelly, Nova, Monic, Dewi,Ade, Pajri, Kak Rahma, kak Lisa, kak Reni, Rahil, Via.. Terima kasih banyak atas nasehat dan sarannya.. hehe,, Buat adek" ku Citra, Rahman, Pitri,, Semoga semakin" aja ya.. hehehe..Buat Fatimah juga terima kasih banyak ya dekatas bantuannya selama ini..

*Terima kasih juga buat Mandailing Travel,, hehe.. Buat bg Ari trima kasih atas bantuannya dalam menjemput bibit pisang..hehe.. Buat Bg Bere, Bg Man, Bg Saleh, Bg Minan, Jonggor, Candra, dan Topa tarimo kasih da bg. anggi e atas bantuan nai sasudena,, Buat Hendra.. semangat truz da..hehehe..*

*Trima kasih atas bantuan nai saonokon ....*

# DEKOMPOSISI BERBAGAI JENIS BAHAN ORGANIK DENGAN *Trichoderma viride* (Isolat T1sk) UNTUK MENGINDUKSI KETAHANAN BIBIT PISANG TERHADAP *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense* (Foc) PENYEBAB PENYAKIT LAYU FUSARIUM

## ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mendapatkan bahan organik terbaik yang didekomposisi oleh *Trichoderma viride* untuk menginduksi ketahanan dan aktivitas enzim peroksidase untuk mengendalikan penyakit layu Fusarium pada bibit pisang. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 7 perlakuan dan 5 ulangan, yaitu kotoran ayam didekomposisi oleh *T. viride*, kotoran sapi didekomposisi oleh *T. viride*, kompos jerami didekomposisi oleh *T. viride*, kotoran ayam tanpa didekomposisi oleh *T. viride*, kotoran sapi tanpa didekomposisi oleh *T. viride*, kompos jerami tanpa didekomposisi oleh *T. viride*, kontrol (substrat ampas tebu yang diinokulasi oleh *T. viride*). Parameter yang diamati adalah perkembangan penyakit layu fusarium, pertumbuhan bibit pisang, kerapatan populasi *T. viride*, respon pertahanan tanaman, analisis unsur hara makro, kadar air dan pH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* dapat meningkatkan pertumbuhan bibit pisang dengan efektivitas 10–17 %. Aplikasi kompos jerami merupakan bahan organik yang dapat menekan pertumbuhan *Foc*. Aplikasi bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* mampu meningkatkan aktivitas enzim peroksidase pada bibit pisang.

Kata kunci : Enzim peroksidase, unsur hara makro, kadar air, pH



**DECOMPOSITION OF DIFFERENT TYPES OF ORGANIC MATTERS WITH *Trichoderma viride* (Isolate T1sk) TO INDUCE THE RESISTANCE OF BANANA SEEDLING TO *Fusarium oxysporum* (*Foc*) f.sp *cubense* CAUSING FUSARIUM WILT**

**ABSTRACT**

The study aimed to get the best organic material decomposed by *Trichoderma viride* to induce resistance and peroxidase enzyme activity to control Fusarium wilt on banana seedlings. The experimental design used in this research was the Completely Randomized Design (CRD) consisted of 7 treatments and 5 replications. The treatments were chicken manure, cow dung, straw compost decomposed by *T. viride* and those without decomposed by *T. viride*, cow dung without decomposed by *T. viride*, straw compost without decomposed by *T. viride* and control (bagasse substrate inoculated by *T. viride*). Parameters observed were development of Fusarium wilt, banana seed growth, population density of *T. viride*, resistance response of plant, analyze of macro elements, water content and pH. The results showed that all of organic matters decomposed or without decomposed by *T. viride* suppressed *Foc* growth. Application of organic matters decomposed by *T. viride* increased the activity of peroxidase enzyme in banana seedlings.

Keywords : peroxide enzyme, macro elements, water content, pH





# I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pisang merupakan tanaman hortikultura yang dapat tumbuh di berbagai tempat dan mempunyai nilai ekonomis yang cukup tinggi. Produksi pisang dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Meningkatnya permintaan buah pisang untuk kebutuhan lokal maupun ekspor diikuti dengan meningkatnya kebutuhan akan bibit pisang yang berkualitas. Pisang mempunyai nilai gizi yang cukup baik yaitu sebagai sumber karbohidrat, protein, dan energi dan memiliki kandungan vitamin C, B, kalsium dan kandungan lemak yang cukup (Sriharti dan Salim, 2008).

Pertumbuhan tanaman pisang sering diganggu oleh serangan organisme pengganggu tanaman, baik di pembibitan maupun di lapangan (Soesanto *et al.*, 2012). Beberapa jenis jamur patogen yang menyebabkan penyakit pada pisang, antara lain *Mycosphaerella musicola* Mulder penyebab bercak daun *Mycosphaerella* yang dikenal sebagai penyakit sigatoka, *Cordana musae* (Zimm.) Hohn penyebab bercak daun cordana, *Phaeoramularia musae* penyebab burik, *Colletotrichum musae* (Berk. et Curt.) Arx penyebab antraknosa, *Uredo musae* Cummins penyebab karat daun, *Drechslera gigantea* (Heald et Wolf) Ito penyebab becak mata, *Guignardia musae* Rac. penyebab bintik-bintik pada daun, *Phyllachora musicola* Booth et shaw. penyebab penyakit palang hitam, dan *Fusarium oxysporum* Schlecht f.sp *cubense* (*Foc*) penyebab penyakit layu fusarium (Ploetz, 2007 ; Smith, 2007). Tanaman pisang yang banyak rusak oleh penyakit antara lain kultivar Ambon, Barangan, Cavendish, dan Kepok (Hermanto dan Setyawati, 2002).

*Fusarium oxysporum* f.sp *cubense* (*Foc*) merupakan patogen tular tanah yang dapat bertahan hidup di dalam tanah membentuk kladospora. Patogen ini merupakan salah satu patogen penting pada pisang yang sangat berbahaya di dunia, termasuk Indonesia karena dapat menghancurkan perkebunan pisang (Saravanan *et al.*, 2004). Hermanto *et al.*, (2009) melaporkan bahwa survei yang dilakukan di 16 provinsi di Indonesia diketahui penyakit ini masih menjadi kendala utama dalam

budidaya pisang dan telah menyebar mulai dari NAD sampai ke Papua. Menurut (Nasir *et al.*, 2005) di Sumatera Barat intensitas serangan penyakit ini lebih dari 60%. *Foc* sulit dikendalikan dengan fungisida maupun dengan kultur teknis, karena serangannya dimulai dari akar sehingga deteksi gejala sering terlambat. Pemakaian fungisida sintetik berbahan aktif benomil, mancozeb, karbendazim sudah tidak efektif lagi, karena telah ditemukan strain *Foc* yang resisten terhadap benomil (Tombe *et al.*, 1991). Untuk itu perlu dicari cara pengendalian yang aman bagi lingkungan dan tidak meninggalkan residu terhadap bahan makanan, tanah dan lingkungan yaitu pengendalian hayati menggunakan jamur antagonis.

Jamur antagonis yang telah banyak dilaporkan keberhasilannya sebagai agens hayati adalah *Trichoderma* spp. Beberapa peranan *Trichoderma* di alam adalah sebagai agens hayati, pengurai bahan organik, dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Menurut (Harman, 2000 ; Harman *et al.*, 2004a) *Trichoderma* dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan akar, produktivitas tanaman, resistensi terhadap stres abiotik serta penyerapan dan pemanfaatan nutrisi. Nurbailis dan Martinius(2011) melaporkan bahwa *Trichoderma viride* merupakan isolat yang lebih unggul dalam menekan penyakit layu *Fusarium* pada pisang dibandingkan *Trichoderma* lainnya, karena mempunyai kemampuan kolonisasi yang paling tinggi pada akar bibit pisang (93%) sehingga akar terlindung dari infeksi *Foc*. Keberhasilan *Trichoderma* spp. untuk pengendalian patogen tanaman telah banyak dilaporkan. Sudantha(2009) melaporkan bahwa penggunaan jamur saprofit *T.harzianum* isolat SAPRO-07 dan *T. hamatum* isolat SAPRO-09 efektif mengendalikan jamur *F. oxysporum* f.sp *glycine* hingga 90%. *Trichoderma* spp. juga dapat mengendalikan penyakit *Fusarium oxysporum* pada cabai mulai dari persemaian sampai tanaman yang sudah berproduksi (Yunasfi, 2002).

Beberapa hasil penelitian diketahui bahwa agens hayati seperti *Trichoderma* juga dapat berfungsi sebagai dekomposer. Jamur *Trichoderma* berperan sebagai dekomposer dalam proses pengomposan untuk mengurai bahan organik seperti selulosa menjadi senyawa glukosa. Keunggulan lain *Trichoderma* yaitu dapat digunakan sebagai biofungisida yang ramah lingkungan (Soesanto, 2004).

*Trichoderma* spp. sebagai dekomposer membantu mendegradasi bahan organik sehingga lebih tersedianya hara bagi pertumbuhan tanaman (EPA, 2000; Viterbo *et al.*, 2007). *Trichoderma* spp. mampu memproduksi asam organik, seperti *glicinic*, *citric* atau asam *fumaric*, yang menurunkan pH tanah, dan solubilisasi fosfat, mikronutrient dan kation mineral seperti besi, mangan, dan magnesium, yang bermanfaat untuk metabolisme tanaman (Saba *et al.*, 2012), serta metabolit yang meningkatkan pertumbuhan tanaman (Carvajal, 2009). *T. viride* juga dilaporkan mempunyai sifat selulolitik karena telah dimanfaatkan untuk mengisolasi *xylooligosaccharida* dari bronjong sawit (Salina *et al.*, 2008), memfermentasi limbah agroindustri (Prayitno, 2008), memfermentasi janggel jagung sebagai pakan alternatif pada musim kemarau (Rohaeni *et al.*, 2006).

*Trichoderma* selain bersifat sebagai agens hayati, juga bersifat sebagai penginduksi ketahanan tanaman terhadap patogen. Koike *et al.*, (2001) melaporkan bahwa *Trichoderma* GT3-2 mampu menginduksi ketahanan tanaman mentimun terhadap *Colletotrichum orbiculare* penyebab penyakit antraknosa pada mentimun. Ahmed *et al.*, (2000) juga melaporkan bahwa *T. harzianum* mengimbas ketahanan tanaman cabai terhadap *Phytophthora capsici*.

Aplikasi jamur *Trichoderma* spp. dalam skala yang lebih luas diperlukan perbanyakannya secara massal dengan menggunakan bahan organik, seperti pupuk kandang dan limbah pertanian. Bahan organik berupa serasah tanaman, kompos dan kotoran hewan sangat penting untuk kehidupan mikroba (Morajet *et al.*, 2009). Trillas *et al.*, (2006) juga melaporkan bahwa pemberian pupuk kompos dengan *Trichoderma* dapat menghambat patogen *Rhizoctonia solani* pada mentimun. Anom (2008) melaporkan bahwa pemberian Tricho-kompos jerami dengan dosis 20 ton/ha dapat memberikan efek yang baik untuk pertumbuhan dan produksi pada tanaman sawi hijau. Berdasarkan permasalahan diatas, penulis telah melakukan penelitian **Dekomposisi Berbagai Jenis Bahan Organik dengan *Trichoderma viride* (Isolat T1sk) untuk Menginduksi Ketahanan Bibit Pisang terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense* Penyebab Penyakit Layu Fusarium.**

### Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan bahan organik terbaik yang didekomposisi oleh *T. viride* untuk menginduksi ketahanan bibit pisang terhadap penyakit layu Fusarium.
2. Mengetahui aktivitas enzim peroksidase pada bibit pisang yang diaplikasi dengan bahan organik yang didekomposisi oleh *T. viride* sebagai indikator terinduksi ketahanan bibit pisang terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense*.

### Manfaat Penelitian

Dapat menerapkan agens hayati *Trichoderma* untuk mendekomposisi limbah organik dalam proses pengomposan yang digunakan untuk pengendalian penyakit layu Fusarium.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penyakit layu Fusarium pada pisang

Menurut (O'donnel dan Cigelnick, 1998 ; Ploetz, 2006) *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense* masuk kedalam Kingdom : Fungi, Filum : Ascomycota, Kelas : Ascomycetes, Sub kelas : Sordariomycetidae Ordo : Hypocrales, Famili : Hypocraceae, Genus : *Fusarium* (anamorphic), Spesies : *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense*.

Patogen *F. oxysporum* f. sp *cubense* (*Foc*) merupakan salah satu penyakit penting yang menyerang tanaman pisang. Ada tiga ras *Foc* diketahui berdasarkan kemampuannya untuk menyebabkan penyakit pada satu set kultivar pisang yang berbeda, *Foc* ras 1 menyerang pisang Gros Michel, Sutra dan Pome, *Foc* ras 2 menyerang pisang Bluggoe dan berbagai pisang yang masak lainnya, dan *Foc* ras 4 menyerang pisang Cavendish, yang mana 80% dari ekspor pisang dunia. Strain *Foc* ras 4 dibagi lagi menjadi tropis dan subtropis. *Foc* yang termasuk pada daerah tropis adalah ras 4, terbatas pada Asia tropis dan Australia bagian utara, sedangkan *Foc* ras 4

subtropisstrain yang sebagian besar terkait dengan pisang Cavendish di negara-negara subtropis seperti Afrika Selatan, Australia, Taiwan dan Kepulauan Canary. *Focras 4* tropis lebih ganas daripada *Focras 4* subtropis, dan dapat menginfeksi pisang Cavendish di bawah kondisi stres dan non stres, sedangkan *Foc* subtropis biasanya hanya menginfeksi pisang setelah inang telah terkenal lingkungan stres (Sutherland *et al.*, 2012).

Penyakit layu Fusarium ini ditunjukkan dengan gejala menguningnya daun pisang mulai dari daun yang tua. Penguningan ini mulai dari pinggir daun, diikuti oleh pecahnya batang dan perubahan warna pada saluran pembuluh, ruas daun pendek serta perubahan warna pada bonggol pisang. Batang yang terserang patogen ini biasanya mengeluarkan bau busuk. Patogen masuk melalui akar dan masuk ke dalam bonggol dan merusak pembuluh sehingga tanaman layu dan akhirnya mati (Ploetz, 2006).

Infeksi *Foc* pada tanaman pisang biasanya terjadi sebagai respon terhadap eksudat akar primer dan sekunder (Li *et al.*, 2011). Akar utama dan rimpang biasanya tidak terpengaruh secara langsung. Setelah perkecambahan konidia, hifa langsung menembus epidermis, kemudian miselia masuk ke dalam intraseluler melalui korteks dan mencapai pembuluh xilem. Setelah itu jamur tetap berada pada pembuluh xilem untuk memproduksi mikrokonidia dan menyebar ke seluruh bagian tanaman, serta menghasilkan struktur konidia baru.

Penyakit layu Fusarium menghasilkan dua jenis gejala eksternal yaitu gejala daun kuning dan gejala daun hijau (Stover, 1962 ; Pérez-Vicente, 2004). Gejala daun kuning biasanya ditandai dengan gejala yang paling mencolok dan khas pada penyakit layu Fusarium pada pisang. Hal ini ditandai dengan menguningnya daun tua yang kadang-kadang susah dibedakan dengan kekurangan kalium, terutama di musim kemarau dan lingkungan yang dingin. Menguningnya daun dimulai dari daun tua ke daun muda. Daun mulai gugur secara bertahap, lentur pada tangkai daun, umumnya dekat dengan pelepah dan menggantung ke bawah lalu daun mati. Gejala daun hijau berbeda dengan gejala daun kuning, daun tanaman yang terserang di beberapa kultivar tetap didominasi daun berwarna hijau. Biasanya daun muda yang terakhir

menunjukkan gejala, memberikan penampilan seperti bulu. Pertumbuhan tidak terhenti pada tanaman yang terinfeksi dan daun muncul berwarna pucat. Lamina daun yang muncul berkurang, layu dan terdistorsi, tidak ada gejala pada buah. Tanaman pisang yang terinfeksi patogen *Foc* jarang bisa diselamatkan.

## 2.2 *Trichoderma viride*

*Trichoderma viride* masuk kedalam Kingdom : Fungi, Divisi : Ascomycota, Sub Divisi : Ascomycotina, Kelas : Ascomycetes, Ordo : Hypocreales, Famili : Hypocreaceae, Genus : *Trichoderma*, Spesies : *Trichoderma viride* (Bailey *et al.*, 2004 ; Castle *et al.*, 1998).

Koloni dari jamur *Trichoderma* berwarna putih, kuning, hijau muda, dan hijau tua.. Jamur *Trichoderma* yang berwarna hijau kelihatan seperti lumut tetapi lebih cerah, dan penampilan warna ini disebabkan oleh pewarnaan fialospora, jumlah spora dan adanya perpanjangan hifa steril. Jamur *Trichoderma* juga menghasilkan sejumlah besar enzim ekstraseluler  $\beta$ -(1,3)-glukanase dan kitinase yang dapat melarutkan dinding sel patogen. Beberapa anggota dari genus *Trichoderma* menghasilkan toksin trichodermin. Toksin ini dihasilkan oleh jamur bila hidup pada tanaman. Adanya aktivitas metabolik hifa yang tinggi pada bahan organik juga dapat menyerang dan menghancurkan propagul patogen yang ada disekitarnya, salah satunya adalah jamur *T. viride* yang menghasilkan 2 jenis antibiotik yaitu gliotoksin dan viridin yang dapat melindungi bibit tanaman dari serangan penyakit rebah kecambah (Ramada, 2008).

*Trichoderma viride* adalah jamur penghuni tanah yang dapat diisolasi dari perakaran tanaman lapangan dan dapat ditemui di lahan pertanian dan perkebunan. *Trichoderma* bersifat saprofit pada tanah, kayu, dan beberapa jenis bersifat parasit pada jamur lain. Spesies *Trichoderma viride* disamping sebagai organisme pengurai, dapat juga berfungsi sebagai agens hayati dan stimulator pertumbuhan tanaman (Ramada, 2008 ; Harman *et al.*, 2000).

Salah satu jenis jamur yang sering dipergunakan untuk agens hayati adalah *Trichoderma viride*. Jamur ini merombak senyawa-senyawa yang kompleks menjadi lebih sederhana sehingga mudah dicerna dan diserap oleh ternak. Perombakan ini terjadi karena proses fermentasi, jamur memproduksi enzim yang melakukan

perombakan terhadap senyawa-senyawa kompleks. Keuntungan ganda diperoleh dari inokulasi limbah dengan jamur *Trichoderma viride* yaitu kandungan protein meningkat dan enzim yang diproduksi jamur membantu dalam pencernaan bahan (Rukhmani, 2005). *Trichoderma viride* dalam peranannya sebagai agens hayati bekerja berdasarkan mekanisme antagonis yang dimilikinya (Wahyuno *et al.*, 2009). Purwantisari (2009) melaporkan bahwa *Trichoderma viride* merupakan jamur parasit yang dapat menyerang dan mengambil nutrisi dari jamur lain. Kemampuan dari *Trichoderma viride* ini adalah mampu memarasit jamur patogen tanaman dan bersifat antagonis, karena memiliki kemampuan untuk mematikan atau menghambat pertumbuhan jamur lain.

Mekanisme agens antagonis *Trichoderma viride* terhadap patogen adalah mikoparasit dan antibiosis selain itu cendawan *Trichoderma viride* juga memiliki beberapa kelebihan seperti mudah diisolasi, daya adaptasi luas, dapat tumbuh dengan cepat pada berbagai substrat, jamur ini juga memiliki kisaran mikroparasitisme yang luas dan tidak bersifat patogen pada tanaman (Arwiyanto, 2003). Selain itu, mekanisme yang terjadi di dalam tanah oleh aktivitas *Trichoderma viride* yaitu sebagai kompetitor baik ruang maupun nutrisi, dan sebagai mikoparasit sehingga mampu menekan aktivitas patogen tular tanah (Sudantha *et al.*, 2011). Strain tertentu dari *Trichoderma viride* adalah mengkolonisasi permukaan akar dan menembus epidermis serta kemudian melepaskan berbagai senyawa yang mengimbas (*induce*) respon pertahanan (*resistant*) secara lokal atau sistemik.

*Trichoderma viride* memiliki peran sebagai dekomposer yang dapat mendekomposisi limbah organik (rontokan dedaunan dan ranting tua) menjadi kompos yang bermutu. Selain itu, *Trichoderma viride* dapat juga digunakan sebagai biofungisida, karena *Trichoderma viride* mempunyai kemampuan untuk dapat menghambat pertumbuhan beberapa jamur penyebab penyakit pada tanaman antara lain *Rigidoforus lignosus*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* (Mey, 2009).

Cepat lambatnya fermentasi sangat menentukan jumlah enzim yang dihasilkan, semakin lama waktu fermentasi yang digunakan maka semakin banyak

bahan yang dirombak oleh enzim, tetapi dengan bertambahnya waktu fermentasi maka ketersediaan nutrisi didalam media habis sehingga jamur lama-kelamaan akan mati (Fardiaz, 1989). Berdasarkan hasil penelitian Susanti (2006) melaporkan bahwa aktivitas enzim selulase tertinggi yang di produksi oleh *Trichoderma harzianum* menggunakan tongkol jagung dan blondo adalah pada perlakuan dosis inokulum 5% dengan lama fermentasi 7 hari.

## 2.2 Pupuk Organik

Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari alam, yang berupa sisa-sisa organisme hidup baik sisa tanaman maupun sisa hewan. Pupuk organik mengandung unsur-unsur hara, baik makro maupun mikro yang dibutuhkan oleh tumbuhan, supaya dapat tumbuh dengan subur. Beberapa jenis pupuk yang termasuk pupuk organik adalah pupuk kandang, pupuk hijau, kompos dan pupuk guano (Handayani *et al.*, 2011). Bahan organik yang digunakan untuk pupuk organik terbagi menjadi dua yaitu : 1) bahan organik yang memiliki kandungan N (Nitrogen) dan C (Karbon) tinggi, contohnya pupuk kandang, daun legume (gamal, lamtoro, kacang-kacangan) atau limbah rumah tangga, 2) bahan organik yang memiliki kandungan N (Nitrogen) rendah dan C (Karbon) tinggi, contohnya dedaunan yang gugur, jerami, dan serbuk gergaji (Firmansyah, 2010).

Jerami padi merupakan salah satu jenis pupuk organik dan merupakan sumber K yang murah dan mudah tersedia di lahan sawah dan pengembalian jerami ke tanah dapat memenuhi sebagian hara K yang dibutuhkan tanaman. Mengingat sifat K yang mudah hilang (mobil) dari dalam tanah, sehingga pemberian pupuk K perlu diberikan dalam dua jenis yaitu pupuk KCl dalam bentuk anorganik dan kompos jerami dalam bentuk organik (Hartatik, 2009). Pada saat panen, jerami mengandung sekitar sepertiga jumlah hara N, P, dan S dari total hara tanaman padi, sedangkan kandungan K rata-rata 89% (berkisar antara 85–92%) (Tirtoutomo dan Kartaatmadja, 2001). Hasil penelitian Duong *et al.*, (2006) yang memberikan kompos berupa jerami pada tanaman padi sudah memberikan pengaruh setelah 30 hari diaplikasikan. Komposisi jerami padi dalam 1 mm<sup>3</sup> terkandung C-organik 46,13%, N-total 0,52%, selulosa 32%, dan lignin 13,3% (Nandi *et al.*, 2000).



Pupuk kandang adalah salah satu pupuk organik yang mempunyai beberapa kelebihan antara lain selain mengandung unsur hara makro juga mengandung unsur hara mikro, pupuk kandang dapat memperbaiki sifat fisik, kimia maupun biologi tanah. (Sahari, 2005). Kuntastyuti dan Sunarya (2000) melaporkan bahwa pemberian kotoran ayam 20 ton/ha mampu menambah tinggi tanaman dan meningkatkan jumlah isi polong, rata-rata 10 polong/tanaman. Pupuk kandang sapi berasal dari hasil dekomposisi kotoran sapi baik itu berbentuk padat maupun cair. Unsur hara dalam pupuk kandang sapi sangat bervariasi tergantung pada jenis pakan yang diberikan dan cara penyimpanan pupuk kandang tersebut. Menurut Berova (2009) kompos kotoran sapi memiliki kandungan 0,40-2% N, 0,20-0,50% P dan 0,10-1,5% K. Musnawar (2003) melaporkan bahwa kotoran ayam mengandung unsur hara lengkap yang dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhannya seperti nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg) dan sulfur (S).

Beberapa usaha yang perlu dilakukan dalam mempertahankan atau menaikkan kandungan organik tanah yaitu : menggunakan pupuk kandang, kompos atau pupuk hijau, mengusahakan dikembalikannya sisa-sisa tanaman ke dalam tanah, melakukan penanaman secara tumpang sari sehingga tanah akan tertutup oleh tanaman, pengolahan tanah dilakukan seminimal mungkin (Supirin, 2004). Pemberian pupuk organik ke dalam tanah disamping bertujuan untuk menyediakan unsur hara, juga bertujuan untuk memperbaiki kondisi fisik tanah (Yuwono, 2002).

Penambahan bahan organik dalam tanah lebih kuat pengaruhnya ke arah perbaikan fisik tanah dan bukan khusus untuk meningkatkan unsur hara dalam tanah (Winarso, 2005). Menurut Hanafiah (2004) secara fisik bahan organik berperan dalam merangsang granulasi, menurunkan plastisitas dan kohesi, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan daya tahan tanah dalam menahan air sehingga drainase tidak berlebihan, kelembaban dan temperatur tanah menjadi stabil, selain itu dapat meningkatkan jumlah dan aktivitas mikroorganisme tanah.

#### **2.4 Pengomposan bahan organik**

Bahan organik adalah semua bahan yang berasal dari jaringan tanaman dan hewan baik yang masih hidup maupun yang telah mati, pada berbagai tahap

dekomposisi. Menurut Setyorini (2006) kompos merupakan bahan organik, seperti daun-daunan, jerami, alang-alang, rumput-rumputan, dedak padi, batang jagung, sulur, carang-carang serta kotoran hewan yang telah mengalami proses dekomposisi oleh mikroorganisme pengurai, sehingga dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah. Kompos mengandung hara-hara mineral yang esensial bagi tanaman. Di lingkungan alam terbuka, proses pengomposan bisa terjadi dengan sendirinya. Lewat proses alami, rumput, daun-daunan dan kotoran hewan serta sampah lainnya lama kelamaan membusuk karena adanya kerja sama antara mikroorganisme dengan cuaca. Proses tersebut bisa dipercepat oleh perlakuan manusia, yaitu dengan menambahkan mikroorganisme pengurai sehingga dalam waktu singkat akan diperoleh kompos yang berkualitas baik.

Pengomposan adalah proses perombakan (dekomposisi) bahan-bahan organik dengan memanfaatkan peran atau aktivitas mikroorganisme. Melalui proses tersebut, bahan-bahan organik akan diubah menjadi pupuk kompos yang kaya dengan unsur-unsur hara baik makro ataupun mikro yang sangat diperlukan oleh tanaman (Yurmiati, 2008).

Bahan organik mempunyai peranan yang penting dalam kehidupan dan kesuburan tanah. Djajakirana (2002) melaporkan bahwa bahan organik memiliki peran dan fungsi yang sangat vital di dalam tanah, bahan organik berperan sangat penting dalam mempengaruhi ketiga sifat tanah. Acquaaah (2005) juga melaporkan bahwa bahan organik berperan penting dalam meningkatkan kesuburan tanah melalui perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologis tanah. Pemberian bahan organik dapat meningkatkan populasi dan aktivitas mikroorganisme yang menguntungkan bagi tanaman seperti *Rhizobium* dan mikoriza. Selain itu, juga meningkatkan populasi dan aktivitas mikroorganisme antagonis seperti *Trichoderma* sp. (Munawar, 2003).

Proses pengomposan dapat terjadi pada kisaran pH yang lebar. pH yang optimum untuk proses pengomposan berkisar antara 6,5-7,5. pH kotoran ternak umumnya berkisar antara 6,8-7,4. Proses pengomposan sendiri akan menyebabkan perubahan pada bahan organik dan pH bahan itu sendiri. pH kompos yang sudah matang biasanya mendekati netral. Pengontrolan pH proses pengomposan

akan menyebabkan perubahan pada bahan organik dan pH bahan itu sendiri. pH kompos yang sudah matang biasanya mendekati netral (Isroi dan Widiastuti, 2005). Jika bahan yang dikomposkan terlalu asam, pH dapat dinaikkan dengan cara menambahkan kapur. Sebaliknya, jika nilai pH tinggi (basa) bisa diturunkan dengan bahan yang bereaksi asam (mengandung Nitrogen) seperti urea atau kotoran hewan (Simamora dan Salundik, 2008).

Kematangan kompos sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor selama pengomposan. Setelah selesai pengomposan, semua bahan baku mengalami perubahan warna menjadi coklat kehitaman. Hal ini terjadi karena penambahan mikroorganisme dapat mempercepat pematangan kompos sehingga mencapai warna kematangan kompos yang lebih cepat pula dibandingkan dengan warna kematangan kompos dari sampel lain. Kematangan kompos dikatakan tercapai bila warnanya telah menjadi coklat kehitaman (Indriyani, 2000). Kematangan kompos dapat dilihat dari kandungan karbon dan nitrogen melalui rasio C/N nya. Prinsip pengomposan adalah menurunkan rasio C/N bahan organik hingga sama dengan C/N tanah yaitu 10-12. Kompos yang memiliki rasio C/N mendekati rasio C/N tanah lebih dianjurkan untuk digunakan (Indriyani, 2002). Sifat kurang baik dari bahan organik seperti dikemukakan oleh Rosmarkam dan Yuwono (2006) antara lain : bahan organik yang mempunyai C/N tinggi berarti masih mentah, bahan organik yang berasal dari sampah kota atau limbah industri mengandung mikroba patogen dan logam berat yang berpengaruh pada tanaman, hewan maupun manusia.

Salah satu aspek yang paling penting dari keseimbangan hara total adalah rasio organik karbon dengan nitrogen (C/N). Rasio C/N bahan organik adalah perbandingan antara banyaknya kandungan unsur karbon (C) terhadap banyaknya kandungan unsur nitrogen yang ada pada suatu bahan organik. Mikroorganisme membutuhkan karbon dan nitrogen untuk aktivitas hidupnya. Jika rasio C/N tinggi, aktivitas biologi mikroorganisme akan berkurang, diperlukan beberapa siklus mikroorganisme untuk mendegradasi kompos sehingga diperlukan waktu yang lama untuk pengomposan dan dihasilkan mutu yang lebih rendah, jika rasio C/N terlalu rendah kelebihan nitrogen yang tidak dipakai oleh mikroorganisme tidak dapat

diasimilasi dan akan hilang melalui volatilisasi sebagai amoniak atau terdenitrifikasi (Djuarnani, 2005). Djajakirana (2008) melaporkan bahwa pemberian kompos pada tanah diberikan pada C/N ratio 20-30 karena pada C/N ratio sekitar 9-12 reaksi dekomposisi sudah selesai dan kompos terlalu matang, sehingga apa yang diharapkan dari proses perubahan bahan organik kompleks menjadi ikatan organik yang lebih sederhana sudah terlewati. Pengomposan dengan volume besar dilakukan oleh Indriyati (2006) yaitu dengan volume tumpukan bahan sebesar 2 m<sup>3</sup> (2 x 1 x 1 m) membutuhkan waktu selama 8 bulan untuk mencapai nisbah C/N sekitar 14. Waktu pengomposan yang lama tersebut disebabkan karena dalam proses pengomposannya dilakukan pembalikan 2-3 kali sehari.

Aplikasi kompos pada lahan pertanian dapat mengurangi pencemaran karena berkurangnya kebutuhan pemakaian pupuk kimia yang berlebihan (Sriharti, 2008). Riley *et al.*, (2008) dan Dinesh *et al.*, (2010) melaporkan bahwa aplikasi bahan organik dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas menahan air, dan meningkatkan kehidupan biologi tanah.

Tabel 1. Persyaratan kompos matang

Parameter	Satuan	SNI
pH	-	6,80 – 7,49
Karbon (C)	%	9,8 – 32
Nitrogen (N)	%	0,40 - ∞
C/N	-	10 – 20
P sebagai P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0,10 - ∞
K sebagai K <sub>2</sub> O	%	0,20 - ∞
Kadar air	%	0 – 50

SNI 19-7030-2004.

## 2.5 Ketahanan terinduksi

Induksi ketahanan dapat bersifat lokal atau sistemik, ini tergantung pada aplikasi agen hayati. Aplikasi dapat melalui benih/bibit atau tanaman muda dan dewasa. Aplikasi melalui benih, dapat juga disebut imunitasi, umumnya bereaksi cepat, dengan mengaktifkan mekanisme pertahanan tanaman. Mekanisme ini meliputi akumulasi senyawa metabolik sekunder yang bersifat antimikroba seperti fitoaleksin dan diterpen, serta peningkatan aktivitas enzim seperti kitinase dan  $\beta$ -1-3-glukanase,

peroksidase dan protein resisten (PR) (Agrios, 2005), asam salisilat (SA), *jasmonic acid* (JA) dan etilen (Tuzun dan Bendt, 2000).

Pertahanan tanaman melawan hama dan penyakit merupakan proses yang bersifat kompleks yang diatur oleh beberapa persenyawaan dengan berat molekul rendah, meliputi asam salisilat (SA), *jasmonic acid* (JA) dan etilen (Tuzun dan Bendt, 2000). Rasmussen *et al.*, (1991) menyimpulkan bahwa SA adalah suatu signal sekunder yang terutama diinduksi oleh signal translokasi yang dihasilkan pada tempat infeksi awal.

Sistem pertahanan tanaman sangat bergantung kepada interaksi inang, patogen, dan lingkungan. Interaksi antara tanaman dengan patogen akan menghasilkan reaksi kesesuaian (infeksi) atau ketidaksesuaian (ketahanan) (Hammerschmidt dan Dann, 2000 ; Heil dan Bostock, 2002). Suganda (2000) melaporkan bahwa reaksi ketahanan dapat muncul dari hasil ekspresi adanya ketahanan terimbas yang merupakan hasil ekspresi dari serangkaian gen pertahanan yang teraktifkan oleh rangsangan dari luar. Tanggapan sistemik terjadi saat pengimbasan senyawa PR protein dan asam salisilat dapat ditransfer antarsel ke seluruh bagian tanaman (Hammerschmidt dan Dann, 2000; Heil dan Bostock, 2002; Vallad dan Goodman, 2004).

Ketahanan tanaman terhadap patogen ditunjukkan dengan ketahanannya terhadap infeksi patogen, namun dapat membatasi aktivitas patogen, sehingga patogen tidak dapat berkembang dan tidak dapat menyebabkan kerusakan berat (Agrios, 2005). Ketahanan kimiawi ditunjukkan dengan terbentuknya senyawa kimia yang mampu mencegah pertumbuhan dan perkembangan patogen, yang dapat berupa PR protein (*Pathogenesis-Related Proteins*), metabolit sekunder berupa senyawa alkaloida, fenol, flavonida, glikosida, fitoaleksin, dan sebagainya (Chairul, 2003). Umumnya tanaman tahan mengandung senyawa kimia tersebut dengan konsentrasi lebih tinggi daripada tanaman tidak tahan (Mansfield, 2000; Agrios, 2005).

Beberapa isolat *Trichoderma* spp. mempunyai potensi sebagai induser yang dapat mengaktifasi reaksi ketahanan sistemik pada tanaman. Salah satu reaksi induksi ketahanan tanaman yang diaktivasi oleh *Trichoderma* spp. adalah peningkatan enzim

kitinase di dalam jaringan tanaman. Tanaman mentimun yang diperlakukan dengan *Trichoderma* spp. isolat T-203, isolat ini masuk ke dalam jaringan akar yang menyebabkan dinding sel akar menjadi lebih kuat. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa aktivitas enzim kitinase meningkat pada jaringan akar dan daun, hal ini menunjukkan terjadinya induksi ketahanan tanaman (Harman, 2000). Martinez *et al.*, (2001) melaporkan bahwa tanaman melon yang diperlakukan dengan enzim selulase dari *T. longibrachiatum* menunjukkan peningkatan enzim peroksidase dan kitinase dalam jaringan melon, sehingga tanaman tahan terhadap penyakit embun tepung yang disebabkan *Sphaerotheca fuliginea*. Harman *et al.*, (2004b) juga melaporkan bahwa *T. harzianum* T-22 mengimbas ketahanan tanaman jagung terhadap *Colletotrichum graminicola*. Horst *et al.*, (2005) melaporkan bahwa kompos sebagai media tumbuh tanaman dengan *T. harzianum* 382 (T-382) dapat menurunkan keparahan penyakit hawardaun botrytis pada tanaman begonia.

Jamur rizosfer merupakan salah satu kelompok mikroba yang telah dilaporkan dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap berbagai penyakit, baik penyakit terbawa tanah maupun penyakit terbawa udara. Banyak jenis jamur dapat diisolasi dari rizosfer tanaman budidaya seperti cabai, kentang, tembakau dan jagung, jamur ini dapat memacu pertumbuhan tanaman sehingga termasuk dalam kelompok *Plant Growth Promoting Fungi/ PGPF* (Hyakumachi dan Kubota, 2003). Beberapa isolat jamur rizosfer alang-alang yang diinokulasikan pada perakaran tanaman tomat telah dilaporkan dapat meningkatkan ketahanan tanaman tomat terhadap per bercak coklat (*Alternaria solani*) pada daun tanaman tomat (Hersanti, 2002).

### III. BAHAN DAN METODA

#### 3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Fitopatologi Jurusan Hamadan Penyakit Tumbuhan, Laboratorium Bioteknologi Jurusan Budidaya Pertanian, Laboratorium UPTD Perkebunan Gadut, dan Rumah kaca Fakultas

Pertanian Universitas Andalas Padang. Jadwal penelitian dimulaibulan Agustus 2014- Februari 2015 (Lampiran 1).

### 3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat *Trichoderma viride* strain T1sk, (koleksi Dr. Ir. Nurbailis, MS), jamur *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense* (koleksi Laboratorium Fitopatologi Tumbuhan), medium *Potato Dextrosa Agar* (PDA), medium McFadden & Sutton RB-S-F yang merupakan medium spesifik untuk pertumbuhan *Trichoderma* spp. (McFadden & Sutton RB-S-F, 1975), bibit pisang kultivar Ambon Kuning, ampas tebu, beras, tanah steril, dedak, tanah hitam, kotoran sapi, kotoran ayam, jerami, plastik tahan panas, akuades, alkohol 70%, spritus, tisu, *aluminium foil*, larutan pirogalol, kalium fosfat, hidrogen peroksida, kain kasa, *polybag* dan kertas label.

Alat yang digunakan adalah cawan Petri, labu *Erlenmeyer*, *cork borer* diameter 0,7 cm, *autoclave*, gelas piala, batang pengaduk, gelas ukur, pipet tetes, *shaker*, botol schoot, mortal, tabung reaksi, rak tabung reaksi, *cover glass*, *object glass*, timbangan analitik, labu semprot, *handsprayer*, spektrofotometer, sentrifus, oven, *entcase*, mikroskop, botol suntik, kamera, pisau scapel, kompor listrik, gunting, dan alat-alat tulis.

### 3.3 Metoda Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 7 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan adalah berbagai bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* selama 14 hari sebagai berikut :

- A. Kotoran ayam didekomposisi oleh *T. viride*
- B. Kotoran sapi didekomposisi oleh *T. viride*
- C. Kompos jerami didekomposisi oleh *T. viride*
- D. Kotoran ayam tanpa didekomposisi oleh *T. viride*
- E. Kotoran sapi tanpa didekomposisi oleh *T. viride*
- F. Kompos jerami tanpa didekomposisi oleh *T. viride*
- G. Kontrol (substrat ampas tebu yang diinokulasi oleh *T. viride*)

Data diolah secara statistik menggunakan analisis sidik ragam dan uji Tukey pada taraf nyata 5% (Lampiran 2).

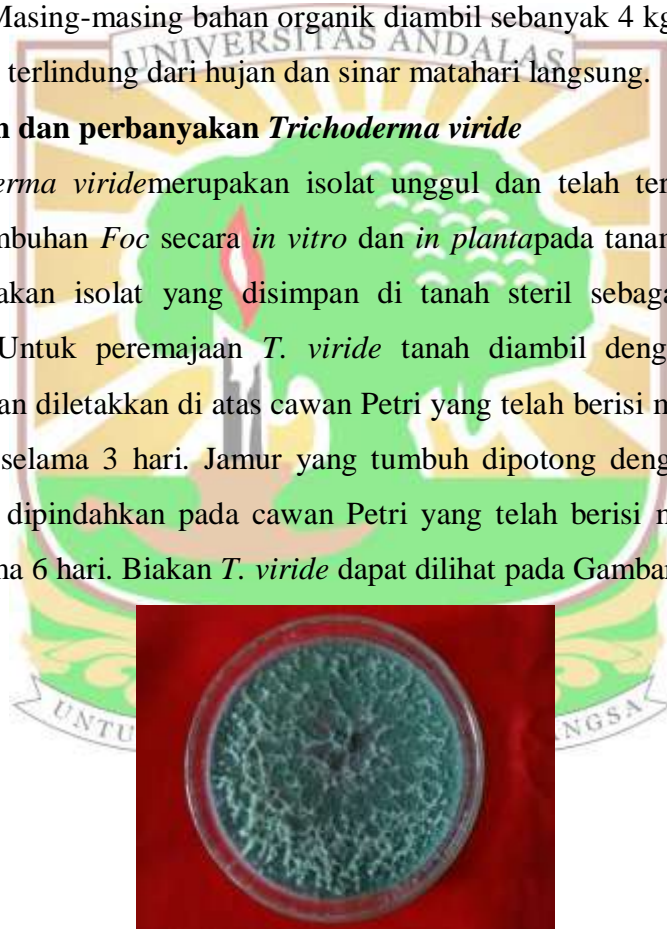
### 3.4 Pelaksanaan

#### 3.4.1 Persiapan bahanorganik

Bahan yang digunakanyaitu : kotoransapi, kotoranayam, dan jerami yang diperoleh dari UPTD perkebunan Gadut. Kriteria kotoran hewan yang digunakan yaitu yang sudah kering dan tidak berbau, dan untuk jerami digunakan 1 bulan setelah padi di panen. Masing-masing bahan organik diambil sebanyak 4 kg dan ditempatkan di ruangan yang terlindung dari hujan dan sinar matahari langsung.

#### 3.4.2 Persiapan dan perbanyakan *Trichoderma viride*

*Trichoderma viride* merupakan isolat unggul dan telah teruji efektif dalam menekan pertumbuhan *Foc* secara *in vitro* dan *in plant* pada tanaman pisang. Isolat tersebut merupakan isolat yang disimpan di tanah steril sebagai kultur stok di Laboratorium. Untuk peremajaan *T. viride* tanah diambil dengan menggunakan spatula, kemudian diletakkan di atas cawan Petri yang telah berisi medium PDA baru dan diinkubasi selama 3 hari. Jamur yang tumbuh dipotong dengan menggunakan *cork borer* dan dipindahkan pada cawan Petri yang telah berisi medium PDA dan diinkubasi selama 6 hari. Biakan *T. viride* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Isolat *Trichoderma viride* pada medium *Potato Dextrosa Agar* yang berumur 6 hari

#### 3.4.3 Penyiapan ampas tebu dan perbanyakan massal *Trichoderma viride*

Ampas tebu diperoleh dari tempat penjualan air tebu di Pasar Raya kota Padang. Ampas tebu dipotong kecil-kecil dengan ukuran  $\pm 1 \text{ cm}^2$ , lalu dilembabkan



dengan menggunakan labu semprot dengan kriteria air tidak menetes. Ampas tebu dimasukkan ke dalam plastik tahan panas sebanyak 100 g, dan disterilkan menggunakan *autoclave* selama 15 menit sampai suhu mencapai  $126^{\circ}\text{C}$ , kemudian didinginkan. Media ampas tebu yang telah disterilkan diinokulasi dengan biakan *T. viride* yang berumur 3 hari menggunakan *cork borer* diameter 0,7 cm dan diinkubasi selama 15 hari (Nurbailis dan Martinius, 2011). Pertumbuhan *T. viride* pada medium ampas tebu umur 15 hari dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Biakan *Trichoderma viride* pada substrat ampas tebu (15 hsi)

#### 3.4.4 Dekomposisi berbagai jenis bahan organik oleh *Trichoderma viride*

Bahan organik yang digunakan adalah kotoran hewan dan kompos jerami. Kotoran hewan ditimbang sebanyak 2 kg kemudian dicampur dengan starter *T. viride*, dedak dan tanah hitam yang masing-masingnya sebanyak 5% dari berat kotoran hewan, dimasukkan ke dalam baki lalu ditutup dan diinkubasi selama 14 hari. Hari ke 4, 7 dan 10 kompos di balik dan di tutup kembali.

Jerami padi dipotong-potong  $\pm 1 \text{ cm}^2$  sebanyak 2 kg dan direndam selama satu malam, kemudian dicampur dengan starter *T. viride* sebanyak 5% dari berat jerami yang digunakan, dimasukkan ke dalam baki lalu ditutup dan diinkubasi selama 14 hari. Hari ke 4, 7 dan 10 kompos di balik dan di tutup kembali.

#### 3.4.5 Dekomposisi bahan organik tanpa *Trichoderma viride*

Bahan organik yang digunakan adalah kotoran hewan dan kompos jerami. Kotoran hewan ditimbang sebanyak 2 kg kemudian dicampur dengan dedak dan tanah hitam, bahan tersebut ditimbang sebanyak 5% dari berat kotoran hewan,

kemudian dimasukkan kedalam baki lalu ditutup. Hari ke 4, 7 dan 10 kompos di balik dan di tutup kembali, dan diinkubasi selama 14 hari.

Jerami padi dipotong-potong  $\pm 1 \text{ cm}^2$  sebanyak 2 kg dan direndam selama satu malam, kemudian diaduk sampai merata dan dimasukkan kedalam baki lalu ditutup. Hari ke 4, 7 dan 10 kompos di balik dan di tutup kembali, dan diinkubasi selama 14 hari.

#### 3.4.6 Perbanyak inokulum *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense* (*Foc*)

Isolat *Foc* yang disimpan pada tanah steril diremajakan kembali dalam cawan Petri yang berisi medium PDA. Tanah diambil menggunakan spatula dan diletakkan pada cawan Petri yang berisi medium PDA dan diinkubasi selama 3 hari. Biakan jamur yang tumbuh dipotong dengan *cork borer* diameter 0,7 cm dan dimasukkan ke cawan Petri yang berisi medium PDA baru dan diinkubasi selama 3 hari. Biakan murni *Foc* yang berumur 3 hari dipotong menggunakan *cork borer* diameter 7 mm dan dimasukkan kedalam masing-masing beras yang telah dimasak setengah matang, lalu ditimbang sebanyak 100 g dan diinkubasi pada suhu ruang selama 14 hari (Maimunah, 1999). Pertumbuhan *Foc* pada medium beras dapat dilihat pada Gambar 3.



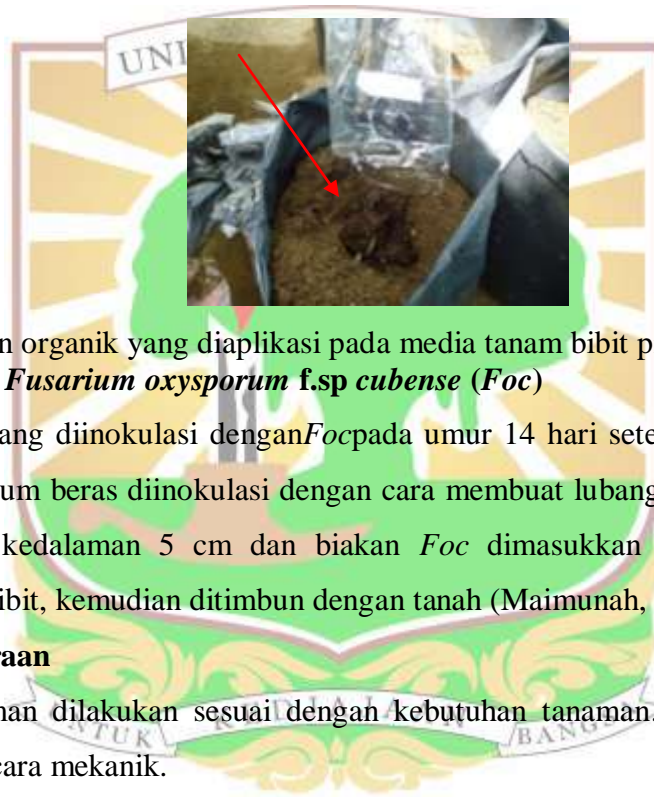
Gambar 3. Biakan *Fusarium oxysporum* f. sp  *cubense* pada beras (14 hsi)

#### 3.4.7 Sterilisasi tanah dan aplikasi berbagai jenis bahan organik yang telah didekomposisi dan tanpa dodekomposisi oleh *Trichoderma viride* serta penanaman bibit pisang

Tanah yang digunakan berasal dari kebun percobaan Fakultas Pertanian. Tanah disterilkan menggunakan uap panas selama satu setengah jam pada suhu  $150^{\circ}\text{C}$ . Setelah dingin dimasukkan ke dalam masing-masing *polybag* sebanyak 5

kg. Bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* diintroduksi sebanyak 25 g / *polybag* dan diinkubasi satu minggu.

Bibit pisang kultivar Ambon Kuning yang digunakan adalah bibit kultur jaringan berasal dari Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika Solok yang sudah diaklimatisasi selama 60 hari. Bibit pisang kemudian di tempatkan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian selama 1 minggu sebelum diberi perlakuan dan bibit ditanam 1 minggu setelah introduksi bahan organik. Introduksi bahan organik dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Bahan organik yang diaplikasi pada media tanam bibit pisang

### **3.4.8 Inokulasi *Fusarium oxysporum f.sp cubense (Foc)***

Bibit pisang diinokulasi dengan *Foc* pada umur 14 hari setelah bibit ditanam. *Foc* dalam medium beras diinokulasi dengan cara membuat lubang disekitar pangkal batang dengan kedalaman 5 cm dan biakan *Foc* dimasukkan ke dalam lubang sebanyak 10 g/bibit, kemudian ditimbun dengan tanah (Maimunah, 1999).

### **3.4.9 Pemeliharaan**

Penyiraman dilakukan sesuai dengan kebutuhan tanaman. Hama dan gulma dikendalikan secara mekanik.

## **3.5 Pengamatan**

### **3.5.1 Perkembangan penyakit layu Fusarium**

#### **3.5.1.1 Masa inkubasi (hari)**

Masa inkubasi diamati setiap hari setelah inokulasi *Foc*. Gejala pertama ditandai dengan menguningnya daun yang dimulai dari bagian pinggir daun. Pengamatan dimulai pada hari ke tiga setelah inokulasi *Foc* sampai tanaman berumur 2 bulan.

### 3.5.1.2 Persentase daun terserang

Persentase daun terserang diamati dengan menghitung jumlah daun bergejala. Pengamatan dimulai 1 hari setelah inokulasi *Foc*. Persentase daun terserang dihitung dengan:

$$Pd = c/d \times 100 \dots\dots\dots (rumus 1)$$

Keterangan :

pd = Persentase daun terserang

c = Jumlah daun bergejala pertanaman

d = Jumlah daun keseluruhan pertanaman

### 3.5.1.3 Intensitas kerusakan bonggol

Kerusakan bonggol diamati saat akhir pengamatan. Penghitungan skala kerusakan bonggol dengan metode yang dikembangkan International Network In Banana and Plantain (INIBAP, 1998). Kerusakan bonggol pada tanaman pisang dan skalanya dapat dilihat pada Tabel 2. Intensitas kerusakan bonggol dihitung menggunakan rumus 2 dan gejala kerusakan bonggol dapat dilihat pada Gambar 5.

$$I = \frac{\sum (n_1 \times v_1)}{Z \times N} \times 100\% \dots\dots\dots (rumus 2)$$

Keterangan :

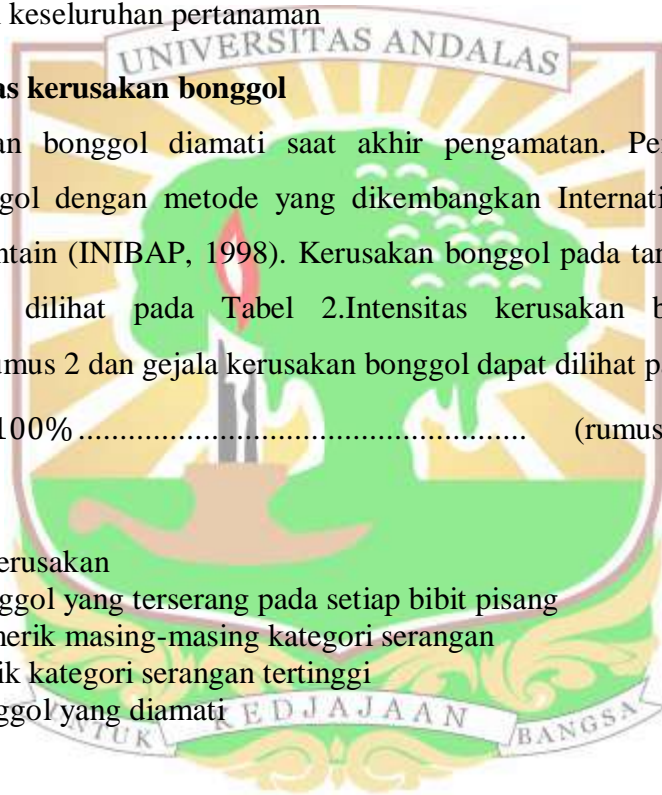
I = Intensitas kerusakan

$n_1$  = Jumlah bonggol yang terserang pada setiap bibit pisang

$v_1$  = Jumlah numerik masing-masing kategori serangan

Z = Nilai numerik kategori serangan tertinggi

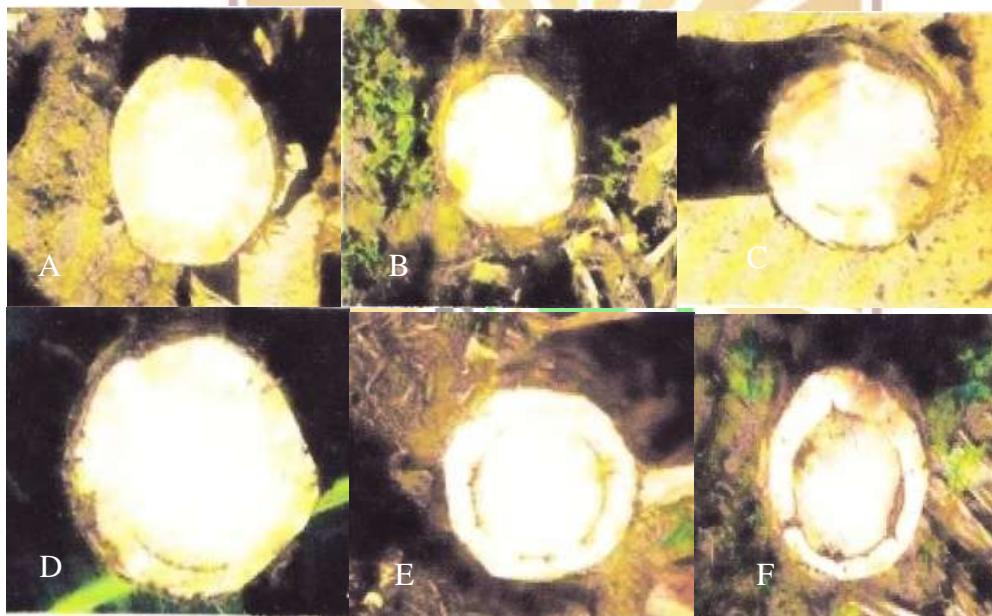
N = Jumlah bonggol yang diamati



Tabel 2. Skala kerusakan bonggol

Gejala	Skala
Tidak ada bintik hitam pada jaringan bonggol	1
Ada beberapa bintik hitam pada jaringan bonggol	2
Ada bintik hitam yang menutupi $\leq 1/3$ dari jaringan bonggol	3
Ada bintik hitam yang menutupi $1/3 - 2/3$ dari jaringan bonggol	4
Ada bintik hitam yang menutupi $> 2/3$ dari jaringan bonggol	5
Terdapat bintik hitam pada seluruh jaringan bonggol	6

Sumber : INIBAP, 1998



Gambar 5. Gejala kerusakan bonggol pada pisang dan skalanya

Keterangan : A = skala 1, B = skala 2, C = skala 3, D = skala 4, E = skala 5, dan F = skala 6 (INIBAP, 1998)

### 3.5.2 Pertumbuhan bibit pisang

#### 3.5.2.1 Tinggi tanaman pisang (cm)

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan sekali seminggu dengan cara mengukur tanaman mulai dari leher akar sampai daun terpanjang. Tinggi tanaman diukur mulai saat tanaman berumur 1 minggu sampai 8 mst.

### 3.5.2.2 Jumlah daun (helai)

Jumlah daun dihitung bersamaan dengan tinggi tanaman.

### 3.5.3 Kerapatan populasi *Trichoderma viride*

#### 3.5.3.1 Kerapatan populasi *Trichoderma viride* pada berbagai jenis bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *Trichoderma viride* (cfu/g tanah)

Kerapatan populasi *T. viride* pada berbagai jenis bahan organik yang di dekomposisi dan tanpa didekomposisi diamati dengan menghitung jumlah propagul *T. viride* menggunakan metode cawan tuang. Pengamatan dilakukan dengan cara mengambil 1 g bahan organik yang telah di dekomposisi dengan *T. viride*, kemudian ditambahkan 10 ml aquades steril dan diencerkan sampai  $10^{-4}$ . 1 ml dari pengenceran  $10^{-4}$  ditambah 9 ml medium McFadden & Sutton's RB-S-F (medium spesifik *Trichoderma* spp.) dan diinkubasi pada suhu ruang, pada hari kedua diamati jumlah propagul *T. viride* yang tumbuh sampai biakan berumur 3 hari. Populasi *T. viride* dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Jumlah populasi } T. \text{ viride / gram tanah} = \frac{a}{b} \times 10 \times p \dots \dots \dots \quad (\text{rumus 3})$$

Keterangan :

a = jumlah jamur yang didapatkan

b = ulangan

p = pengenceran (Lenc, 2006)

#### 3.5.3.2 Kerapatan populasi *Trichoderma viride* pada rizosfir bibit pisang yang diperlakukan dengan berbagai jenis bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *Trichoderma viride* (cfu/g tanah)

Kerapatan populasi *T. viride* pada daerah rizosfir diamati dengan cara menghitung jumlah propagul *T. viride* dengan metode cawan tuang. Pengamatan ini dilakukan dengan cara mengambil tanah rizosfer pertanaman bibit pisang sebanyak 1 g ditambahkan 10 ml aquades steril dan diencerkan sampai  $10^{-4}$ . 1 ml dari pengenceran  $10^{-4}$  ditambah 9 ml medium McFadden & Sutton's RB-S-F (medium spesifik *Trichoderma* spp.) dan diinkubasi pada suhu ruang, pada hari kedua diamati jumlah propagul *T. viride* yang tumbuh. Pengamatan dimulai 14 hari setelah introduksi sampai tanaman berumur 2 bulan dengan interval waktu 14 hari. Populasi *T. viride* dihitung dengan menggunakan (rumus 3).

### 3.5.4 Respon pertahanan tanaman

#### 3.5.4.1 Aktivitas enzim peroksidase (PO)

Sampel yang digunakan adalah daun keduadan akar bibit pisang Ambon Kuning yang berumur dua bulan setelah aklimatisasi dan dua minggu setelah diinokulasi dengan *Foc*. Ekstraksi enzim dilakukan menurut metode (Kanazawa *et al.*, 1981). Sampel daun segar dan akar dari bibit pisang Ambon Kuning di timbang sebanyak 1 gram kemudian dihancurkan dengan mortar dan ditambahkan segera 2,5 ml 0,5 M larutan kalium fosfat pH 7 dan 0,1 g PVP (Polyvinyl pyrrolidone). Campuran tersebut diambil ekstraknya dan disaring dengan dua lapis kain kassa, dan disentrifus dengan kecepatan 15.000 rpm selama 15 menit pada suhu 4°C. Supernatan dipakai untuk pengukuran aktivitas enzim peroksidase. Pengukuran aktivitas enzim peroksidase menggunakan metode Bateman (1967). Ekstrak enzim sebanyak 0,2 ml dimasukkan ke dalam kuvet yang telah berisi 5 ml larutan piragalol kemudian dikocok. dan diatur agar jarum menunjukkan absorbansi yang sama dengan angka nol pada panjang gelombang 420 nm. Kuvet diangkat dan ditambah 0,5 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 1% kemudian dikocok dan diletakkan pada Spektrofotometer. Perubahan absorbansi diamati setiap 5 detik, sampai tidak terjadi perubahan lagi. Aktivitas peroksidase dihitung dengan rumus 4 dan dinyatakan dalam ppm (Yanti, 2011).

$$V = A / (t \times c) \dots\dots\dots \text{(rumus 4)}$$

Keterangan :

V = aktivitas enzim dinyatakan sebagai unit aktivitas enzim gram sampel daun

A = selisih absorbansi sesudah dan sebelum penambahan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

t = waktu yang diperlukan untuk perubahan absorbansi

c = konsentrasi enzim dalam gram berat bahan

### 3.5.5 Analisis unsur hara makro

#### 3.5.5.1 Analisis unsur hara makro pada berbagai jenis bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *Trichoderma viride*

Masing-masing bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* di analisis unsur hara makronya dengan berbagai metode. Analisis kadar C-organik dengan metode pengabuan kering, N-total dengan metode Kjeldahl,

nilai C/N, kadar hara P diukur dengan Spektrofotometer dan K diukur dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

#### 4.1.1 Perkembangan penyakit layu Fusarium

##### 4.1.1.1 Masa inkubasi (hari)

Masa inkubasi *Foc* pada bibit pisang yang diperlakukan dengan berbagai jenis bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* dapat dilihat pada hasil uji lanjut (Tabel 3). Hasil analisis sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 3. Masa inkubasi *Fusarium oxysporum f.sp.cubense* pada bibit pisang dengan perlakuan berbagai jenis bahan organik

Perlakuan	Masa inkubasi (hari)		Efektivitas (%)
Kotoran sapi didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	10,20	a	183,33
Kompos Jerami didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	8,20	ab	127,77
Kompos jerami tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	7,60	b	111,11
Kotoran ayam didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	7,20	b	100,00
Kotoran ayam tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	6,40	b	77,77
Kotoran sapi tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	6,00	bc	66,66
Kontrol (substrat ampas tebu yang diinokulasi <i>T. viride</i> )	3,60	c	-

kk = 17.84

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil berbeda tidak nyata antar perlakuan pada taraf 5% menurut uji Tukey

Semua perlakuan kecuali perlakuan kotoran sapi tanpa didekomposisi oleh *T. viride* dapat memperpanjang masa inkubasi *Foc* (Tabel 3). Masa inkubasi *Foc* yang paling lama yaitu pada bibit pisang yang diberi perlakuan kotoran sapi yang didekomposisi oleh *T. viride* (10,20 hari) dengan efektivitas 183,33% dan perlakuan



ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan kompos jerami yang didekomposisi oleh *T. viride*(8,20 hari) tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Masa inkubasi *Foc* pada bibit pisang yang paling cepat yaitu pada kontrol 3,60 hari dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan kotoran sapi tanpa didekomposisi oleh *T. viride* namun efektivitasnya cukup tinggi (66,6%).

#### 4.1.1.2 Persentase daun terserang

Persentase daun terserang pada bibit pisang yang diperlakukan dengan berbagai jenis bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* dapat dilihat pada hasil uji lanjut (Tabel 4). Hasil analisis sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 4. Persentase daun terserang *Fusarium oxysporum* f.sp.cubense pada bibit pisang yang diperlakukan dengan berbagai jenis bahan organik (2 bulan setelah tanam)

Perlakuan	Persentase daun Terserang (%)	Efektivitas (%)
Kontrol (substrat ampas tebu yang diinokulasi <i>T. viride</i> )	74,53 a	-
Kotoran ayam tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	74,53 a	-
Kotoran ayam didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	69,81 ab	6,33
Kotoran sapi tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	65,75 ab	11,78
Kotoran sapi didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	63,63 ab	14,62
Kompos jerami didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	52,39 bc	29,70
Kompos jerami tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	41,78 c	43,94
kk = 16,86		

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil berbeda tidak nyata antar perlakuan pada taraf 5% menurut uji Tukey

Persentase daun terinfeksi *Foc* terendah terdapat pada perlakuan kompos jerami tanpa didekomposisi oleh *T. viride* yaitu 41,78 % dengan efektivitas 43,94%. Sedangkan persentase daun terserang tertinggi yaitu pada kontrol 74,53% dan menunjukkan hasil berbeda tidak nyata dengan perlakuan lainnya kecuali dengan perlakuan jerami tanpa didekomposisi oleh *T. viride*(Tabel 4).

#### 4.1.1.3 Intensitas kerusakan bonggol

Intensitas kerusakan bonggol pada bibit pisang yang diperlakukan dengan berbagai jenis bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T.*

*viride* dapat dilihat pada hasil uji lanjut (Tabel 5). Hasil analisis sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 5. Intensitas kerusakan bonggol pada bibit pisang dengan perlakuan dengan berbagai jenis bahan organik dan di transformasi ke arcsin (x) (2 bulan setelah tanam)

Perlakuan	Intensitas kerusakan bonggol (%)	Transformasi ke arcsin	Efektivitas (%)
Kotoran ayam tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	90,00	2,357 a	- 42,11
Kotoran sapi tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	83,33	2,277 a	- 31,58
Kompos jerami tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	73,33	2,131 a	- 15,79
Kotoran ayam didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	76,66	2,090 a	- 21,04
Kompos jerami didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	66,66	2,051 a	- 5,258
Kontrol (substrat ampas tebu yang diinokulasi <i>T. viride</i> )	63,33	1,919 a	-
Kotoran sapi didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	36,66	1,355 a	42,11

kk = 25,01

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil berbeda tidak nyata antar perlakuan pada taraf 5% menurut uji Tukey

Aplikasi berbagai jenis bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap kerusakan bonggol bibit pisang (Tabel 5). Kerusakan bonggol terendah terdapat pada perlakuan kotoran sapi yaitu 36,66 % dengan efektivitas 42,11 %. Sedangkan kerusakan bonggol tertinggi terdapat pada perlakuan kotoran ayam tanpa didekomposisi oleh *T. viride* dengan efektivitas -42,11 %.

#### 4.1.2 Pertumbuhan bibit pisang

##### 4.1.2.1 Tinggi bibit pisang

Tinggi bibit pisang pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada hasil uji lanjut (Tabel 6). Hasil analisis sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 6. Tinggi bibit pisang yang diperlakukan dengan berbagai jenis bahan organik (2 bulan setelah tanam)

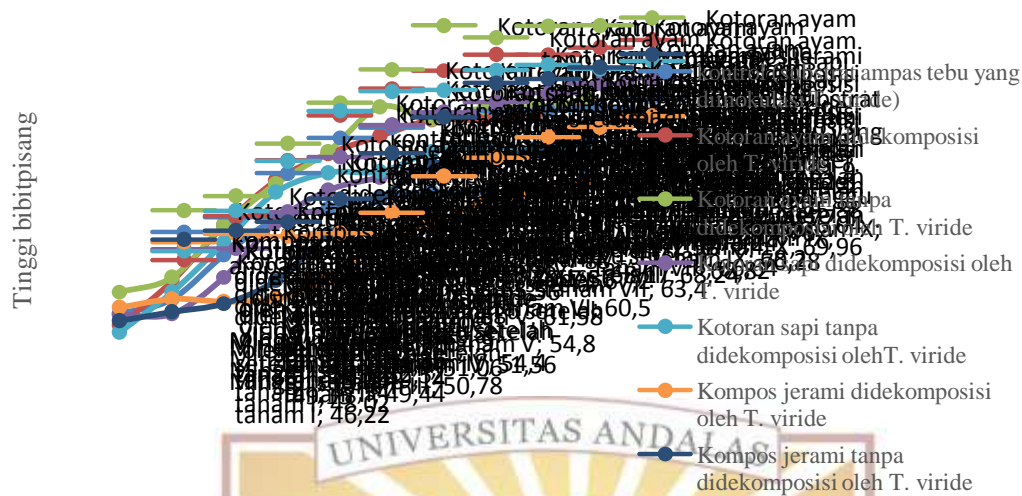
Perlakuan	Tinggi bibit pisang (cm)	Efektivitas (%)
Kotoran ayam tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	82,80 a	17,81
Kotoran ayam didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	80,90 a	15,11
Kompos jerami tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	77,10 ab	9,70
Kotoran sapi tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	76,04 ab	8,19
Kotoran sapi didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	75,88 ab	7,96
Kontrol (substrat ampas tebu yang diinokulasi <i>T. viride</i> )	70,28 b	-
Kompos jerami didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	69,96 b	-0,45

kk = 5,55

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil berbeda tidak nyata antar perlakuan pada taraf 5% menurut uji Tukey

Aplikasi berbagai jenis bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* dapat meningkatkan tinggi bibit pisang (Tabel 6). Masing-masing perlakuan ini berbeda tidak nyata sesamanya tetapi berbeda nyata dengan kontrol. Tinggi bibit tanaman pisang tertinggi terdapat pada kotoran ayam tanpa didekomposisi oleh *T. viride* dan kotoran ayam didekomposisi oleh *T. viride* yaitu 82,80 cm dan 80,90 cm dengan efektivitas masing-masing adalah 17,81% dan 15,11%.

Tinggi bibit pisang setiap minggunya selalu meningkat setelah diaplikasi dengan berbagai jenis bahan organik. Pertumbuhan bibit pisang yang paling tinggi terdapat pada perlakuan kotoran ayam tanpa didekomposisi oleh *T. viride* dan terendah terdapat pada perlakuan kompos jerami didekomposisi oleh *T. viride*. Pertumbuhan bibit tanaman pisang setiap minggunya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Tinggi bibit pisang yang diaplikasi dengan berbagai jenis bahan organik  
**4.1.2.2 Jumlah daun bibit pisang**

Jumlah daun bibit pisang dengan perlakuan dengan berbagai jenis bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* dapat dilihat pada hasil uji lanjut (Tabel 7). Hasil analisis sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 7. Jumlah daun bibit pisang yang diperlakukan dengan berbagai jenis bahan organik (2 bulan setelah tanam)

Perlakuan	Jumlah daun (helai)	Efektivitas (%)
Kotoran sapi didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	11,20 a	1,81
Kontrol (substrat ampas tebu yang diinokulasi <i>T. viride</i> )	11,00 a	-
Kompos jerami tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	11,00 a	-
Kotoran ayam didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	10,80 a	-1,81
Kotoran sapi tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	10,80 a	-1,81
Kompos jerami didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	10,80 a	-1,81
Kotoran ayam tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	10,00 a	-9,09

kk = 6.82

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil berbeda tidak nyata antar perlakuan pada taraf 5% menurut uji Tukey

Aplikasi berbagai jenis bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun bibit pisang (Tabel 7).

#### 4.1.3 Kerapatan populasi *Trichoderma viride*

#### 4.1.3.1 Kerapatan populasi *Trichoderma viride* pada berbagai jenis bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *Trichoderma viride* (cfu/g tanah)

Kerapatan populasi *T. viride* pada berbagai jenis bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* dapat dilihat pada hasil uji lanjut (Tabel 8). Hasil analisis sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 8. Kerapatan populasi *Trichoderma viride* pada berbagai jenis bahan organik (2 minggu setelah didekomposisi)

Perlakuan	Populasi <i>T. viride</i> (cfu/g bahan)		Efektivitas (%)
Kontrol (substrat ampas tebu yang diinokulasi <i>T. viride</i> )	311 x 10 <sup>4</sup>	a	-
Kotoran sapi didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	212 x 10 <sup>4</sup>	b	-31,83
Kotoran sapi tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	37,2 x 10 <sup>4</sup>	c	-88,03
Kompos jerami didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	19,6 x 10 <sup>4</sup>	cd	-93,69
Kompos jerami tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	12,0 x 10 <sup>4</sup>	cd	-96,14
Kotoran ayam tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	8,80 x 10 <sup>4</sup>	cd	-97,17
Kotoran ayam didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	7,20 x 10 <sup>4</sup>	d	-97,36

kk = 16,55

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil berbeda tidak nyata antar perlakuan pada taraf 5% menurut uji Tukey

Kerapatan populasi *T. viride* tertinggi terdapat pada kontrol (311 x 10<sup>4</sup> cfu/ g bahan) yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya dan diikuti oleh perlakuan kotoran sapi didekomposisi oleh *T. viride* (212 x 10<sup>4</sup> cfu/g bahan) yang juga berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Tabel 8). Sedangkan kerapatan populasi *T. viride* terendah terdapat pada perlakuan kotoran ayam didekomposisi oleh *T. viride* (7,20 x 10<sup>4</sup> cfu/g bahan).

#### 4.1.3.2 Kerapatan populasi *Trichoderma viride* pada rizosfir bibit pisang yang diaplikasi dengan berbagai jenis bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *Trichoderma viride* (cfu/ g tanah)

Kerapatan populasi *T. viride* pada rizosfir bibit pisang yang diaplikasi dengan berbagai jenis bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* dapat dilihat pada dan hasil uji lanjut (Tabel 9). Hasil analisis sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 9. Kerapatan populasi *Trichoderma viride* pada rizosfir bibit pisang yang diaplikasi dengan berbagai jenis bahan organik (2 bulan setelah aplikasi)

Perlakuan	Populasi <i>T.</i>	Efektivitas
-----------	--------------------	-------------

	<i>viride</i> (cfu/g tanah)		(%)
Kotoran sapi didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	20,0 x 10 <sup>4</sup>	a	47,05
Kompos jerami didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	14,0 x 10 <sup>4</sup>	b	2,94
Kontrol (substrat ampas tebu yang diinokulasi <i>T. viride</i> )	13,6 x 10 <sup>4</sup>	b	-
Kotoran ayam didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	12,8 x 10 <sup>4</sup>	b	-5,88
Kotoran ayam tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	12,4 x 10 <sup>4</sup>	b	-8,82
Kotoran sapi tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	12,0 x 10 <sup>4</sup>	b	-11,7
Kompos jerami tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	12,0 x 10 <sup>4</sup>	b	-11,7

kk = 17.03

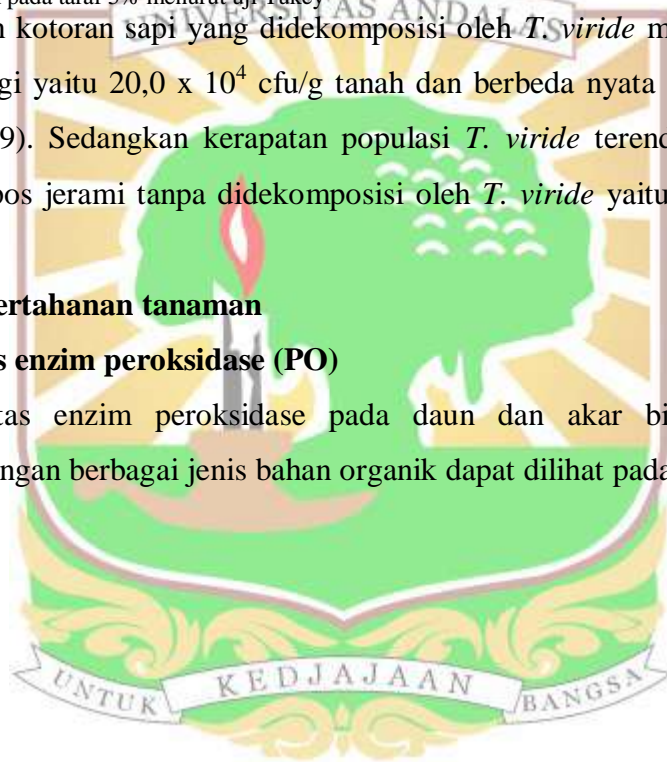
Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil berbeda tidak nyata antar perlakuan pada taraf 5% menurut uji Tukey

Perlakuan kotoran sapi yang didekomposisi oleh *T. viride* memiliki kerapatan populasi tertinggi yaitu 20,0 x 10<sup>4</sup> cfu/g tanah dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Tabel 9). Sedangkan kerapatan populasi *T. viride* terendah terdapat pada perlakuan kompos jerami tanpa didekomposisi oleh *T. viride* yaitu 12,0 x 10<sup>4</sup> cfu/g tanah.

#### 4.1.4 Respon pertahanan tanaman

##### 4.1.4.1 Aktivitas enzim peroksidase (PO)

Aktivitas enzim peroksidase pada daun dan akar bibit pisang yang diperlakukan dengan berbagai jenis bahan organik dapat dilihat pada Gambar 7.







Gambar 8. Analisis enzim peroksidase pada akar bibit pisang yang diperlakukan dengan berbagai jenis bahan organik

**4.1.5 Analisis unsur hara makro**

**4.1.5.1 Analisis kandungan unsur hara makro pH, dan kadar air pada berbagai jenis bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *Trichoderma viride***

Unsur hara makro dan mikro pada berbagai jenis bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* dianalisis unsur haranya menggunakan metode yang telah ditetapkan. Analisis kandungan unsur hara makro, pH, dan kadar air dapat dilihat pada Lampiran 8. Hasil analisis kandungan unsur hara dapat dilihat pada (Tabel 10, 11, 12 dan 13).

Tabel 10. Analisis unsur hara makro, pH, dan kadar air pada berbagai jenis bahan organik yang digunakan

Jenis bahan organik	unsur hara makro						
	N (%)	P (%)	K (%)	C organik	C/N	pH	kadar air
Ayam	2,58	3,36	0,87	36,5	14,3	7,6	1,16
Sapi	1,87	1,91	0,65	39,9	21,3	7,7	1,09
Jerami	0,98	0,67	0,80	37,2	37,6	7,6	1,08



Kandungan unsur hara pada berbagai jenis bahan organik yang digunakan memperlihatkan kotoran ayam mempunyai nilai N, P, K, dan kadar air tertinggi dibanding kotoran sapi dan kompos jerami (Tabel 10). Untuk nilai C organik tertinggi terdapat pada kotoran sapi. Kotoran ayam dan jerami memiliki nilai pH yang sama.

Tabel 11. Analisis unsur N, P, dan K pada berbagai jenis bahan organik sebelum dan setelah didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *Trichoderma viride*

Perlakuan	Unsur hara makro					
	N (%)		P (%)		K (%)	
	sebelum	setelah	sebelum	setelah	sebelum	setelah
Kotoran sapi didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	0,84	1,97	0,95	2,29	0,86	0,61
Kotoran sapi tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	0,87	2,19	0,93	2,13	0,91	0,85
Kotoran ayam didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	1,83	2,84	1,74	3,62	0,65	0,82
Kotoran ayam tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	2,12	2,88	1,77	3,61	0,77	0,73
Kompos jerami didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	0,38	0,65	0,12	0,26	0,79	0,73
Kompos jerami tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	0,61	0,65	0,29	0,37	0,60	0,72

Hasil analisis kandungan N, P, dan K pada berbagai jenis bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* menunjukkan hasil yang berbeda antar bahan organik. Nilai N, P, dan K yang dianalisis telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh SNI pada tahun 2004 (Tabel 1). Nilai N, P, dan K tertinggi terdapat pada perlakuan kotoran ayam tanpa didekomposisi oleh *T. viride* dan kotoran ayam didekomposisi oleh *T. viride*. Nilai N, P, dan K terendah terdapat pada perlakuan jerami.

Tabel 12. Analisis unsur C organik dan C/N pada berbagai jenis bahan organik sebelum dan setelah didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *Trichoderma viride*

Perlakuan	Unsur hara makro			
	C organik (%)		C/N	
	sebelum	setelah	sebelum	setelah
Kotoran sapi didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	8,80	34,6	10,5	17,5
Kotoran sapi tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	8,90	33,5	10,1	15,2
Kotoran ayam didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	15,3	33,4	8,35	11,7
Kotoran ayam tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	16,5	33,8	7,81	11,7
Kompos jerami didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	8,90	8,60	23,6	13,2
Kompos jerami tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	9,50	7,90	15,5	19,9

Kandungan C organik pada berbagai jenis bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* mengalami peningkatan setelah didekomposisi selama 2 minggu (Tabel 12). Kandungan C organik yang didapat dalam bahan organik hanya sedikit yang memenuhi persyaratan SNI, yaitu pada perlakuan kotoran ayam didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* sebelum didekomposisi selama 2 minggu, setelah dilakukan dekomposisi C organiknya semakin tinggi. Pada perlakuan kotoran sapi jerami baik yang didekomposisi maupun tanpa didekomposisi oleh *T. viride* belum memenuhi persyaratan SNI, karena terjadi peningkatan C organik yang sangat signifikan.

Tabel 13. Analisis pH dan kadar air pada berbagai jenis bahan organik sebelum dan setelah didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *Trichoderma viride*

Perlakuan	pH		kadar air (%)	
	sebelum	setelah	sebelum	setelah
Kotoran sapi didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	6,27	7,86	1,78	1,14
Kotoran sapi tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	6,25	8,05	1,79	1,13
Kotoran ayam tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	7,32	7,98	1,57	1,16
Kotoran ayam didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	6,98	7,93	1,52	1,13
Kompos jerami didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	7,24	7,73	1,79	1,76
Kompos jerami tanpa didekomposisi oleh <i>T. viride</i>	7,46	7,65	1,78	1,77

Kotoran ayam dan kompos jerami baik didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* sebelum didekomposisi 2 minggu telah memenuhi persyaratan SNI (Tabel 13), tetapi setelah dilakukan dekomposisi semua bahan organik yang didekomposisi maupun tanpa didekomposisi oleh *T. viride* nilai pH sangat tinggi dan tidak memenuhi standar SNI.

Dari hasil analisis kandungan kadar air pada berbagai jenis bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* sudah memenuhi persyaratan SNI.

#### 4.2 Pembahasan

Aplikasi bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* pada bibit pisang dapat memperlambat masa inkubasi *Foc*, dan aplikasi bahan organik yang didekomposisi oleh *T. viride* memperlihatkan kemampuan yang lebih

tinggi dalam memperlambat masa inkubasi *Foc* dibandingkan dengan tanpa didekomposisi oleh *T. viride*. Masa inkubasi *Foc* paling lama terdapat pada perlakuan kotoran sapi dan kompos jerami yang didekomposisi oleh *T. viride* yaitu 10,20 dan 8,20 hari seperti terlihat pada (Tabel 3). Kemampuan bahan organik untuk memperlambat masa inkubasi *Foc* karena pemberian bahan organik dapat meningkatkan aktivitas mikroba tanah dan juga meningkatkan kesehatan akar tanaman sehingga menjadikan tanaman lebih tahan terhadap penyakit (Manici *et al.*, 2005). Penambahan bahan organik dengan kadar N yang tinggi berpotensi untuk menekan serangan patogen tular tanah dengan cara melepaskan hasil dekomposisi (*allelochemical*) (Bailey dan Lazarovits, 2003).

Kemampuan bahan organik yang didekomposisi oleh *T. viride* dalam memperlambat masa inkubasi *Foc* pada bibit pisang diduga karena *T. viride* selain dapat mempercepat proses dekomposisi juga menghasilkan enzim selulase yang dapat menguraikan senyawa selulosa dan juga bersifat sebagai antagonis terhadap *Foc*. *Trichoderma* sebagai agens antagonis memiliki mekanisme antagonisme yakni mikoparasit (Lopez-Mondejar *et al.*, 2011), kompetisi ruang dan nutrisi, antibiosis, metabolit sekunder (Verma *et al.*, 2007) dan menghasilkan enzim selulase (pendegradasi selulosa) (Wen *et al.*, 2005). Soesanto *et al.*, (2008) juga melaporkan bahwa masa inkubasi jamur patogen *F. oxysporum* f.sp *gladioli* yang diperlakukan dengan *T. harzianum* dan *Gliocladium*sp. lebih lama bila dibandingkan dengan kontrol. Firdaus (2005) melaporkan bahwa di daerah rizosfer tanaman pisang mekanisme pengendalian patogen oleh *Trichodermaspp.* yang memperlambat penetrasi patogen ke dalam inang dan pada akhirnya dapat menekan serangan penyakit. Tingginya kemampuan kotoran sapi dan kompos jerami yang didekomposisi oleh *T. viride* dalam memperpanjang masa inkubasi *Foc* pada bibit pisang karena kotoran sapi dan jerami merupakan substrat yang cocok untuk pertumbuhan *T. viride*, hal ini dapat dilihat dengan tingginya jumlah populasi *T. viride* pada kotoran sapi dan jerami yang masing-masingnya  $20,0 \times 10^4$  dan  $14,0 \times 10^4$  cfu/g tanah (Tabel 9).

Lama masa inkubasi *Foc* pada bibit pisang juga ditunjukkan oleh tingginya aktivitas enzim peroksidase pada kotoran sapi dan kompos jerami yang didekomposisi oleh *T. viride* (Gambar 7 dan 8). Salah satu indikator terinduksinya suatu tanaman dilihat dari aktivitas fisiologisnya, yaitu enzim peroksidase. Enzim peroksidase merupakan salah satu *PR-protein* yang berperan dalam ketahanan tanaman terhadap penyakit. Murphy *et al.*, (2001) melaporkan bahwa enzim peroksidase merupakan sinyal transduksi yang salah satu cabangnya mengaktifkan *PR-protein*. Peningkatan enzim peroksidase pada bibit pisang setelah 14 hari aplikasi bahan organik yang diperlakukan dengan *T. viride* merupakan salah satu terinduksinya tanaman pisang terhadap *Foc*. Perlakuan kompos jerami dan kotoran sapi yang didekomposisi oleh *T. viride* memiliki aktivitas enzim peroksidase tertinggi yaitu 0,069 dan 0,054 ppm pada daun dan 0,065 dan 0,059 ppm pada akar bibit pisang. Aktivitas peroksidase erat kaitannya dengan mekanisme lignifikasi pada dinding sel tanaman dan produksi senyawa fenolik dan dinding sel yang kuat akan menghalangi masuknya patogen selama infeksi. Menurut Silva *et al.*, (2004) aktivitas peroksidase bisa menghambat infeksi patogen karena lignifikasi sehingga menghambat patogen masuk. Yanti (2015) juga melaporkan bahwa perlakuan rhizobakteri dapat meningkatkan aktivitas enzim peroksidase, isolat PK2Rp3 (*Serratia marcescens* strain N2.4 ) merupakan isolat yang memiliki aktivitas tertinggi pada akar dan daun bawang merah terhadap penyakit hawar daun bakteri yaitu 0,058 ppm dan 0,053 ppm.

Kompos jerami yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* juga mampu menurunkan persentase daun terserang pada bibit pisang (Tabel 4), tetapi belum mampu menekan kerusakan bonggol (Tabel 5). Kurangnya kemampuan *T. viride* dalam menurunkan persentase daun terserang dan kerusakan bonggol pada bibit pisang disebabkan karena rendahnya populasi *T. viride* setelah diaplikasi pada rizosfer bibit pisang (Tabel 9). Nutrisi dan pH bahan organik sangat berpengaruh terhadap perkembangan *T. viride* di dalam bahan organik dan tanah. Syatrawati (2008) melaporkan bahwa nutrisi yang terkandung dalam bahan organik, keadaan lingkungan dan adanya persaingan antar mikroorganisme dalam tanah berpengaruh

terhadap pertumbuhan mikroorganisme untuk mendapatkan nutrisi dan energi. Domsch *et al.*, (1998) juga melaporkan bahwa masing-masing mikroba memiliki kemampuan berbeda dalam mendapatkan nutrisi. Inglis *et al.*, (2001) melaporkan bahwa berbagai macam faktor tanah seperti tipe tanah (tekstur tanah, kapasitas tukar kation, kandungan bahan organik, pH), kadar air tanah dan adanya mikroflora tanah mempengaruhi persistensi jamur dalam tanah.

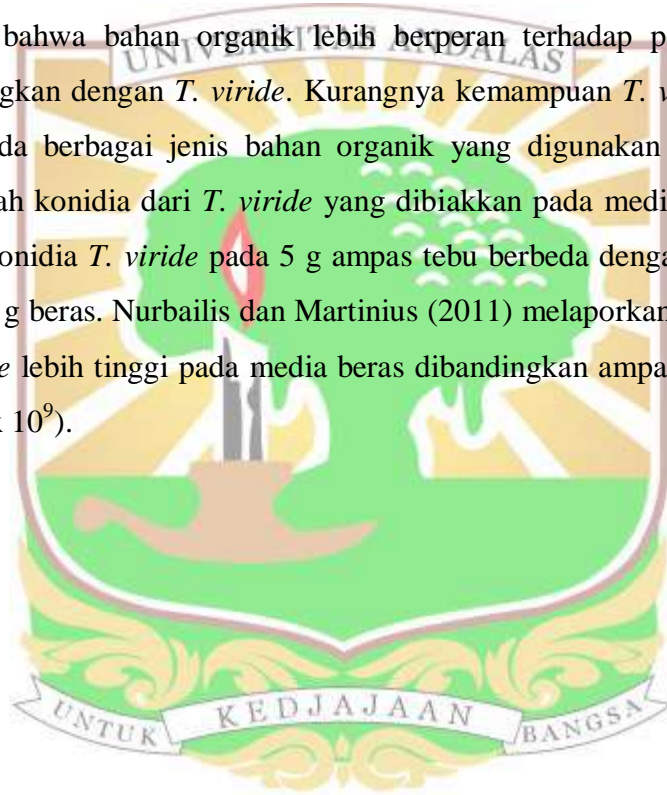
Pertumbuhan *T. viride* dalam bahan organik juga dipengaruhi oleh pH bahan organik yang digunakan. Dari hasil analisis pH bahan organik yang digunakan berkisar antara 7,6–7,7 (Tabel 10 dan 13). pH dalam bahan organik yang digunakan tidak sesuai untuk pertumbuhan *T. viride*, sehingga *T. viride* kurang bagus dalam mendekomposisi bahan organik tersebut. Soesanto (2008) melaporkan bahwa *Trichodermaspp.* mampu tumbuh pada kisaran suhu 15–30 °C dengan rata-rata suhu terbaik pada suhu 30–36 °C, serta pH optimum pertumbuhan *Trichodermaspp.* adalah 3,7–4,7. Penurunan persentase daun terserang oleh kompos jerami yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* juga diduga dipengaruhi oleh tingginya kandungan unsur hara makro pada kompos jerami (Tabel 10). Jerami padi juga dapat digunakan sebagai sumber hara K, karena sekitar 80% K yang diserap tanaman berada dalam jerami. Kalium merupakan sumber kekuatan bagi tanaman dalam menghadapi kekeringan dan penyakit (Marsono, 2007). *T. viride* juga merupakan salah satu jenis jamur perombak selulosa. Selulosa dimanfaatkan oleh *T. viride* untuk mendekomposisi bahan organik tersebut. Dewi (2002) melaporkan bahwa kompos jerami mengandung selulosa sebanyak 37,71%. Schmidt (2006) melaporkan bahwa *Trichoderma* merupakan jamur selulolitik yang memiliki potensi yang baik mendekomposisi selulosa dan hemiselulosa dibandingkan lignin. Samingan (2009) juga melaporkan bahwa *Trichoderma harzianum* mampu mendekomposisi selulosa lebih tinggi dibandingkan lignin. Kompos jerami yang ditanamkan ke dalam tanah memiliki kandungan unsur hara yang baik bagi tanah dan juga tanaman yaitu kandungan C-organik sebesar 40–43%, N 0,5 – 0,8%, P 0,07 – 0,12%, K 1,2 – 7%, Ca 0,6%, Mg 0,2%, Si 4 – 7% ,dan S 0,10% (Simarmata dan Joy, 2010).

Aplikasi bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* berpengaruh terhadap peningkatan tinggi bibit pisang (Tabel 6), tetapi tidak terlalu berpengaruh terhadap jumlah daun bibit pisang (Tabel 7). Hal tersebut juga dapat diketahui dari peningkatan unsur hara pada berbagai jenis bahan organik setelah didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* (Tabel 11, 12 dan 13). Brady dan Well (2002) melaporkan bahwa bahan organik berperan penting dalam memperbaiki kesuburan tanah. Peranan bahan organik bagi tanah berkaitan dengan perubahan sifat-sifat tanah, yaitu sifat fisik, biologi dan sifat kimia tanah. Haris (2000) juga melaporkan bahwa pupuk organik diketahui memiliki kelebihan yang dapat memperbaiki struktur tanah, menambah kandungan humus, memperbaiki kehidupan mikroorganisme dalam tanah, dan memperbaiki kualitas hasil pertanian. Bahan organik berupa serasah tanaman, kompos dan pupuk kandang sangat penting untuk kehidupan mikroba (Moraj *et al.*, 2009). Menurut Suridikarta *et al.*, (2006) bahwa pupuk kandang berperan dalam kesuburan tanah dengan menyediakan zat dan nutrien, seperti nitrogen yang dibutuhkan mikroba dalam tanah. Riley *et al.*, (2008) dan Dinesh *et al.*, (2010) juga melaporkan bahwa aplikasi bahan organik dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas menahan air, dan meningkatkan kehidupan biologi tanah.

Bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* mampu memperpanjang masa inkubasi *Foc*, tetapi belum terlihat kemampuan *T. viride* dalam menurunkan persentase daun terserang dan intensitas kerusakan bonggol. Hal ini diduga bahwa *T. viride* belum berkembang baik pada bahan organik tersebut, dikarenakan bahan organik yang digunakan tidak disterilisasi dan diduga bahan organik tersebut sudah dikolonisasi terlebih dahulu oleh mikroorganisme yang ada pada bahan organik tersebut sehingga *T. viride* kurang mampu tumbuh dan berkembang pada bahan organik yang digunakan. Hal ini jelas terlihat pada (Tabel 8) bahwa jumlah populasi *T. viride* pada kontrol (tanpa bahan organik) pada umur 2 minggu setelah dekomposisi jauh lebih tinggi dari jumlah populasi *T. viride* pada bahan organik yaitu  $311 \times 10^4$  cfu/ g bahan, dan juga dapat dilihat pada (Tabel 9) yang menunjukkan bahwa jumlah populasi *T. viride* pada kontrol tidak berbeda nyata

dengan jumlah populasi pada bahan organik yang didekomposisi atau tanpa didekomposisi oleh *T. viride* kecuali dengan perlakuan kotoran sapi yang didekomposisi oleh *T. viride*.

Persaingan *T. viride* dengan mikroba lain yang diduga kebutuhan nutrisi menyebabkan *T. viride* kurang mampu dalam menghambat perkembangan *Foc. Lindedam et al.*,(2009) melaporkan bahwa adanya hubungan positif antara keanekaragaman mikroba dan stres yang mengakibatkan keragaman yang lebih tinggi pada akar dan tanah subur. Ketiga jenis bahan organik yang diaplikasikan pada bibit pisang terlihat bahwa bahan organik lebih berperan terhadap pertumbuhan bibit pisang dibandingkan dengan *T. viride*. Kurangnya kemampuan *T. viride* tumbuh dan berkembang pada berbagai jenis bahan organik yang digunakan dan juga diduga perbedaan jumlah konidia dari *T. viride* yang dibiakkan pada media ampas tebu dan beras. Jumlah konidia *T. viride* pada 5 g ampas tebu berbeda dengan jumlah konidia *T. viride* pada 5 g beras. Nurbailis dan Martinius (2011) melaporkan bahwa kerapatan konidia *T. viride* lebih tinggi pada media beras dibandingkan ampas tebu yaitu ( $2,00 \times 10^9$  dan  $1,85 \times 10^9$ ).





## KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Semua bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* dapat meningkatkan pertumbuhan bibit pisang dengan efektivitas 10 – 17 %.
2. Aplikasi kompos jerami yang didekomposisi oleh *T. viride* merupakan bahan organik yang dapat menekan pertumbuhan *Foc*.
3. Aplikasi bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. viride* mampu meningkatkan aktivitas enzim peroksidase pada bibit pisang.

### 5.2 Saran

Disarankan untuk penelitian berikutnya untuk mencari dosis *T. viride* yang sesuai untuk mendekomposisi berbagai jenis bahan organik.



Acquaah, G. 2005. *Principles of crop production*. Theory, Technique, and Technology. Pearson, Prentice Hall, New Jersey.

Agrios, G. N. 2005. *Plant Pathology*. 5<sup>th</sup> ed. New York : Academic Press.

Anom, E. 2008. *Efek Residu pemberian Tricho-kompos jerami padi terhadap pertumbuhan dan produksi sawi hijau (Brassica juncea. L)*. Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UNRI. Vol. 7 No 2-12.

Ahmed, S. A., Sanchez, C. P., Candela, M. E. 2000. *Evaluation of induction of systemic resistance in pepper plants (Capsicum annum) to Phytophthora capsici using Trichoderma harzianum and its relation with capsidiol accumulation*. Abstract Eur. J. of Plant Pathol. 106 (9) : 817–824.

- Arwiyanto, T. 2003. *Pengendalian hayati penyakit layu bakteri tembakau*. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia 3(1): 54-60.
- Bailey, K.L dan Lazarovits,G. 2003. *Suppressing soil-borne diseases with residue management and organic amendments*. Soil and Tillage Research. 72: 169-180.
- Bailey, D. J., Kleczkowski, A., Gilligan, C. A. 2004. *Epidemiological dynamics and the efficiency of biological control of soil-borne disease during consecutive epidemics in a controlled environment*. New Phytologist 161 (2) : 569-576.
- Bateman, D.F. 1967. *Increase in peroxidase desarsed plant tissue*. In Source Book of Laboratory Exercises In Plant Pathology. W. H. Freeman and Co. San Fransisco.
- Berova, M. 2009. *Effect of organic fertilization on growth and yield of pepper plants (Capsicum annum L.)*. J. Folia Horticulturae. Bulgaria 22 (1) : 3-7.
- Brady, N. C dan Well, R. R.. 2002. *The nature and properties of soils*, 13<sup>th</sup> ed. Prentice- Hall. Upper Saddle Rivers.
- Carvajal, L., Orduz, H. S.,Bissett, J. 2009. *Growth simulation in beans (Phaseolus vulgaris L.) by Trichoderma*. www. Sciencedirect.com.
- Castle, Alan., Speranzini, Donna., Rghei, Nezar., Glen A. L. M.,Rinker, Dan., Bissett, John. 1998.*Morphological and molecular identification of Trichoderma isolates on North American mushroom farms*. Appl.and Environ. Microbiol. 64(1): 133-137.
- Chairul.2003. *Identifikasi secara cepat bahan bioaktif pada tumbuhan di lapangan*. Berita Biologi. 6 (4) : 621-628.
- Djajakirana, G. 2008. *Proses Pembuatan, pemanfaatan dan pemasaran vermikompos untuk pertanian di Indonesia*. Makalah disampaikan pada Seminar "Pemanfaatan Teknologi Aplikatif Pertanian dalam Mencapai Suatu Pertanian Berkelanjutan"- 'Planologi- A Plus 2008'.
- Djuarnani, N., Kristian, B. Setiawan, S. 2005. *Cara cepat membuat kompos*. Agromedia Pustaka.
- Dewi, K. H. 2002. *Hidrolisis limbah hasil pertanian secara enzimatik*. Akta Agrosia, Vol 5.

- Dinesh, R., Srinivasan, V., Hamza, S., Manjusha, A. 2010. *Short-term incorporation of organik manures and biofertilizers influences biochemical and microbial characteristics of soils under an annual crop turmeric (Curcuma longa L.)*. Bioresource Technol. 101:4697-4702.
- Domsch, K. H., Gams., Anderson, T. H. 1998. *Campendium of soil fungi*. Academic press. London.
- Duong, L.M., Jeewon, R., Lumyong, S., Hide, K.D. 2006. *DGGE coupled with ribosomal DNA gene phylogenies reveal uncharacterized fungal phylotypes*. Fungal diversity 23: 121-138.
- EPA. 2000. *Trichoderma hazianum Rivai Strain T-39 (119200) Technical Dokument* <http://www.epa.gov/pesticides/search.htm>.
- Fardiaz, S. 1989. *Fisiologi fermentasi*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Firmansyah. 2010. *Teknik pembuatan kompos*, Disampaikan pada pelatihan pembuatan Bokashi di Kabupaten Sukamara.
- Hammerschmidt, R dan Dann E. K. 2000. *Induced resistance to disease. Environmentally safe Approach to Crop Disease Control. Chapter 8*. Lewish Publisher, Boca raton.
- Handayani, F., Mastur., Nurbani. 2011. *Respon dua varietas kedelai terhadap penambahan beberapa jenis bahan organik*. Prosiding Semiloka Nasional “ Dukungan Agro-Inovasi untuk Pemberdayaan Petani ”. Kerjasama UNDIP, BPTP Jateng, Pemprov Jateng.
- Hanafiah, K. A. 2004. *Dasar-dasar ilmu tanah*. Jakarta: Raja Grafindo.
- Haris, A dan Adnan, A. M. 2000. *Mikoriza dan manfaatnya*. Balai Penelitian Tanaman Serelia. Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XVI Komda Sul-Sel.
- Harman, G. E. 2000. *Myths and dogmas of biocontrol*. Changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. *Plant Dis.* 84:377-393.
- Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet I., Lorito, M. 2004. *Trichoderma species- opportunistic, avirulent plant symbionts*. *Nat.Rev.* 2: 43-56.
- Harman, G. E, Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I., Lorito, M. 2004a. *Trichoderma species – opportunistic, avirulent plant symbionts*. *Nature Reviews, Microbiol.* 2 : 43-56.

- Harman, G. E., Petzoldt, R., Comis, A., Chen, J. 2004b. *Interaction between Trichoderma harzianum T22 and maize inbred line Mo17 and effects of these interactions on diseases caused by Pythium ultimum and Colletotrichum graminicola*. *Phytopathol.* 94:147-153.
- Hartatik, W dan A. Rachman. 2009. *Peningkatan kesuburan tanah dan pemupukan berimbang*. Balai Penelitian Tanah Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Hartatik, W. 2010. *Jerami dapat mensubstitusi pupuk KCl*. *Warta penelitian dan pengembangan pertanian*. Badan penelitian dan pengembangan pertanian. Jakarta. p. 1-3
- Heil, M dan Bostock, R.M.. 2002. *Induced systemic resistance (ISR) against pathogens in the context of induced plant defences*. *Annals of Botany* 89: 503-512. (on-line) [http// www.aob.oupjournals.org](http://www.aob.oupjournals.org).
- Hersanti. 2002. *Pengujian potensi ekstrak 37 Species tumbuhan sebagai agen penginduksi ketahanan sistemik tanaman cabai merah terhadap Cucurbit Mosaic Virus*. *J. Fitopat. Ind.* 7(2) : 54-58.
- Hermanto, C dan Setyawati, T. 2002. *Pola sebaran dan perkembangan penyakit layu Fusarium pada pisang tanduk, rajasere, kepok, dan barangan*. *J. Hort.* 12(1):64-70.
- Hermanto, C., Sutanto, S., Jumjunidang., Edison, H. S., Danniels, J. W., O'Neil, W, Sinohin, V. G., Molina, A. B., Taylor, P. 2009. *Incidence and distribution of Fusarium wilt disease in Indonesia*. 'global perspective on Asian Challenges International ISH'. *Promusa symposium*, Guangzhou. China.
- Horst, L. E, Locke, J, Krause, C. R, McMahan, R. W, Madden, L. V., Hoitink H. A. J. 2005. *Suppression of Botrytis blight of begonia by Trichoderma hamatum 382 in peat and compost-amended potting mixes*. *Plant Dis.* 89:1195-1200.
- Hyakumachi, M dan Kubota, M. 2003. *Fungi as plant growth promoter and disease suppressor*. In: *Fungal Biotechnology in Agricultural, Food and Environmental Application*. Arora D. K. (ed) Marcel Dekker.
- Indriyani, Y. H. 2000. *Membuat kompos secara singkat*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Indriyati, L. T. 2006. *Transformasi nitrogen dalam tanah tergenang : Aplikasi jerami padi dan urea serta hubungannya dengan serapan nitrogen dan pertumbuhan tanaman padi*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

- INIBAP. 1988. *Evaluation of musa germplasm for resistance to sigatoka diseases and Fusarium wilt*. Prances. International Plant Genetic Resources Institute.
- Inglis, G. D., Goettel, M. S., Butt, T. M., Strasser, H. 2001. *Use of hyphomycetous fungi for managing insect pests*. Di dalam : Butt TM, Jackson CW dan Magan N. Editor. *Fungi as Biocontrol Agents, Progress, Problems and Potential*. London : CABI Publishing.
- Isroi dan Widiastuti, H. 2005. *Kompos limbah padat organik*. Dinas KLHKab. Pemalang. Pemalang, Jawa Tengah.
- Kanazawa, K., Eguchi, N., Iwara, S., Oetomo. 1981. *Electrophoretic study on esterase dan peroxidase in strain blackcrossed with pollen of chinese cabagge with reference to nucleus substitution*. Di dalam : Takekar, N. and Griggs, T.D. (Eds). *Chinese Cabagge. Proceedings of The First International Cabagge Symposium*. Avrds. Taiwan 377-383.
- Koike, N., Hyakumachi, M., Kageyama, K., Tsuyumu, S., Doke, N. 2001. *Induction of systemic resistance in cucumber against several diseases by plant growth-promoting fungi: lignification and superoxide generation*. European Journal of Plant Pathology 107: 523-533.
- Kuntyastuti, H dan Sunaryo, L. 2000. *Efisiensi pemupukan dan pengairan pada kedelai di tanah vertisol kahat K*. Prosiding seminar pengelolaan sumber daya lahan dan hayati pada tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian. PPTP. Malang.
- Lenc, L. 2006. *Rhizoctonia solani and streptomyces scabies on sprouts and tubers of potato grown in organic and integrated systems, and fungal communities in the soil habitat*. University of Technology and Life Sciences, Bydgoszcz, Poland.
- Li, C.Y., Yi, G.J., Chen, S., Sun, Q.M., Zuo, C.W., Huang, B.Z., Wei, Y.R., Huang, Y.H., Wu, Y.L., Xu, L.B., Hu, C.H. 2011. *Studies on some of the early events in the Fusarium oxysporum-Musa interaction*. Acta Horticulture 897: 305-312.
- Lindedam, J., Magid, J., Poulsen, P., Luxhoi, J. 2009. *Tissue architecture and soil fertility controls on decomposer communities and decomposition of roots*. Soil Biology and Biochemistry.
- Lopez-Mondejar, R., Ros M., Pascual, J. A. *Mycoparasitism-related genes expression of Trichoderma harzianum isolates to evaluate their efficacy as*

*biological control agent. Biological Control*, Volume 56, Issue 1, January 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2010.10.003>.

- Maimunah. 1999. *Evaluasi resistensi lima kultivar pisang (M. paradisiaca) terhadap tiga macam isolat dan differensiasi isolat Fusarium oxysporum f.sp cubense sebagai penyebab penyakit layu*. Tesis program pascasarjana IPB.
- Manici, L. M., F. Caputo dan Baruzzi, G. 2005. *Additional experiences to elucidate microbial component of soil suppressiveness towards strawberry black root rot complex*. Annual Applied Biology 146:421-431.
- Mansfield, J. W. 2000. *Antimicrobial compounds and resistance*. In : A. J Slusarenko, R. S. S. Fraser, dan L. C. van Loon (eds), mechanisms of resistance to plant disease. Kluwer Academic Publiser. London.
- Marsono. 2007. *Serapan unsur kalium di dalam tanah*. Depok Estate.
- Martinez, C. F., Blanc., E. L., Claire., O., Besnard, M., Nicole, M., dan Baccou, J. C. 2001. *Salicylic acid and ethylene pathways are differentially activated in melon cotyledon by active or heat denatured cellulose from Trichoderma longibrachiatum*. Plant Physiology 127 : 334 – 339.
- Moraj, R., Paredes C., Bustamante M.A., Marhuenda-Egea F., M.P. Bernal. 2009. *Utilisation of manure composts by high-value crops: Safety and environmental challenges*. Bioresource Technology, Volume 100, Issue 22, November 2009.
- Murphy, A. M., Gilliland, A., Wong, C. E., West, J., Singh, D. P., Carr, J. P. 2001. *Signal transduction in resistance to plant viruses*. Euro.J. Plant Pathol. 107 :121-128.
- Musnamar. 2003. *Pupuk organik cair dan padat, pembentukan dan aplikasi*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Nandi, N., Rahman, F.H., Sinha, N. B., Hajra, J.N. 2000. *Compatibility of lignin-degrading and cellulose decomposing fungi during decomposition of rice straw*. J. Indian Soc. Soil Sci. 48(2): 387-389.
- Nasir, N., Jumjunidang., Riska. 2005. *Deteksi dan pemetaan distribusi Fusarium oxysporum f.sp cubense pada daerah potensial pengembangan agribisnis pisang di Indonesia*. Jurnal hortikultura. Vol 15 (1).
- Nurbailis dan Martinius. 2010. *pengendalian Fusarium oxysporum f.sp cubense penyebab penyakit layu fusarium pada pisang*

- dengan *Trichoderma* spp. indigenous rizosfir pisang. Laporan Penelitian Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.
- Nurbailis dan Martinius. 2011. *Pemanfaatan bahan organik sebagai pembawa untuk peningkatan kepadatan populasi Trichoderma viride pada rizosfer pisang dan pengaruhnya terhadap layu fusarium*. J. HPT Tropika 11:177-184.
- O'Donnell, K., Kistler, H., Cigelnik, E., Ploetz, R.C. 1998. *Multiple evolutionary origins of the fungus causing Panama disease of banana: Concordant evidence from nuclear and mitochondrial gene genealogies*. Applied Biological Sciences. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 95: 2044–2049.
- Pérez-Vicente, L., 2004. *Fusarium wilt (Panama disease) of bananas: an updating review of the current knowledge on the disease and its causal agent*. In. Memorias de XV Reunion Internacional de ACORBAT (Oaxaca, MX).
- Ploetz, R. C. 2006. *Fusarium-induced diseases of tropical, perennial crops*. J. Phytopathol. 96:648-652.
- Ploetz, R. C. 2007. *Diseases of tropical perennial crops : challenging problems in diverse environments*. Plant Disease. 91 (6) : 644-663.
- Purwantisari, S. 2009. *Isolasi dan identifikasi cendawan indigenous rhizosfer tanaman kentang dari lahan pertanian kentang organik di Desa Pakis*. Magelang. Jurnal BIOMA. 11 (2): 45.
- Prayitno, C.H. 2008. *Suplementasi mikromineral pada limbah agroindustri yang difermentasi Trichoderma viride yang ditinjau dari konsentrasi VFA dan N-NH<sub>3</sub> secra in vitro*. Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner. Bogor, 11 – 12 Nopember 2008. Puslitbang Peternakan, Bogor.
- Ramada, A. 2008. *Pupuk biologis Trichoderma*. <http://organicindonesianvanilla.blogspot.com/2008/01/pupuk-biologis-trichoderma.html>.
- Rasmussen J.B., Hammerschmidt, R., dan Zook, M.N. 1991. *Systemic induction of salicylic acid accumulation in cucumber after inoculation with Pseudomonas syringae pv syringae*. Plant Physiology 97: 1342-1347.
- Riley, H., Pommeresche, R., Eltun, R., Hansen, S., Korsaeath, A. 2008. *Soil structure, organik matter and earthworm activity in a comparison of cropping systems with contrasting tillage, rotations, fertilizer levels and manure use*. Agric. Ecosyst. Environ. 124:275-284.
- Rohaeni, E.S., Amali, N., dan Subhan, A. 2006. *Janggal jagung fermentasi sebagai pakan alternatif untuk sapi pada musim kemarau*. Pros. Lokakarya

Nasional Jejaring Pengembangan Sistem Integrasi Jagung-Sapi. Pontianak, .Puslitbang Peternakan, Bogor.

- Rukhmani, S. 2005. *Peningkatan nilai gizi bahan pakan dari limbah pertanian melalui fermentasi*. Prosiding Lokakarya Nasional Potensi dan Peluang Pengembangan Usaha Agrobisnis Kelinci. Balai Penelitian Ternak, Bogor.
- Saba, H., Vibhash, D., Manisha, M., Prashant, K.S., Farhan, H. 2012. *Trichoderma promising plant growth stimulator and biocontrol agent*. Mycosphere3(4): 524–531.
- Salina, F.H., A. Fazilah, M. N. Mohd.Azemi., M.H. Norziah. 2008. *Enzymatic hydrolysis and isolation of oil palm frond derived xylooligosaccharides by xylanase Trichoderma viride*. International Conference on Environmental Research and Technology (ICERT 2008), Malaysia.
- Sahari, P. 2005. *Pengaruh jenis dan dosis pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman krokot landa (Talinum triangulare Willd)*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Samingan. 2009. *Suksesi fungi dan dekomposisi serasah daun Acacia mangium Willd dalam kaitan dengan keberadaan Ganoderma dan Trichoderma dilantai hutan akasia (disertasi)*.Bogor. Sekolah Pascasarjana InstitutPertanian Bogor.
- Saravanan, T., Bhaskaran, R., Muthusamy, M. 2004. *Pseudomonas fluorescens induced enzymological changes in banana roots (Cv. Rasthali) against Fusarium wilt disease*. J.Plant Pathology3(2): 72-80.
- Schmidt, O. 2006. *Wood and Tree Fungi*. Biology, damage, Protection and Use, Springe.
- Simamora, S dan Salundink. 2008. *Meningkatkan kualitas kompos*. PT. Argo Media Pustaka, Jakarta.
- Simarmata, T dan Joy, B. 2010. *Teknologi pemulihan kesehatan lahan sawah dan peningkatan produktivitas padi berbasis kompos jerami dan pupuk hayati (Biodekomposer) secara berkelanjutan di Indonesia*. Fakultas Pertanian. Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Setyorini, D., Saraswati, R., Anwar, Ea Kosman.2006. *Kompos dalam pupuk organik dan hayati*. BBSDLP-Badan Litbang Pertanian.
- Silva, H. S. A., Romeiro, R. S., Macagnan, D., Halfeld-vieira, B. A., Pereira, M. C. B., Mounter, A. 2004.*Rhizobacterial induction of systemic resistancein*



*tomato plants: non-specific protection and increase in enzyme activities.*  
Biol. Control 29(2):288–295.

Sriharti dan Salim, T. 2008. *Pemanfaatan limbah pisang untuk pembuatan pupuk kompos menggunakan kompos rotary drum.* Prosiding Seminar Nasional Bidang Teknik Kimia dan Tekstil, Yogyakarta.

Stover, R. H. 1962. *Fusarium wilt (Panama disease) of bananas and other Musa species.* Kew, UK. Commonwealth Mycological Institute.

Syatrawati. 2008. *Produksi senyawa biofungisida berbahan aktif gliocladium sp. pada berbagai medium limbah organik.*  
<http://bdpunib.org/jipi/artikeljipi/edkhus2/386.pdf>

Smith, S. N. 2007. *An overview of ecological and habitat aspects in the genus Fusarium with special emphasis on the soil-borne pathogenic forms.* Plant Pathol. Bull. 16:97-120.

Soesanto, L. 2004. *Ilmu penyakit pascapanen: Sebuah Pengantar.* Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.

Soesanto, L. 2008. *Pengantar pengendalian hayati penyakit tanaman.* PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.

Soesanto, L., Rokhlani., Prihatiningsih, N. 2008. *Penekanan beberapa mikroorganisme antagonis terhadap penyakit layu Fusarium gladio.* Agrivita 30 (1) : 7-83.

Soesanto, L dan Rahayuniati, F. R. 2009. *Pengimbasan ketahanan bibit pisang ambon kuning terhadap penyakit layu fusarium dengan beberapa jamur antagonis.* Jurnal HPT Tropika. 9 (2) : 130–140.

Soesanto, L., Mugiastuti, E., Ahmad F., Witjaksono. 2012. *Diagnosis lima penyakit utama karena jamur pada 100 kultivar bibit pisang.* Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman. J. HPT Tropika. 12 (1) : 36–45.

Standar Nasional Indonesia. 19-7030-2004.

Suganda, T. 2000. *Penginduksian resistensi sistemik buah cabai merah terhadap penyakit antraknos dengan pengaplikasian penginduksi biotik dan abiotik.* Jurnal Agrikultura 11 (2) : 67-75.

Sudantha, I. M. 2009. *Laporan penelitian uji antagonisme jamur endofit dan saprofit terhadap jamur Fusarium oxysporum f. sp. glycine pada tanaman kedelai.* Fakultas Pertanian Universitas Mataram.

Sudantha, I. M., Kesratarta, I., Sudana. 2011. *Uji antagonisme beberapa jenis jamur saprofit terhadap Fusarium oxysporum f. sp. cubense penyebab penyakit*

*layu pada tanaman pisang serta potensinya sebagai agens pengurai serasah.* UNRAM, NTB. Jurnal Agroteksos 21 (2): 2-3.

- Supirin. 2004. *Pelestarian sumberdaya tanah dan air.* Yogyakarta : Audi.
- Suriadikarta dan Simanungkalit. 2006. *Pupuk organik dan pupuk hayati.* Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. <http://balittanah.litbang.deptan.go.id>.
- Susanti, D. 2006. *Seleksi dan produk enzim selulase oleh kapang selulolitik menggunakan tongkol jagung pada pakan ternak.* Tesis. Pascasarjana Universitas Andalas, Padang.
- Sutherland, R., Viljoen, A., Myburg, A. A. dan Berg, N. V. D. 2012. *Pathogenicity associated genes in Fusarium oxysporum f. sp. cubense race 4.* South African Journal of Science 109: 1-10.
- Tirtoutomo, S. dan Kartaatmadja, S. 2001. *Peningkatan efesiensi pemupukan nitrogen melalui pendekatan pengelolaan tanaman padi terpadu.* Seminar Hasil Superimpose dan Demonstrasi Tanaman Terpadu, 15 januari 2001.
- Tombe, M., Tezuka, N., dan Oniki, M. 1991a. *Resistensi beberapa isolat F. oxysporum asal tanaman vanili terhadap benomil.* Prosiding Seminar dan Kongres Nasional Perhimpunan Fitopatologi Indonesia XI, Ujung Pandang.
- Trillas, I. M., Casanova, E., Cotxarrera, L., Orgovas, J., Borrero, C., dan Aviles, M. 2006. *Compost from agricultural waste and the Trichoderma asperellum strain T-34 suppres Rhizoctonia solani in cucumber seedling.* Biol. Control 39 : 32-38.
- Tuzun S, dan Bent, E. 2000. *The role of hydrolytic enzymes in multigenic and microbially-induced resistance in plants.* In. Agarawal, A. A, Tuzun, S., Bent, E. editor. Induced plants defenses againts pathogens and herbivores. APS Press. St. Paul, Minnisota.
- Vallad, G.E. dan Goodman, R. M. 2004. *Systemic acquired resistance and induced systemic resistance in conventional agriculture.* Crop Science Society of America. 44: 1920-1934.
- Verma, M., Satinder, K., Brar, R.D., Tyagi, Surampalli, R.Y., dan Valero, J. R. 2007. *Antagonistic fungi, Trichoderma spp.: Panoply of biological control.* Biochemical Engineering Journal, 37 (1) : 1-20.

- Viterbo, A., Wiest, A., Brotman, Y., Chet, I., dan Kerneley, C. 2007. *The 18mer peptaibols from Trichoderma virens elicit plant defense responses*. *Mol. Plant Pathol.* 8 (6) : 737-746.
- Wahyuno, D., Manohara, D., dan Mulya, K. 2009. *Peranan bahan organik pada pertumbuhan dan daya antagonisme Trichoderma harzianum dan pengaruhnya terhadap P. capsici pada tanaman lada*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 7: 76–82.
- Wei, G., Klopper, J. W., dan Tuzun, S. 1996. *Induced systemic resistance to cucumber diseases and increased plant growth by plant growth-promoting rhizobacteria under field conditions*. *Phytopathology* 86 : 221-224.
- Wen, Z., Liao, W., dan Chen, S. 2005. *Production of cellulase by Trichoderma reesei from dairy manure*. *Bioresource Technology*. 96 (4) : 491-499.
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan tanah. Dasar kesehatan dan kualitas tanah*. Yogyakarta: Gava Media.
- Yanti, Y. 2011. *Aktivitas peroksidase mutan pisang kepok dengan Ethyl Methane Sulphonate (EMS) secara In Vitro*. *Jurnal Natur Indonesia* 14 (1) : 32-36.
- Yanti, Y. 2015. *Peroxidase enzyme activity of Rhizobacteria-introduced shallots bulbs to induce resistance of shallot towards bacterial leaf blight (Xanthomonas axonopodis pv. allii)*. *Procedia chemistry* 14 (15) 501-507.
- Yunasfi. 2002. *Faktor-faktor yang mempengaruhi penyakit yang disebabkan oleh jamur* [diakses 16 Juni 2014 pada situs [http://www.fakultas pertanian jurusan ilmu kehutan universitas sumatera utara](http://www.fakultas.pertanian.jurusan.ilmu.kehutan.universitassumatera.com)].
- Yurmiati, H., Hidayati, Y. A. 2008. *Evaluasi produksi dan penyusutan kompos dari feses kelinci pada peternakan rakyat*. *Jurnal Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner Universitas Padjadjaran, Bandung*.
- Yuwono, M., Basuki, N., Agustin, L. 2002. *Pertumbuhan dan hasil ubi jalar (Ipomoea batatas L) pada macam dan dosis pupuk organik yang berbeda terhadap pupuk anorganik*.

**Lampiran 1.** Jadwal penelitian

No	Kegiatan Penelitian	Agustus				September				Oktober				November				D
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Persiapan bahan organik																	
2	Persiapan dan perbanyak <i>Trichoderma viride</i>																	
3	Penyiapan ampas tebu dan perbanyak massal <i>Trichoderma viride</i>																	
4	Dekomposisi berbagai bahan organik oleh <i>Trichoderma viride</i>																	
5	Dekomposisi bahan organik tanpa <i>Trichoderma viride</i>																	
6	Perbanyak inokulum <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp <i>cubense</i>																	
7	Sterilisasi tanah dan aplikasi berbagai jenis bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh <i>Trichoderma viride</i> serta penanaman bibit pisang																	
8	Inokulasi <i>Fusarium</i> f.sp <i>oxysporum cubense</i>																	
9	Pemeliharaan																	
10	Pengamatan																	
11	Pengolahan Data																	



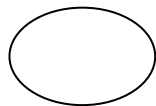
**Lampiran 2.** Pengamatan kemampuan berbagai jenis bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *Trichoderma viride* untuk pengendalian *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense*

I	II	III	IV	V	VI
D1	A2	E3	F4	D5	B6
C1	C2	F3	A4	B5	E6
F1	D2	B3	E4	C5	A6
A1	E2	C3	D4	A5	F6
B1	F2	A3	C4	E5	D6
E1	B2	D3	B4	F5	C6

Keterangan :

A, B, C, D, E, dan F : Perlakuan

1, 2, 3, 4, 5, dan 6 : Ulangan (kelompok)



: Satuan percobaan

UNTUK KEDJAJAAN BANGSA

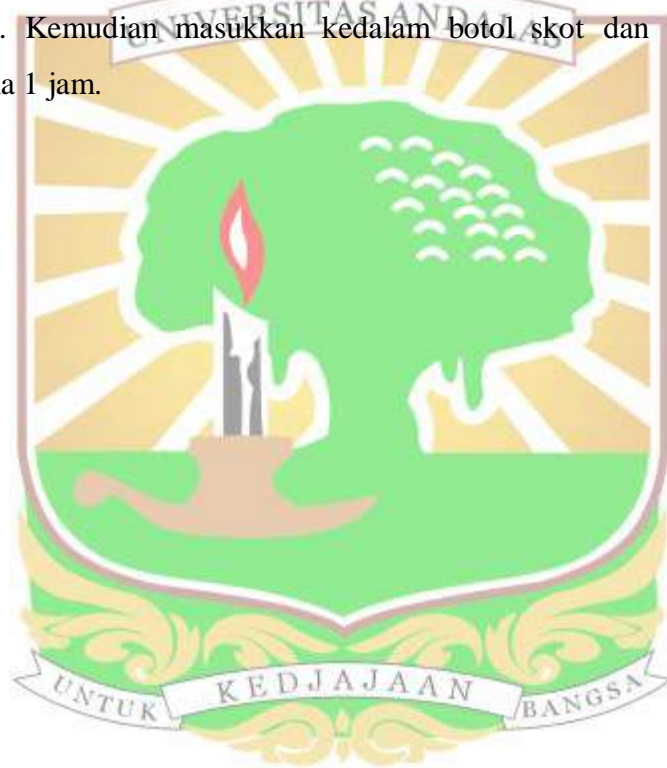
**Lampiran 3.** Pembuatan medium spesifik *Trichodermaspp.*

Bahan yang digunakan :

Agar 20 g,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  1 g,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0,5 g, Pepton 5 g, Glukosa 10 g, Rose Bengal 17 mg, Streptomysin sulfat 30 mg dan Aquades 1 Liter.

Cara Pembuatan :

Campurkan agar,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , pepton, glukosa, rose bengal, dan streptomysin sulfat kedalam 1 liter aquades dan aduk sampai rata, apabila volumenya berkurang tambahkan dengan aquades sampai volumenya 1 liter kembali dan masak sampai berbuih. Kemudian masukkan kedalam botol skot dan sterilisasi dengan *autoclave* selama 1 jam.



**Lampiran 4.** Tabel analisis sidik ragam dari berbagai jenis bahan organik

**4a. Masa inkubasi**

SK	db	JK	KT	F hit	F tabel 5%
Perlakuan	6	124,971	20,828	13,3*	2,45
Sisa	28	44,000	1,571		
Total	34	168,971			

Ket : \* = Berbeda nyata pada taraf 5%

**4b. Persentase daun terserang**

SK	db	JK	KT	F hit	F tabel 5%
Perlakuan	6	462,68	77,1125	2,48*	2,45
Sisa	28	869,13	31,0405		
Total	34	1331,81			

Ket : \* = Berbeda nyata pada taraf 5%

**4c. Intensitas kerusakan bonggol**

SK	db	JK	KT	F hit	F tabel 5%
Perlakuan	6	3,2517	0,541	2,11**	2,45
Sisa	28	7,1893	0,256		
Total	34	10,4410			

Ket : \*\* = Berbeda tidak nyata pada taraf 5%

**4c. Kerapatan populasi *T. viride* pada berbagai jenis bahan organik**

SK	db	JK	KT	F hit	F tabel 5%
Perlakuan	6	4556,09	759,349	367*	2,45
Sisa	28	57,94	2,069		
Total	34	4614,03			

Ket : \* = Berbeda nyata pada taraf 5%

**4d. Kerapatan populasi *T. viride* pada rizosfir bibit pisang**

SK	db	JK	KT	F hit	F tabel 5%
Perlakuan	6	2,397	0,399	7,21*	2,45
Sisa	28	1,552	0,055		
Total	34	3,949			

Ket : \* = Berbeda nyata pada taraf 5%

**4e. Tinggi tanaman bibit pisang**

SK	db	JK	KT	F hit	F tabel 5%
Perlakuan	6	702,72	117,12	6,57*	2,45
Sisa	28	499,40	17,836		
Total	34	1202,12			

Ket : \* = Berbeda nyata pada taraf 5%

**4f. Jumlah daun bibit pisang**

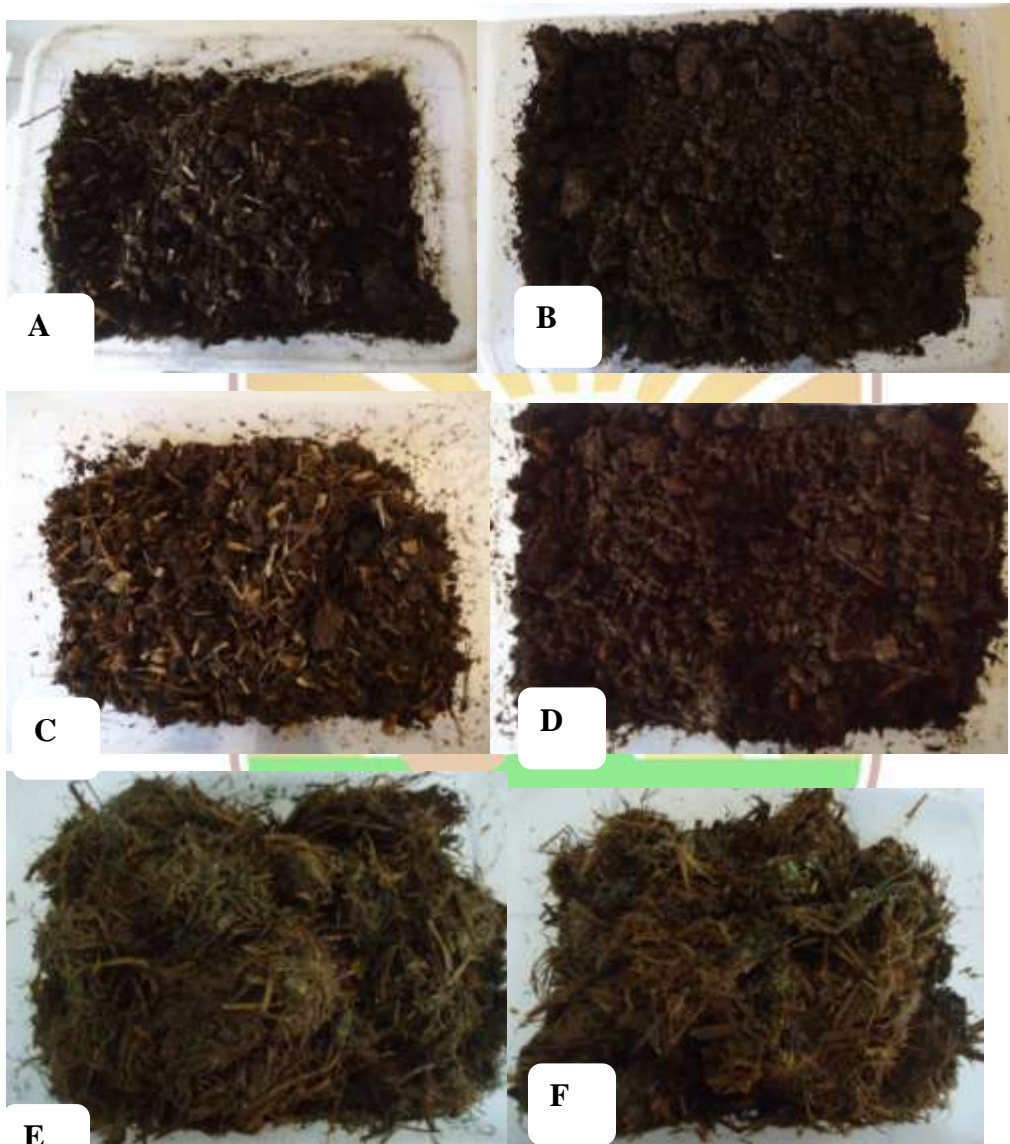
SK	db	JK	KT	F hit	F tabel 5%
Perlakuan	5	5,866	1,173	2,43**	2,45
Sisa	24	11,600	0,483		
Total	29	17,466			

Ket : \*\* = Berbeda tidak nyata pada taraf 5%





**Lampiran 5.** Pertumbuhan *Trichoderma viride* pada berbagai jenis bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *Trichoderma viride* (2 minggu setelah didekomposisi)



Keterangan : Pertumbuhan *T. viride* pada berbagai jenis bahan organik yang didekomposisi oleh *T. viride* (2 msi) A. kotoran sapi didekomposisi oleh *T. viride*, B. kotoran sapi tanpa dodekomposisi oleh *T. viride*, C. kotoran ayam didekomposisi oleh *T. viride*, D. kotoran ayam tanpa didekomposisi oleh *T. viride*, E. Jerami padi didekomposisi oleh *T. viride*, F. Jerami paditanpa didekomposisi oleh *T. viride*

**Lampiran 6.** Analisis unsur hara makro, pH, dan kadar air pada berbagai jenis bahan organik yang didekomposisi dan tanpa didekomposisi oleh *T. Viride*

### 1. Persiapan contoh dan kadar bahan ikutan

#### Prinsip

Sampel pupuk organik diaduk hingga homogen dan diayak dengan ayakan 2 mm. Bahan yang tidak lolos ayakan merupakan bahan ikutan (plastik, kaca, kerikil, dll) dipisahkan dan ditimbang. Semua analisis menggunakan sampel pupuk yang lolos ayakan 2 mm (sampel halus) kecuali kadar air sampel asal dan kadar bahan ikutan.

#### Alat-alat

- Neraca analitik
- Gelas piala volume 500 ml
- Botol plastik isi 250 ml bertutup

#### Cara Kerja

Timbang 100 g sampel pupuk asal kedalam piala dan masukkan sampel ke dalam ayakan, lalu di ayak. Bahan yang tidak lolos ayakan merupakan bahan ikutan, dimasukkan kedalam gelas piala lain yang telah diketahui bobotnya. Timbang piala yang telah berisi bahan ikutan. Kemudian siapkan botol plastik yang telah diberi kode, masukkan sampel pupuk halus ke dalam botol plastik dan ditutup rapat untuk analisis selanjutnya.

#### Perhitungan

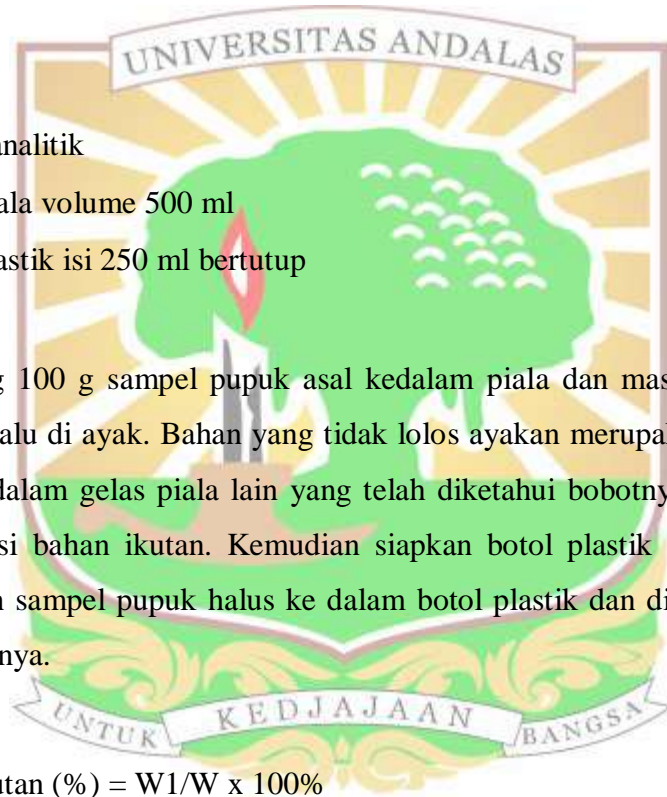
$$\text{Kadar bahan ikutan (\%)} = W1/W \times 100\%$$

Keterangan :

W = Bobot sampel asal dalam gram

W1 = Bobot bahan tidak lolos ayakan 2 mm dalam gram

Faktor koreksi bahan ikutan (fki) = (100 - % bahan ikutan) / 100



## 2. Penetapan kadar air

### Prinsip

Air dalam sampel pupuk organik diuapkan dengan cara pengeringan oven pada suhu 105<sup>0</sup>C selama satu malam (16 jam).

### Alat-alat

- Neraca analitik
- Botol timbang
- Oven listrik
- Desikator

### Cara kerja

Timbang masing-masing 10 g sampel pupuk asal dan 5 g pupuk halus (<2 mm) kedalam cawan porselin bertutup yang sudah diketahui bobotnya. Kemudian masukkan kedalam oven dan dikeringkan selama satu malam pada suhu 105<sup>0</sup>C. Kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Simpan sampel ini untuk penetapan kadar abu (penetapan bahan organik dengan cara pengabuan).

### Perhitungan

$$\text{Kadar air (\%)} = (W - W1) \times 100 / W$$

Keterangan :

W = Bobot sampel asal dalam gram

W1 = Bobot sampel setelah dikeringkan dalam gram

100 = Faktor konversi ke %

fk (faktor koreksi kadar air) = 100 / (100 - % kadar air) (dihitung dari kadar air sampel pupuk halus dan digunakan sebagai faktor koreksi dalam perhitungan hasil analisis selain kadar air dan bahan ikutan).

## 3. Penetapan pH

### Prinsip

Nilai pH menunjukkan konsentrasi ion H<sup>+</sup> dalam larutan yang dinyatakan sebagai - log [H<sup>+</sup>]. Peningkatan konsentrasi H<sup>+</sup> menaikkan potensial larutan yang diukur oleh alat dan dikonversi dalam skala pH. Elektroda gelas merupakan elektrode selektif khusus H<sup>+</sup>, hingga memungkinkan hanya untuk mengukur potensial yang disebabkan kenaikan konsentrasi H<sup>+</sup>. Potensial yang timbul diukur berdasarkan

potensial elektrode pembanding (kalomel atau AgCl). Biasanya digunakan satu elektrode pembanding dan elektrode gelas (elektrode kombinasi).

**Alat-alat**

- Botol kocok 100 ml
- Gelas ukur 50 ml
- Mesin kocok
- Labu semprot 500 ml
- pH meter

**Pereaksi**

Larutan buffer pH 7,0 dan pH 4,0

**Cara kerja**

Timbang 10 g sampel pupuk organik halus dan dimasukkan kedalam botol kocok, lalu ditambah 50 ml air bebas ion. Kemudian dikocok dengan mesin kocok selama 30 menit. Suspensi tanah diukur dengan pH meter yang telah dikalibrasi menggunakan larutan buffer pH 7,0 dan pH 4,0.

**4. Penetapan kadar abu**

**Prinsip**

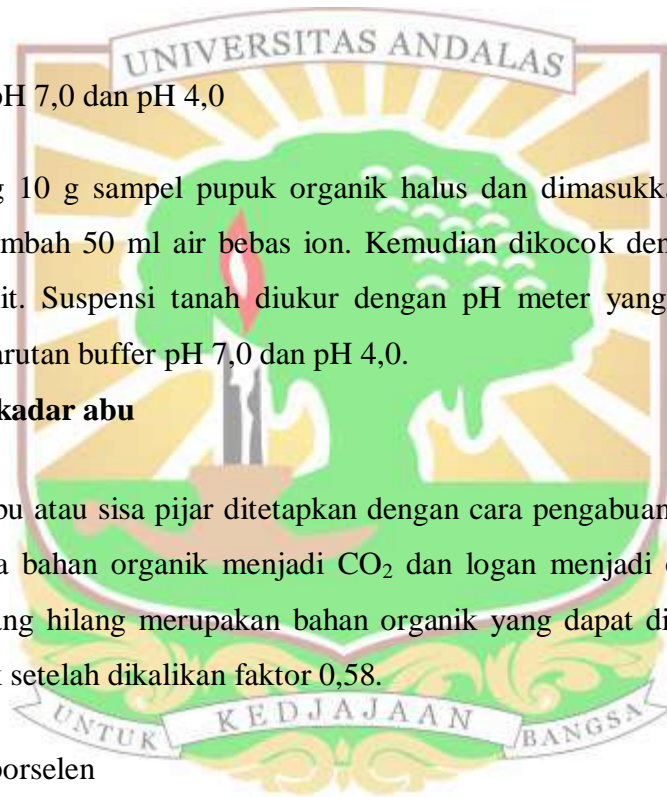
Kadar abu atau sisa pijar ditetapkan dengan cara pengabuan pada suhu 550 – 600<sup>0</sup>C, sehingga bahan organik menjadi CO<sub>2</sub> dan logam menjadi oksida logamnya. Bobot bahan yang hilang merupakan bahan organik yang dapat dikonversi menjadi kadar C-organik setelah dikalikan faktor 0,58.

**Alat-alat**

- Cawan porselen
- Eksikator
- Neraca
- Tanur/furnace

**Cara kerja**

Sampel pupuk bekas penetapan kadar air dimasukkan kedalam tanur. Mula-mula di abukan pada suhu 300<sup>0</sup>C selama 1,5 jam dan selanjutnya pada suhu 550 –



600°C selama 2,5 jam. Matikan tanur dan dibiarkan satu malam. Kemudian sampel didinginkan dalam desikator lalu timbang.

### Perhitungan

$$\text{Kadar abu (\%)} = W_2 / W \times f_k \times f_{ki} \times 100$$

$$\text{Kadar bahan organik (\%)} = (W - W_2) / W \times f_k \times f_{ki} \times 100$$

$$\text{Kadar C-organik (\%)} = \text{kadar bahan organik} \times 0,58$$

$W_2$  = Berat abu dalam gram

$W$  = Berat sampel dalam gram

$f_{ki}$  = Faktor koreksi bahan ikutan =  $(100 - \% \text{ bahan ikutan}) / 100$

$f_k$  = Faktor koreksi kadar air =  $100 / (100 - \% \text{ kadar air})$

0,58 : faktor konversi bahan organik ke karbon

### 5. Kadar N total

#### Prinsip

N-organik dan N-NH<sub>4</sub> yang terdapat dalam sampel didestruksi dengan asam sulfat dan selenium mixture sehingga membentuk ammonium sulfat, lalu didestilasi dengan penambahan basa berlebih dan akhirnya destilat dititrasi. Nitrogen dalam bentuk nitrat diekstraksi dengan air, direduksi dengan devarda alloy, didestilasi dan akhirnya dititrasi.

#### Alat-alat

- Neraca analitik
- Digestion apparatus (pemanas listrik/block digester Kjeldahl therm)
- Labu Kjeldahl
- Titrator/buret
- Gelas ukur
- Erlenmeyer 100 ml

#### Pereaksi

- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pa. 98%
- Larutan baku H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05N  
Pipet 25 ml standar titrisol H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 N dalam labu ukur 500 ml, impitkan hingga tanda tera dengan air bebas ion
- Asam borat 3%  
Timbang 30 g asam borat dalam 1000 ml air bebas ion
- Indikator Conway

Timbang 0,15 g BCG + 0,1 g MM (merah metil) dalam 100 ml etanol 96%

- Selenium mixture
- NaOH 40%

Timbang 40 g NaOH dalam labu ukur 100 ml, impitkan hingga tanda tera dengan air bebas ion

### Perhitungan

Kadar N (%) =  $(A \text{ ml} - A_1 \text{ ml}) \times 0,05 \times 14 \times 100 / \text{mg sampel} \times \text{fk}$

Keterangan :

A ml = ml titran untuk contoh (N-org + N-NH<sub>4</sub>)

A<sub>1</sub> ml = ml titran untuk blanko (N-org + N-NH<sub>4</sub>)

## 6. Penetapan K dan P

### Prinsip

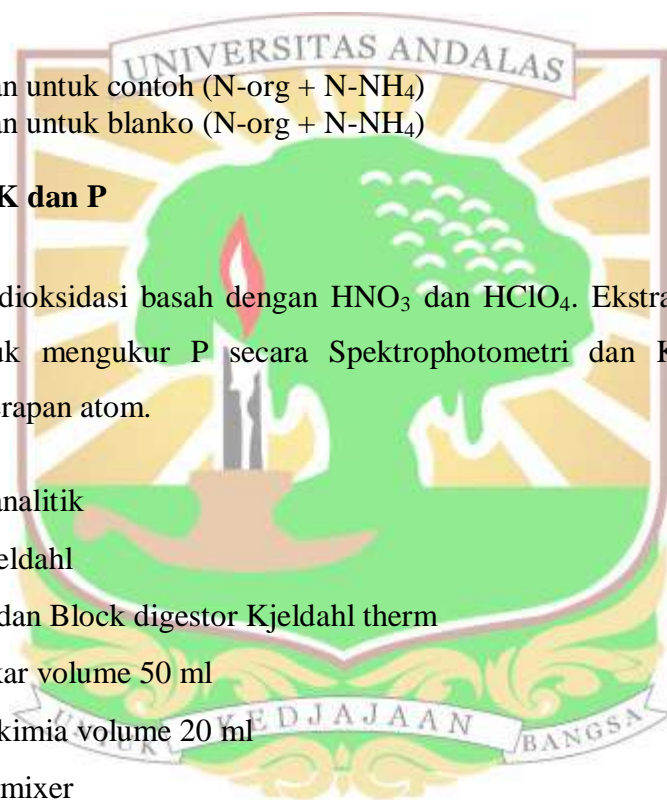
Sampel dioksidasi basah dengan HNO<sub>3</sub> dan HClO<sub>4</sub>. Ekstrak yang diperoleh digunakan untuk mengukur P secara Spektrophotometri dan K diukur dengan Spektrometer serapan atom.

### Alat-alat

- Neraca analitik
- Labu Kjeldahl
- Tabung dan Block digester Kjeldahl therm
- Labu takar volume 50 ml
- Tabung kimia volume 20 ml
- Vorteks mixer
- pipet ukur volume 10 ml
- Gelas ukur skala 0 – 10 ml / pipet volume 1 ml
- Spektrophotometer visible
- Spektrometer serapan atom

### Pereaksi

- HNO<sub>3</sub> pa. 65%
- HClO<sub>4</sub> pa. 70%



- Larutan standar induk K masing-masing 1000 ppm dalam air bebas ion
- Larutan standar induk 500 ppm  $\text{PO}_4$  dalam air bebas ion
- Larutan  $\text{LaCl}_3$  25.000 ppm (67 g  $\text{LaCl}_3$  + 15 ml HCl 25% dalam 1000 ml air bebas ion
- Deret standar campuran I mengandung K dalam ekstrak yang sama dengan ekstrak yang sama dengan contoh dengan kepekatan sebagai berikut :  
0; 2; 4; 8; 12; 16; dan 20 ppm K

Deret standar II mengandung P dalam ekstrak yang sama dengan ekstrak contoh dengan kepekatan sebagai berikut :

0; 1; 2; 4; 6; 8; dan 10 ppm  $\text{PO}_4$

#### **Pereaksi pembangkit pewarna penetapan fosfat**

Pereaksi pekat : 12 g ammonium heptamolibdat + 0,275 g kalium antimoniltartat + 140 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dalam 1000 ml air bebas ion.

Pereaksi encer (dibuat ketika akan digunakan, tidak dapat disimpan); 0,53 g asam askorbat + 50 ml pereaksi pekat dijadikan 500 ml dengan air bebas ion.

#### **Cara kerja**

Timbang 0,5 g sampel pupuk organik yang telah dihaluskan kedalam labu Kjeldahl. Tambahkan 5 ml  $\text{HNO}_3$  dan 0,5 ml  $\text{HClO}_4$ , lalu dikocok-kocok dan biarkan satu malam. Panaskan pada block digester dimulai dengan suhu  $100^\circ\text{C}$ , setelah uap kuning habis suhu dinaikkan hingga  $200^\circ\text{C}$ . Destruksi diakhiri bila sudah keluar uap putih dan cairan dalam labu tersisa sekitar 0,5 ml. Dinginkan dan encerkan dengan  $\text{H}_2\text{O}$  dan volume ditepatkan menjadi 50 ml, kocok sampai homogen, lalu biarkan satu malam atau disaring dengan kertas saring W-41 agar didapat ekstrak jernih (ekstrak A).

#### **Pengukuran K**

Pipet 1 ml ekstrak A kedalam tabung kimia volume 20 ml, lalu ditambahkan 9 ml air bebas ion (dapat menggunakan dilutor), kocok dengan vortex mixer sampai homogen. Ekstrak ini adalah hasil pengenceran 10x (Ekstrak B). Ukur K dalam ekstrak B menggunakan flamefotometer atau SSA dengan deret satandar campuran I sebagai pembanding, dan dicatat emisi absorbansi baik standar maupun sampel.

### Pengukuran fosfat

Pipet 1 ml ekstrak B kedalam tabung kimia volume 20 ml (dipipet sebelum pengukuran K), begitupun masing-masing deret standar P (standar campuran II). Tambahkan masing-masing 9 ml pereaksi pembangkit warna kedalam setiap contoh dan deret standar, kocok dengan vortex mixer sampai homogen dan biarkan selama 15 – 25 menit, lalu diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 889 nm dan dicatat nilai absorbansinya.

### Perhitungan

Kadar K (%) = ppm kurva x ml ekstrak/1000 ml x 100/mg contoh x fp x fk

Kadar P (%) = ppm kurva x ml ekstrak/1000 ml x 100/mg contoh x fp x 31/95 x fk

Keterangan :

Ppm kurva = kadar contoh yang didapat dari kurva regresi hubungan antara kadar deret standar dengan pembacaannya setelah dikurangi blanko

fp = faktor pengenceran (bila ada)

fk = faktor koreksi kadar air =  $100 / (100 - \% \text{ kadar air})$

100 = faktor konversi ke %

31 = Bobot atom P

95 = Bobot molekul  $\text{PO}_4$

### Daftar Acuan

Association of Official Agriculture Chemists. 2002. Official methods of analysis of AOAC international. Volume 1. p. 2.5-2.37. In Horwitz, W. (Ed). Agricultural chemicals, Contaminants, Drugs. AOAC International, Maryland, USA. 17<sup>th</sup> ed.

SNI 19-7030-2004

