



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**PENGARUH KAMA PENYIMPANAN BEBERAPA FORMULASI
trichoderma viride TERHADAP VIAVBILITAS DAN DAYA
ANTAGONISNYA DALAM MENEKAN fusarium oxysporum f.sp
cubense (foc) SECARA IN VITRO**

SKRIPSI



**DINI PUSPITA YANTI NST
07116009**

**FAKILTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG 2012**

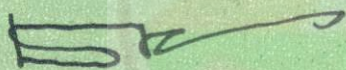
**PENGARUH LAMA PENYIMPANAN BEBERAPA FORMULASI
Trichoderma viride TERHADAP VIABILITAS DAN DAYA
ANTAGONISNYA DALAM MENEKAN *Fusarium oxysporum* f.sp
cubense (Foc) SECARA *IN VITRO***

Oleh

**DINI PUSPITA YANTI NST
07116009**

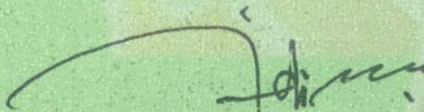
MENYETUJUI :

Dosen Pembimbing I



**(Dr. Ir. Nurbailis, MS)
NIP. 196111061988102001**

Dosen Pembimbing II



**(Dr. Jumsu Trisno, SP, MSi)
NIP. 196911211995121001**

**Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Andalas**



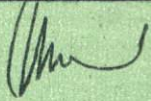
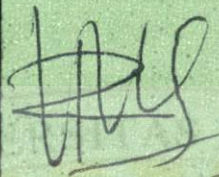
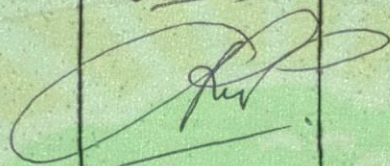
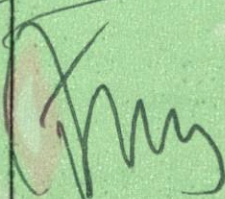
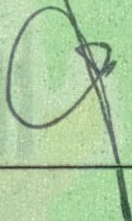
**(Prof. Ir. Ardi, MSc)
NIP.195312161980031004**

**Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan**



**(Dr. Jumsu Trisno, SP, MSi)
NIP.196911211995121001**

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan Sidang Panitia Ujian Sarjana Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang, pada tanggal 10 Januari 2012.

No	Nama	Tanda Tangan	Jabatan
1	Ir. Winarto, MS		Ketua
2	Ir. Martinius, MS		Sekretaris
3	Ir. Reflin, MP		Anggota
4	Dr. Ir. Munzir Busniah, MSi		Anggota
5	Dr. Ir. Ujang Khairul, MSi		Anggota



BIODATA

Penulis dilahirkan di Kayujati, Kab. Mandailing Natal – Sumatera Utara pada tanggal 2 Januari 1989 yang merupakan anak ke dua dari lima bersaudara, dari pasangan Palit Nasution dan Yusrani Lubis S.Pd. Penulis menempuh pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) di TK Bhayangkari Panyabungan, Sumatera Utara (1994–1995). Sekolah Dasar (SD) ditempuh di SDN 142569 Panyabungan (1995 – 2001). Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama (SLTP) di tempuh di SLTP Negeri 1 Panyabungan (2001-2004), Kemudian dilanjutkan ke Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 1 Panyabungan (2004-2007). Tahun 2007 penulis diterima di Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.

Padang, Januari 2012

Dini Puspita Yanti Nst



KATA PENGANTAR

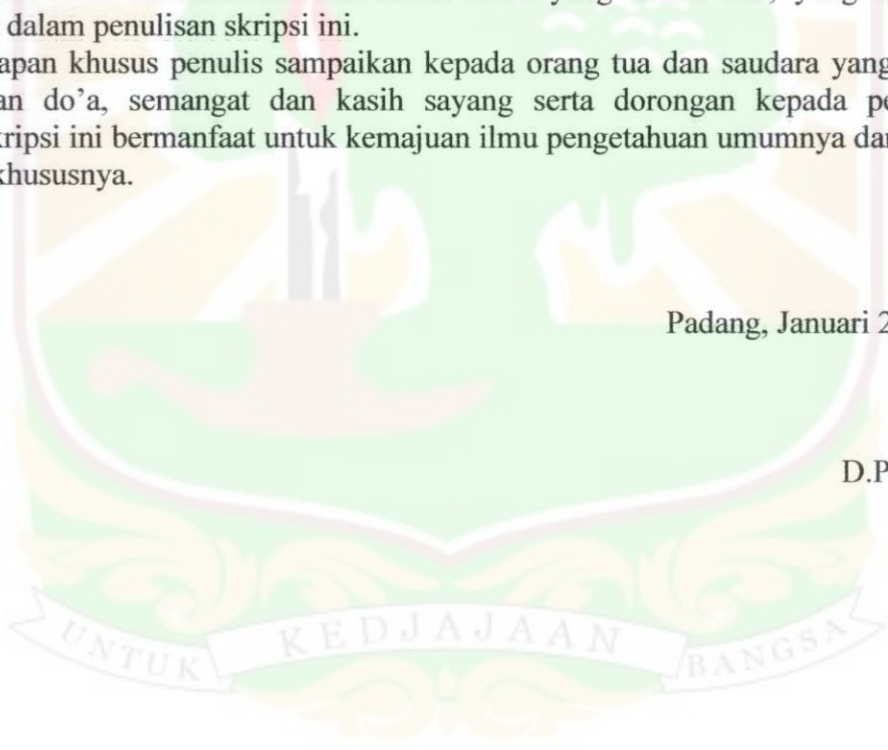
Syukur alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan Salam disampaikan kepada Nabi besar Muhammad SAW sebagai uswatun hasanah bagi seluruh umat Islam sedunia. Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang berjudul **“Pengaruh lama penyimpanan beberapa formulasi *Trichoderma viride* terhadap viabilitas dan daya antagonisnya dalam menekan *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense* (Foc) secara *in vitro* ”** dari mata kuliah Pengendalian Hayati.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sangat mendalam kepada Ibu Dr. Ir. Nurbailis, MS dan Bapak Dr. Jumsu Trisno, SP, MSi selaku dosen pembimbing yang telah membantu dalam memberikan petunjuk, bantuan serta arahan dalam pelaksanaan penelitian hingga selesainya skripsi ini. Selanjutnya ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Ketua, sekretaris, staf pengajar Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan serta karyawan administrasi dan perpustakaan serta teman-teman dan rekan-rekan yang selalu ada, yang banyak membantu dalam penulisan skripsi ini.

Ucapan khusus penulis sampaikan kepada orang tua dan saudara yang telah memberikan do'a, semangat dan kasih sayang serta dorongan kepada penulis. Semoga skripsi ini bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan umumnya dan ilmu pertanian khususnya.

Padang, Januari 2012

D.P.Y.N



DAFTAR ISI

	<u>Halaman</u>
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
I. PENDAHULUAN.....	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Jamur <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp <i>cubense</i> (Foc).....	4
2.2 <i>Trichoderma</i>	5
2.3 Formulasi dan lama penyimpanan	6
III. BAHAN DAN METODE.....	9
3.1 Tempat dan Waktu	9
3.2 Bahan dan Alat.....	9
3.3 Rancangan Penelitian	9
3.4 Pelaksanaan	10
3.5 Pembuatan formulasi Tv-T1sk	11
3.6 Pengamatan	14
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17
4.1. Hasil	17
4.2. Pembahasan.....	24
V. KESIMPULAN DAN SARAN	27
5.1. Kesimpulan	27
5.2. Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN.....	33

DAFTAR TABEL

<u>Tabel</u>	<u>Halaman</u>
1. Kerapatan konidia <i>Trichoderma viride</i> pada berbagai formulasi dengan lama penyimpanan yang berbeda	17
2. Daya kecambah konidia <i>Trichoderma viride</i> pada berbagai formulasi dengan lama penyimpanan yang berbeda	19
3. Jumlah propagul <i>Trichoderma viride</i> yang diformulasi dengan lama penyimpanan yang berbeda	20
4. Daya antagonis <i>Trichoderma viride</i> pada berbagai formulasi dengan lama penyimpanan yang berbeda	22



DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar</u>	<u>Halaman</u>
1. Isolat <i>Tv</i> -T1sk pada media PDA umur 6 hari.....	10
2. Isolat <i>Tv</i> -T1sk pada media ampas tebu (15 hsi).....	11
3. Isolat <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp <i>cubense</i> pada media PDA umur 6 hari	11
4. Formulasi tepung <i>Tv</i> -T1sk	12
5. Formulasi Pelet <i>Tv</i> -T1sk	12
6. Formulasi cair <i>Tv</i> -T1sk	13
7. Ampas tebu tanpa formulasi.....	13
8. <i>Tv</i> -T1sk pada media agar	14
9. Pengujian antagonis dengan metode biakan ganda.....	15
10. Kerapatan konidia <i>Tv</i> -T1sk yang diformulasi dengan lama Penyimpanan yang berbeda.....	18
11. Persentase konidia berkecambah <i>Tv</i> -T1sk yang diformulasi dengan lama penyimpanan yang berbeda	19
12. Perkecambahan konidia <i>Tv</i> -T1sk yang diformulasi setelah diinkubasi selama 18 jam.....	20
13. Kerapatan koloni dari propagul <i>Tv</i> -T1sk yang diformulasi penyimpanan 75 hari	21
14. Jumlah propagul <i>Tv</i> -T1sk yang diformulasi dengan lama penyimpanan yang berbeda.....	22
15. Kemampuan daya hambat <i>Tv</i> -T1sk yang diformulasi terhadap <i>Foc</i> Penyimpanan 75 hari.....	23

DAFTAR LAMPIRAN

<u>Lampiran</u>	<u>Halaman</u>
1. Jadwal penelitian.....	33
2. Denah penempatan botol perlakuan di laboratorium (RAL) penyimpanan 15 hari	34
3. Tabel analisis sidik ragam dari masing-masing formulasi <i>Tv-Tsk</i> dengan lama penyimpanan yang berbeda.....	35
4. Pembuatan medium spesifik <i>Trichoderma</i> spp.....	44
5. Rekapitulasi data jenis formulasi dan lama penyimpanan yang terbaik	45



**PENGARUH LAMA PENYIMPANAN BEBERAPA FORMULASI
Trichoderma viride TERHADAP VIABILITAS DAN DAYA
ANTAGONISNYA DALAM MENEKAN *Fusarium oxysporum* f.sp
cubense (*Foc*) SECARA *IN VITRO***

ABSTRAK

Penelitian pengaruh lama penyimpanan beberapa formulasi *Trichoderma viride* terhadap viabilitas dan daya antagonisnya dalam menekan *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense* (*Foc*) secara *in vitro* telah dilaksanakan di laboratorium Fitopatologi dari bulan April – Agustus 2011. Penelitian bertujuan untuk mengetahui viabilitas dan daya antagonis *Tv-T1sk* yang diformulasi terhadap *Foc* dengan lama penyimpanan yang berbeda. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 seri pengujian : 1. Perlakuan adalah *Tv-T1sk* yang diformulasi dalam bentuk tepung, pelet, dan cair, serta tanpa diformulasi dan menggunakan medium agar. 2. Seri pengujian adalah lama penyimpanan masing-masing perlakuan (0, 15, 30, 45, 60, dan 75 hari). Parameter yang diamati kerapatan konidia, daya kecambah konidia, jumlah propagul *Tv-T1sk* pada masing-masing formulasi, dan daya antagonis *Tv-T1sk* yang diformulasi terhadap *Foc* menggunakan metode biakan ganda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga jenis formulasi *Tv-T1sk* mampu menekan pertumbuhan *Foc* secara *in vitro*. *Tv-T1sk* yang diformulasi dalam bentuk tepung memperlihatkan daya antagonis dan viabilitas yang tinggi sampai penyimpanan 75 hari.

Kata kunci : Formulasi, lama penyimpanan, *Tv-T1sk*, *Foc*, *in vitro*

**INFLUENCE OF STORAGE DURATION OF SOME
FORMULATIONS OF *Trichoderma viride* ON ITS VIABILITY
AND ANTAGONISTIC POTENTIAL IN SUPPRESSING *Fusarium
oxysporum* f.sp *cubence* (*Foc*) IN VITRO**

ABSTRACT

Influence of storage duration of some formulations of *Trichoderma viride* on its viability and antagonistic potential in suppressing *Fusarium oxysporum* f.sp *cubence* (*Foc*) *in vitro* was studied in laboratory. This research was aimed to determine the viability and antagonistic strength of Tv-T1sk that were formulated against *Foc* with different storage duration. The design used was Completely Randomized Design (CRD) with two series of testing : 1. The treatment was Tv-T1sk formulated in the form of powder, pellets, and liquid, and without using agar formulation. 2. Duration of storage of each treatment (0, 15, 30, 45, 60, and 75 days). The parameters observed were density of conidia, germination of conidia, the number of propagules of Tv-T1sk in each formulation, and antagonistic strength of Tv-T1sk that was formulated against *Foc* using dual culture method. The result showed that all three formulations of Tv-T1sk were able to suppress the growth of *Foc in vitro*. Tv-T1sk formulated in powder showed high antagonistic strength and viability up to 75 days.

Keyword : formulation, storage duration, Tv-T1sk, *Foc*, *in vitro*

I. PENDAHULUAN

Jamur *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense* (*Foc*) merupakan salah satu patogen yang bersifat tular tanah, patogen ini dapat menyebabkan penyakit layu fusarium pada tanaman pisang. Penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh jamur *Foc* bersifat fatal dan menyerang tanaman pada berbagai fase pertumbuhan, baik saat tanaman masih berupa bibit ataupun menjelang saat panen. Sekali terserang, tanaman terinfeksi tidak dapat diselamatkan lagi (Nasir dan Jumjunidang, 2002).

Pengendalian penyakit layu fusarium antara lain penggunaan bibit yang bebas penyakit, eradikasi, dan sanitasi (Nasir dan Jumjunidang, 2002). Namun cara tersebut belum memberikan hasil yang memuaskan karena Jamur *Foc* dapat membentuk kladospore sehingga mampu bertahan lebih dari 20 tahun di dalam tanah (Booth, 1971 ; Ploetz, 1990), untuk itu perlu dicari alternatif pengendalian lain menggunakan mikroorganisme antagonis, salah satunya jamur *Trichoderma* spp.

Trichoderma spp. merupakan jamur antagonis yang sangat penting untuk pengendalian hayati. Mekanisme antagonis jamur *Trichoderma* spp. terhadap inangnya yaitu berupa persaingan tempat hidup, parasitisme, antibiosis, dan lisis (Trianto dan Sumantri, 2003). *Trichoderma* juga mampu mempercepat pertumbuhan tanaman dan meningkatkan produksi tanaman (Arwiyanto, 2003).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa *Trichoderma* spp berpotensi menekan pertumbuhan *Foc*. Menurut Bernal (2004) *Trichoderma* spp. (Ts-20 dan Ts-21) mampu menghambat koloni *Foc* lebih dari 70%. Selanjutnya Nurbailis (2008) melaporkan bahwa dari 33 isolat *Trichoderma* spp yang berasal dari rizosfir tanaman pisang pada beberapa sentra produksi di Sumatra Barat, terdapat tiga isolat yang efektif menekan pertumbuhan *Foc* baik secara *in vitro* maupun *in planta*. Tiga isolat tersebut adalah T1-sk (*Trichoderma viride*), S6-sh (*Trichoderma koningii*) dan S10-sh (*Trichoderma* sp.). Ketiga isolat tersebut mampu meningkatkan aktivitas enzim kitinase pada jaringan akar dan daun bibit pisang serta berpotensi dikembangkan untuk pengendalian penyakit layu Fusarium pada tanaman pisang.

Menurut Cook dan Baker (1983), beberapa jenis *Trichoderma* memproduksi antibiotik, misalnya *Trichoderma viride* yang membentuk zat gliotoxin dan viridin. Selanjutnya Besty (2011) melaporkan bahwa *Trichoderma viride* strain T1sk (Tv-T1sk) mampu mengkolonisasi akar pisang dan bersifat endofit pada jaringan akar pisang serta dapat menurunkan tingkat serangan penyakit layu *Fusarium* sebesar 93,33%.

Keberhasilan aplikasi agensia hayati terutama di lapangan dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi dalam bahan formulasi yang digunakan. Menurut Kredics *et al.*, (2003) keberhasilan efikasi formulasi *Trichoderma* sebagai pengendali jamur tular tanah ditentukan oleh beberapa faktor diantaranya kelembaban tanah, jenis tanah, metode dan waktu aplikasinya. Keberhasilan formulasi *Trichoderma harzianum* dengan bahan pembawa campuran alang-alang dan tanah sebagai substrat tumbuhnya dapat menghambat pertumbuhan jamur *Phytophthora capsici* penyebab penyakit busuk pangkal batang pada tanaman lada (Manohara, 2008). Hasil penelitian Umrah (2009) menunjukkan bahwa *Trichoderma* sp yang dibentuk kedalam formulasi tablet mampu menekan pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora* penyebab penyakit busuk buah pada tanaman kakao. Formula dapat dilakukan dengan menggunakan bahan yang murah dan mudah didapat, khususnya penggunaan limbah pertanian. Misalnya, penggunaan sekam padi halus atau dedak untuk memperbanyak dan memformulasi *Trichoderma* sp. (Soesanto, 2008).

Formulasi juga bisa menambah umur simpan agensia hayati yang nantinya berkembang dengan kemampuan viabilitas dan daya antagonisnya. Menurut Weller dan Cook (1983) bahwa untuk menstabilkan efektifitas agensia hayati harus diformulasikan. Hapsari (2003) melaporkan bahwa jamur *Trichoderma* dapat bertahan selama 3 bulan jika disimpan dalam kulkas atau sebulan di suhu kamar pada medium beras jagung yang telah difermentasi. Sedangkan bahan yang dibuat sebagai pengemas antara lain talk dan kaolin (Trianto dan Sumantri, 2003).

Bentuk formulasi agensia hayati dapat berupa tepung, pelet, dan cair. Menurut Sinaga (1989) Formulasi pelet ini bentuknya kecil sehingga lebih praktis untuk dibawa atau dikirim dan diaplikasikan di lapangan. Selain itu pelet juga mampu

mempertahankan kelangsungan hidup agens antagonis yang terkandung di dalamnya dengan cukup baik, meskipun viabilitasnya menurun bila disimpan dalam jangka waktu yang lama (Lewis dan Papavizas, 1985). Tingkat penurunan viabilitas antagonis dalam pelet sangat dipengaruhi oleh jenis substrat yang digunakan dalam pembentukan pelet. Substrat tersebut selain berfungsi sebagai pembawa juga sebagai makanan dasar antagonis dalam pelet (Lewis dan Papavizas, 1987).

Formulasi *Trichoderma* dalam bentuk tepung juga dapat dilakukan dengan beberapa media pembawa dari jenis bahan organik berupa sisa tanaman yang mudah tersedia. Hal tersebut didasarkan pada komposisinya yang minimal mengandung selulosa sehingga mampu digunakan sebagai medium bagi pertumbuhan jamur saprofitik secara umum seperti jenis *Trichoderma*. Selanjutnya pembuatan formulasi *Trichoderma* dengan medium cair juga dapat dilakukan dengan menggunakan fermentor sederhana. Medium cair yang digunakan sebagai bahan pembawa adalah dari ekstraksi bahan-bahan organik seperti alang-alang, kompos, pupuk kandang, dan sekam (Purwantisari dan Hastuti, 2009). Hasil penelitian Nurhidayati (2011) melaporkan bahwa ampas tebu merupakan media pertumbuhan yang terbaik untuk pertumbuhan *Tv-T1sk*.

Untuk pengembangan pemanfaatan *Tv-T1sk* sebagai agen pengendali hayati, maka isolat ini perlu diformulasi menggunakan ampas tebu yang telah terbukti efektif sebagai bahan pembawa. Oleh karena itu penulis telah melakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh Lama Penyimpanan beberapa Formulasi *Trichoderma viride* terhadap Viabilitas dan Daya Antagonisnya dalam Menekan *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense* (*Foc*) secara *in Vitro*”**. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui viabilitas dan daya antagonis *Tv-T1sk* yang diformulasi terhadap *Foc* dengan lama penyimpanan yang berbeda.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jamur *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense* (Foc)

Jamur *Fusarium oxysporum* Schlenceh f.sp *cubense* (E. F. Smith) Snyder. Et Hans (Foc) merupakan penyebab penyakit layu fusarium (Semangun, 2000). Jamur Foc termasuk ke dalam Kingdom : Fungi, Divisi : Eumycota, Sub Divisi : Deuteromycotina, : Kelas : Hypomycetes, : Ordo : Moniliales, : Famili : Tuberculariaceae, Genus : *Fusarium*, Spesies : *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense* (Istiningdyah, 2010). Jamur ini merupakan patogen yang paling berbahaya dan mengancam pertanian pisang di dunia (Pegg *et al.*, 1996).

Untuk pertama kali penyakit layu *Fusarium* atau penyakit Panama ditemukan di Amerika Tropika menjelang berakhirnya abad ke-19 tetapi kerugiannya baru terasa pada tahun 1910-an pada waktu jenis "Gros Michel" (Pisang Ambon) ditanam secara besar-besaran (Stover, 1972 *cit.* Semangun, 2000). Di Indonesia, Foc dilaporkan pertama kali menyerang pertanian pisang di Jawa pada tahun 1901 (Nasir dan Jumjunidang, 2002).

Menurut Semangun (2000), di alam Foc akan membentuk konidium pada suatu badan yang disebut sporodokium, yang dibentuk pada permukaan tangkai atau daun sakit pada tingkat yang telah lanjut. Konidium terbentuk pada ujung cabang utama. Mikrokonidium bersel satu atau dua berwarna hialin, lonjong berukuran $5-7 \times 2,5-3 \mu\text{m}$. Makrokonidium berbentuk bulan sabit, bertangkai kecil, kebanyakan bersel empat, hialin, berukuran $22-36 \times 4-5 \mu\text{m}$. Klamidospora bersel satu, lonjong atau bulat, berukuran $7-13 \times 7-8 \mu\text{m}$.

Klamidospora dihasilkan bila keadaan lingkungan tidak sesuai bagi patogen dan berfungsi untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya dari serangan mikroorganisme lain (Sastrahidayat, 1992). Klamidospora biasanya berada di dalam tanah dan akan terangsang berkecambah bila terdapat perakaran tanaman pisang. Setelah berkecambah, miselium akan menghasilkan konidia dalam waktu 2-3 hari (Stover, 1972 *cit.* Sahlan dan Hermanto, 1996).

Penyakit layu fusarium bersifat fatal dan menyerang tanaman pada berbagai fase pertumbuhan. Baik saat tanaman masih berupa anakan ataupun menjelang saat panen. Sekali terserang, tanaman terinfeksi tidak dapat diselamatkan lagi (Nasir dan Jumjunidang, 2002). Cara pengendalian yang perlu dikembangkan adalah pemanfaatan mikroorganisme sebagai agen pengendali yang merupakan bagian dari pengendalian hayati atau biologi (Chailani, 1995). Salah satu agen biokontrol yang bersifat mikoparasit dan dapat digunakan untuk mengendalikan jamur-jamur patogen penting dengan menambahkan biomassa mikoparasit ini ke dalam tanah (Weinding, 1932 *cit.* Jeffries dan Young, 1994).

2.2 *Trichoderma*

Trichoderma sp. merupakan jamur antagonis yang banyak terdapat di tanah dan digunakan untuk mengendalikan patogen tanah. Klasifikasi jamur *Trichoderma viride* menurut Alexopoulos dan Mims (1979) Kingdom : Fungi, Divisi : Amastigomycota, Sub Divisi : Deuteromycotina, Kelas : Deuteromycetes, Ordo : Moniliales, Famili : Moniliaceae, Genus : *Trichoderma*, Spesies : *Trichoderma viride*. Koloni dari jamur *Trichoderma* berwarna putih, kuning, hijau muda, dan hijau tua. Ciri-cirinya yaitu jamur ini berwarna hijau seperti lumut tetapi lebih cerah. Penampilan warna ini disebabkan oleh pewarnaan fialospora, jumlah spora dan adanya perpanjangan hifa steril. Jamur *Trichoderma* juga menghasilkan sejumlah besar enzim ekstraseluler b (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 dapat pula menyerang dan menghancurkan propagul patogen yang ada disekitarnya, salah satunya adalah jamur *Trichoderma viride* yang menghasilkan 2 jenis antibiotik yaitu gliotoksin dan viridin yang dapat melindungi bibit tanaman dari serangan penyakit rebah kecambah (Ramada, 2008).

Trichoderma viride mempunyai struktur antara lain miselium bersepta, bercabang banyak, konidia bersepta dan cabang yang paling ujung berfungsi sebagai

sterigma. Konidiofornya bercabang berbentuk *verticillate*. Pada bagian ujung konidiofornya tumbuh sel yang bentuknya menyerupai botol (*fialid*), sel ini dapat berbentuk tunggal maupun berkelompok. Konidianya berwarna hijau cerah bergerombol membentuk menjadi seperti bola dan berkas-berkas hifa terlihat menonjol jelas diantara konidia (Frazier dan Westhoff, 1981). *Trichoderma* berkembang biak secara aseksual dengan membentuk spora di ujung *fialid* atau cabang dari hifa (Pelczar dan Reid, 1974). Susunan sel jamur *Trichoderma* bersel banyak berderet membentuk benang halus yang disebut dengan hifa. Hifa pada jamur ini bersekat dan bercabang-cabang membentuk anyaman yang disebut miselium. Miseliumnya dapat tumbuh dengan cepat dan dapat memproduksi berjuta-juta konidia, karena sifatnya inilah *Trichoderma* dikatakan memiliki daya kompetitif yang tinggi (Alexopoulos and Mims, 1979). Dalam pertumbuhannya, bagian permukaan akan terlihat putih bersih dan bermiselium kusam. Setelah dewasa, miselium memiliki warna hijau kekuningan (Larry, 1977).

Besty (2011) melaporkan bahwa kolonisasi *Trichoderma viride* strain Tv-T1sk pada akar pisang dapat menurunkan tingkat serangan penyakit layu *Fusarium* sebesar 93,33 %. Selanjutnya penelitian Nurhidayati (2011) melaporkan bahwa ampas tebu merupakan media pertumbuhan yang terbaik untuk pertumbuhan Tv-T1sk. Pengendalian hayati yang dilakukan tidak hanya bergantung pada agen pengendali hayati saja tetapi cara dan strategi untuk mempertahankan tingkat populasi dan aktivitasnya terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sehingga pengendalian hayati yang dilakukan menjadi efektif. Menjaga kualitas dari agen pengendali hayati, metode yang digunakan untuk pembuatannya, formulasi, dan aplikasinya merupakan hal yang penting karena dapat mempengaruhi efikasi dari agen pengendali hayati itu sendiri (Cook and Baker, 1983).

2.3 Formulasi dan Lama Penyimpanan

Formulasi penting dilakukan supaya agens hayati yang berpotensi untuk pengendalian patogen dapat disebarluaskan kepada pengguna atau petani. Pembuatan formula juga memegang peranan penting bagi pemasaran dan tujuan jangka panjang

seperti memperbaiki kemampuan agensia di lingkungan, kemudahan penyiapan dan penerapan, kestabilan produk di penyimpanan, ketepatan sasaran, perlindungan agensia dari faktor lingkungan yang berbahaya serta peningkatan keaktifan agensia (Soesanto, 2008).

Karakter formulasi yang ideal untuk agens hayati adalah : 1) dapat meningkatkan umur simpan, 2) tidak bersifat fitotoksik bagi tanaman, 3) dapat larut dalam air, 4) toleran terhadap kondisi lingkungan yang kurang baik, 5) hemat biaya dan efektif untuk pengendalian penyakit tanaman, dan 6) harus kompatibel dengan senyawa agrokimia lainnya (Nakkeeran *et al.*, 2005).

Adanya formulasi terhadap agensia hayati ditujukan untuk mengatasi permasalahan atau kendala di lapang, sehingga agensia hayati tersebut mampu bekerja dengan kinerja yang tetap dapat dipertahankan dengan baik. Formulasi dengan susunan zat pembawa yang tepat dan dapat diperkaya dengan bahan tambahan atau tambahan nutrisi, akan dapat menyediakan nutrisi yang cukup bagi agensia hayati ketika diterapkan di lapang. Keberadaan nutrisi di dalam formula agensia hayati dapat menjadi sumber nutrisi bagi agensia tersebut untuk berkecambah, tumbuh, dan berkembang atau berbiak (Soesanto, 2008).

Bahan formulasi secara umum mengandung bahan pengisi, pelembab, pengikat, dan pengemulsi. Bahan pengisi adalah bahan tambahan untuk mengikat protein aktif dipilih dari bahan yang mudah larut dalam air seperti talcum, tepung kedelai, tepung jagung. Bahan pelembab adalah bahan yang bermanfaat untuk melindungi produk agar tetap dalam kondisi kelembaban tertentu seperti deterjen. Bahan pengikat yaitu bahan yang digunakan untuk membentuk lapisan kedap air dan protein aktif menempel pada tanaman dapat berupa molasses, sirup, dan getah. Bahan pengemulsi digunakan jika produk berbentuk konsentrasi dalam air atau minyak. Bentuk emulsi minyak biasanya digunakan minyak sayur karena dianggap cukup aman jika disemprotkan ke tanaman buah atau sayuran (Suwahyono, 2010).

Formulasi agensia pengendali hayati dengan bahan tambahan akan memberikan kemampuan pada agensia untuk bertahan hidup. Hal ini terjadi karena adanya pasokan nutrisi yang berasal dari bahan tambahan, misalnya lipopolisakarida,

yang membungkus agensia pengendali hayati tersebut. Selain itu, adanya formulasi akan melindungi agensia pengendali hayati dari pengaruh faktor lingkungan yang kurang atau tidak menguntungkan bagi pertumbuhan dan perkembangan agensia pengendali hayati tersebut. Hal ini berakibat agensia pengendali hayati mampu tumbuh dan mencapai sasaran patogen yang akan dikendalikan di dalam tanah (Soesanto, 2008).

Keberhasilan aplikasi agensia hayati terutama di lapangan dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi dalam bahan formulasi yang digunakan. Menurut Kredics *et al.*, (2003) keberhasilan efikasi formulasi *Trichoderma* sebagai pengendali jamur tular tanah ditentukan oleh beberapa faktor diantaranya kelembaban tanah, jenis tanah, metode dan waktu aplikasinya. Keberhasilan formulasi *Trichoderma harzianum* dengan bahan pembawa campuran alang-alang dan tanah sebagai substrat tumbuhnya dapat menghambat pertumbuhan jamur *Phytophthora capsici* penyebab penyakit busuk pangkal batang pada tanaman lada (Manohara, 2008). Hasil penelitian Umrah (2009) menunjukkan bahwa *Trichoderma* sp yang dibentuk kedalam formulasi tablet mampu menekan pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora* penyebab penyakit busuk buah pada tanaman kakao.

Masalah kestabilan bahan hayati, khususnya agensia pengendali hayati perlu dipecahkan dan perlu ditingkatkan. Hal ini sangat tergantung pada jenis agensia pengendali hayati yang terlibat. Misalnya, jamur sebaiknya disimpan dalam bentuk stadium istirahatnya dan perlunya penambahan bahan tambahan untuk mencegah pertumbuhan prematur. Faktor kelembaban juga menjadi faktor kritis dalam penyiapan jamur pengendali hayati. Pada beberapa kasus, bahan tambahan yang digunakan dapat menghambat perkecambahan mikroba setelah penerapan di lapang (Soesanto, 2008).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Fitopatologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas pertanian Universitas Andalas Padang pada bulan April-Agustus 2011 (Lampiran 1).

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat *Trichoderma viride* strain T1sk (isolat Tv-T1sk diambil dari rizosfir tanaman pisang yang terserang oleh *Foc* di Kabupaten Tanah Datar) yang merupakan koleksi Dr. Ir. Nurbailis, medium *Potato Dextrosa Agar* (PDA), medium McFadden & Sutton's RB-S-F (medium spesifik *Trichoderma* spp), ampas tebu, tanah steril, tepung tapioka, gula pasir, plastik kaca, akuades, alkohol 70%, KMnO₄, spritus, tisu, kertas saring, *Aluminium foil*, dan kertas label.

Alat yang digunakan adalah cawan petri, labu *erlenmeyer*, *haemocytometer*, *cork borer*, *autoclave*, ayakan, gelas piala, batang pengaduk, gelas ukur, pipet tetes, *shaker*, botol skot, testube, rak testube, *cover glass*, gelas objek, blender, timbangan, oven, *entcase*, mikroskop, botol suntik, kamera, pisau scapel, kompor listrik, gunting, dan alat-alat tulis.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan beberapa seri pengujian. Perlakuan yang digunakan adalah Tv-T1sk yang diformulasi, yaitu :

- A. Formulasi tepung
- B. Formulasi pelet
- C. Formulasi cair
- D. Substrat ampas tebu
- E. Medium agar

Sedangkan seri pengujian adalah lama penyimpanan masing-masing perlakuan (0, 15, 30, 45, 60, dan 75 hari). Masing-masing formulasi Tv-T1sk dalam

setiap seri pengujian diulang 4 kali. Data dianalisis secara sidik ragam, jika berbeda nyata dilanjutkan dengan Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf nyata 5% (Lampiran 2).

3.4 Pelaksanaan

3.4.1 Peremajaan isolat *Tv-T1sk*

Sumber isolat *Tv-T1sk* diperoleh dari laboratorium Fitopatologi Fakultas Pertanian Universitas Andalas (koleksi Dr. Ir. Nurbailis, MS). Isolat tersebut diremajakan pada cawan petri yang berisi medium PDA. Setelah didapatkan kultur murni maka dipindahkan ke medium PDA baru, dan diinkubasi selama 6 hari pada suhu ruang. Koloni *Tv-T1sk* berwarna hijau dan sedikit keputihan (Gambar 1).



Gambar 1. Isolat *Tv-T1sk* pada media PDA umur 6 hari

3.4.2 Penyiapan ampas tebu dan perbanyakan *Tv-T1sk*

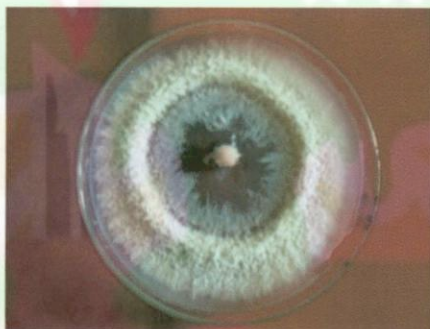
Ampas tebu diperoleh dari tempat penjualan air tebu di gedung PKM Universitas Andalas. Ampas tebu kemudian dipotong kecil-kecil dengan ukuran 0,5 cm, lalu dilembabkan dan dimasukkan ke dalam plastik kaca. Setelah itu disterilkan dengan *autoclave* selama 1 jam kemudian didinginkan. Media ampas tebu yang telah disterilkan kemudian diinokulasi dengan biakan *Tv-T1sk* dengan menggunakan *Cork borer* yang berdiameter 0,5 cm, lalu diinkubasi selama 15 hari (Gambar 2).



Gambar 2. Isolat *Tv-T1sk* pada media ampas tebu (15 hsi)

3.4.4 Perbanyakan inokulum *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense*

Jamur *Foc* diremajakan dalam cawan petri yang berisi medium PDA, setelah didapatkan kultur murni isolat tersebut dipindahkan ke medium PDA lain, lalu diinkubasi selama 6 hari pada suhu ruang (Gambar 3).



Gambar 3. Isolat *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense* pada media PDA umur 6 hari

3.5 Pembuatan Formulasi *Tv-T1sk*

3.5.1 Formulasi tepung

Isolat *Tv-T1sk* yang telah dibiakkan diinokulasikan pada ampas tebu yang telah disterilkan dan diinkubasi selama 15 hari. Lalu ampas tebu diblender sampai halus, kemudian ditimbang sebanyak 5 g dan dicampur dengan tanah steril sebanyak 5 g, perbandingan ampas tebu dengan tanah steril yaitu 1:1 (Gambar 4) (Nurbailis dan Martinius, 2010).



Gambar 4. Formulasi tepung Tv-T1sk

3.5.2 Formulasi pelet

Isolat Tv-T1sk yang telah dibiakkan diinokulasikan pada ampas tebu yang telah disterilkan dan diinkubasi selama 15 hari. Kemudian ampas tebu diblender sampai halus, lalu ditimbang sebanyak 7,5 g dan dicampur dengan tepung tapioka yang telah dimasak dengan aquades sebanyak 2,5 g. Perbandingan ampas tebu dengan tepung tapioka yaitu 3:1. Kemudian adonan tersebut dibentuk seperti pelet dengan ukuran 0,5 cm (Gambar 5) (Nurbailis dan Martinius, 2010).

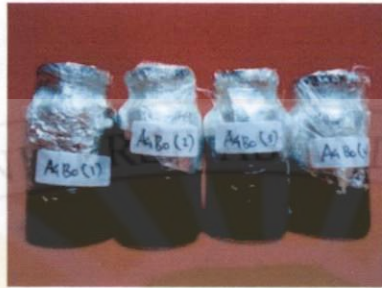


Gambar 5. Formulasi pelet Tv-T1sk

3.5.3 Formulasi cair

Ampas tebu ditimbang sebanyak 150 g dimasukkan ke dalam 1000 ml aquades dan direbus selama 10 menit. Lalu ekstrak yang didapat disaring dan ditampung dalam gelas piala, bila perlu tambahkan aquades agar volume tetap 1000 ml. Kemudian ditambahkan gula pasir sebanyak 10 g lalu diaduk sampai larut, larutan ekstrak dan gula pasir yang didapat disaring dan dimasukkan ke dalam *erlenmeyer* lalu disterilkan ke dalam *autoclave* pada temperatur 121°C dengan tekanan 1,5 atm

selama 15 menit, kemudian didinginkan lalu tambahkan KMnO_4 3 g dan diaduk sampai rata, setelah itu diinokulasikan dengan isolat *Tv-T1sk* lalu dishaker selama 7 hari. Setelah itu larutan formulasi tersebut dimasukkan ke dalam masing-masing botol perlakuan sebanyak 10 ml (Gambar 6) (Susiana, 2007 *cit.* Nurbailis dan Martinius, 2010).



Gambar 6. Formulasi cair *Tv-T1sk*

3.5.4 Substrat ampas tebu

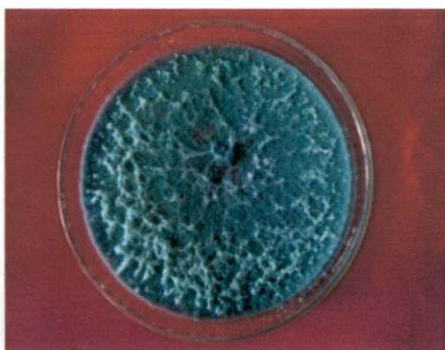
Ampas tebu yang telah disterilkan lalu didinginkan, kemudian ampas tebu tersebut diinokulasikan dengan *Tv-T1sk* dan diinkubasi selama 15 hari, setelah itu dimasukkan ke dalam plastik kaca sebanyak 10 g (Gambar 7) (Nurbailis dan Martinius, 2010).



Gambar 7. Ampas tebu tanpa formulasi

3.5.5 Medium agar

Isolat *Tv-T1sk* diremajakan kembali pada cawan petri yang berisi medium PDA, setelah didapatkan kultur murni maka isolat tersebut dipotong sekitar 1 cm lalu dipindahkan ke dalam cawan petri yang telah berisi medium PDA (Gambar 8) (Nurbailis dan Martinius, 2010).



Gambar 8. *Tv-T1sk* pada media agar

3.6 Pengamatan

3.6.1 Kerapatan konidia pada masing-masing formulasi

Kerapatan konidia *Tv-T1sk* yang telah diformulasi dihitung dengan cara mengambil 1 g dari masing-masing formulasi lalu dicampur dengan 10 ml akuades steril, dan dihomogenkan kemudian dilakukan perhitungan konidia di bawah mikroskop dengan menggunakan *haemocytometer*.

3.6.2 Daya kecambah konidia masing-masing formulasi

Daya kecambah konidia ditentukan dengan menggunakan *slide culture*. Medium PDA dengan luas sekitar 1 cm² dan tebal 1 – 2 mm diletakkan di atas gelas objek steril. Di atas medium ditetaskan 10 µl suspensi konidia dari masing-masing formulasi yang mengandung 10⁶ konidia/ml. Gelas objek tersebut ditempatkan pada cawan petri yang steril yang telah dilapisi kertas saring lembab, setelah itu diinkubasi selama 18 jam pada suhu ruang dan diamati di bawah mikroskop. Konidia dinyatakan berkecambah apabila tabung kecambah telah melebihi diameter konidia.

3.6.3 Jumlah propagul *Tv-T1sk* pada masing-masing formulasi

Jumlah propagul formulasi *Tv-T1sk* diamati dengan cara menghitung propagul masing-masing formulasi *Tv-T1sk* dengan metode cawan tuang. Pengamatan ini dilakukan dengan cara mengambil sebanyak 1 g dari masing-masing formulasi *Tv-T1sk* yang telah diformulasi kemudian ditambahkan dengan 10 ml aquades diencerkan sampai 10⁻⁴. 1 ml dari pengenceran 10⁻⁴ ditambah 9 ml medium

spesifik *Trichoderma* spp. dan diinkubasi selama 4 hari. Propagul dihitung dengan menggunakan rumus Herr (1959) *cit.* Busniah *et al.*, 1990 :

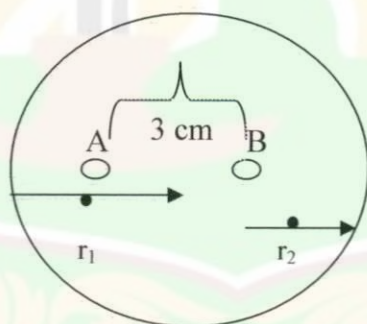
$$A = \frac{K(100 + KA)}{100} \times P$$

Keterangan:

- A = Jumlah propagul / g bahan
 K = Jumlah koloni *Trichoderma* spp/ petri
 KA = Kadar air bahan
 P = Pengenceran

3.6.4 Daya antagonis *Tv-T1sk* yang diformulasi menggunakan metode biakan ganda

Metode ini digunakan untuk mengamati kemampuan dari *Tv-T1sk* yang diformulasi dengan penyimpanan yang berbeda dalam menekan pertumbuhan miselium *Foc*. Metode ini dilakukan dengan cara menumbuhkan potongan biakan *Tv-T1sk* yang diformulasi dengan *Foc* yang masing-masing berdiameter 5 mm dibiakkan secara bersama-sama dalam cawan petri yang berisi PDA. Jarak antara kedua potongan jamur tersebut 4 cm. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 9. Pengujian antagonis dengan metode biakan ganda

Keterangan :

- A = Potongan biakan koloni formulasi *Tv-T1sk* (jamur antagonis)
 B = Potongan biakan koloni *Foc* (jamur uji)

Kemampuan formulasi *Tv-T1sk* dalam menekan *Foc* dihitung dengan menggunakan rumus (Fokkema *cit.* Skidmore, 1977), yaitu :

$$P = \frac{r_1 - r_2}{r_1} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Kemampuan menghambat jamur uji

r_1 = Jari-jari koloni jamur *Tv-T1sk* yang mendekati jamur uji

r_2 = Jari-jari koloni *Foc* yang menjauhi jamur uji

Perubahan yang diamati pada pengujian di Laboratorium adalah daya penghambatan masing-masing formulasi *Tv-T1sk* diukur setiap hari setelah *Foc* dan *Tv-T1sk* ditumbuhkan secara bersamaan pada cawan petri yang telah berisi PDA. Pengamatan dihentikan setelah cawan petri penuh.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Kerapatan konidia Tv-T1sk pada berbagai formulasi

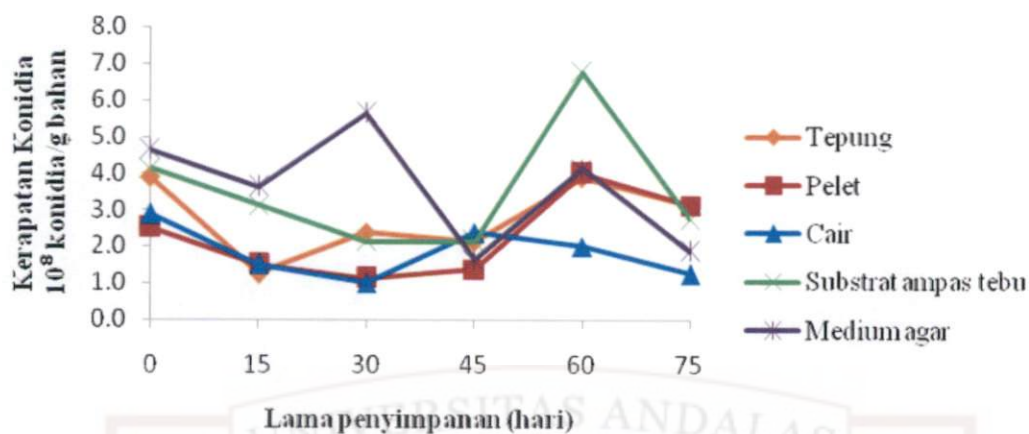
Kerapatan konidia Tv-T1sk pada berbagai formulasi dengan lama penyimpanan yang berbeda memperlihatkan hasil berbeda nyata antar perlakuan (Lampiran 3a dan 3b). Hasil uji lanjut ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kerapatan konidia *Trichoderma viride* pada berbagai formulasi dengan lama penyimpanan yang berbeda

Formulasi	Kerapatan konidia (x 10 ⁸ konidia/g bahan)					
	Lama Penyimpanan (hari)					
	0	15	30	45	60	75
Tepung	3,88 abA	1,25 bC	2,38 bB	2,13 abBC	3,88 bA	3,13 aAB
Pelet	2,50 bB	1,50 bC	1,12 cC	1,38 bC	4,00 bA	3,13 aAB
Cair	1,38 abBC	1,50 bABC	1,00 cC	2,38 aA	2,00 cAB	1,25 cBC
Substrat ampas tebu	4,13 abB	3,13 aBC	2,13 bC	2,13 abC	6,75 aA	2,75 abC
Medium agar	4,63 aAB	3,6 aB	5,63 aA	1,63 abC	4,13 bB	1,88 bcC

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata antar jenis formulasi pada taraf 5% menurut DNMRT dan angka-angka yang diikuti oleh huruf besar yang sama pada baris yang sama berbeda tidak nyata antar lama penyimpanan yang berbeda pada taraf 5% menurut DNMRT.

Tabel 1 menunjukkan bahwa secara umum kerapatan konidia menurun setelah 15 hari penyimpanan. Pada formulasi tepung kerapatan konidia meningkat kembali setelah penyimpanan 60 dan 75 hari. Pada formulasi pelet kerapatan konidia terus menurun sampai penyimpanan 30 hari, sedangkan penyimpanan 60 dan 75 hari kerapatan konidianya meningkat dibandingkan dengan tanpa penyimpanan. Pada formulasi cair kerapatan konidianya lebih rendah dibandingkan dengan formulasi lainnya mulai dari 0 – 75 hari penyimpanan. Kerapatan konidia paling tinggi yaitu pada substrat ampas tebu dan medium agar dibandingkan pada Tv-T1sk yang diformulasi (Gambar 10).



Gambar 10. Kerapatan konidia *Tv-T1sk* yang diformulasi dengan lama penyimpanan yang berbeda.

Berdasarkan Gambar 10 terlihat bahwa kerapatan konidia *Tv-T1sk* pada berbagai formulasi berfluktuasi. Kerapatan konidia tertinggi pada formulasi tepung yaitu pada penyimpanan 0 dan 60 hari ($3,88 \times 10^8$ konidia/g bahan), Pada formulasi pelet kerapatan konidia tertinggi yaitu pada penyimpanan 60 hari ($4,00 \times 10^8$ konidia/g bahan), dan pada formulasi cair kerapatan konidia tertinggi pada penyimpanan 45 hari ($2,38 \times 10^8$ konidia/g bahan). Substrat ampas tebu dan medium agar memiliki nilai kerapatan konidia paling tinggi dibandingkan dengan *Tv-T1sk* yang diformulasi.

4.1.2 Daya kecambah konidia *Tv-T1sk* pada berbagai formulasi

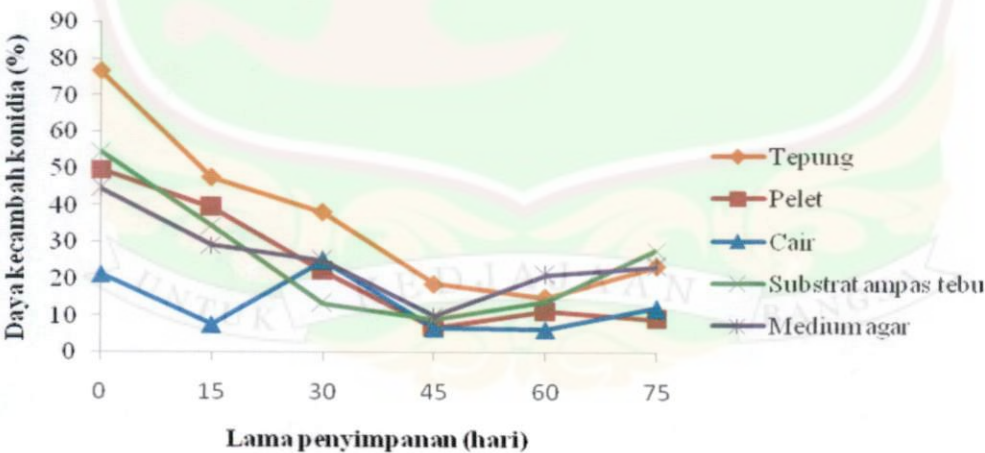
Daya kecambah konidia *Tv-T1sk* yang diformulasi dengan lama penyimpanan yang berbeda memperlihatkan hasil berbeda nyata antar perlakuan (Lampiran 3a dan 3b). Hasil uji lanjut ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Daya kecambah konidia *Trichoderma viride* pada berbagai formulasi dengan lama penyimpanan yang berbeda

Formulasi	Konidia berkecambah (%)					
	Lama Penyimpanan (hari)					
	0	15	30	45	60	75
Tepung	76,75 aA	47,75 aB	38,25 aB	18,75 aC	15,00 bC	23,50 bC
Pelet	49,75 bA	39,50 abB	22,25 bC	7,00 bD	11,25 bcD	9,25 cD
Cair	21,50 cA	7,75 cB	25,25 bA	6,75 bB	6,50 cB	12,25 cB
Substrat ampas tebu	54,75 bA	34,50 abB	13,50 cC	9,00 bC	14,00 bC	28,00 aB
Medium agar	44,75 bA	29,25 bB	25,25 bBC	10,00 bD	21,25 aC	23,50 bBC

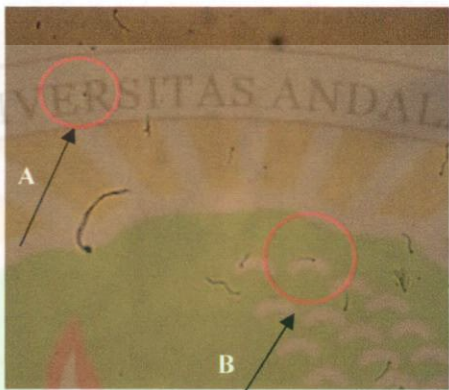
Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata antar jenis formulasi pada taraf 5% menurut DNMRT dan angka-angka yang diikuti oleh huruf besar yang sama pada baris yang sama berbeda tidak nyata antar lama penyimpanan yang berbeda pada taraf 5% menurut DNMRT.

Tabel 2 menunjukkan bahwa secara umum daya kecambah konidia menurun setelah 75 hari penyimpanan. Pada formulasi tepung daya kecambah konidia paling tinggi yaitu pada 0 hari penyimpanan (tanpa penyimpanan) dan menurun sampai 60 hari penyimpanan dan meningkat pada penyimpanan 75 hari dibandingkan pada substrat ampas tebu dan medium agar. Pada formulasi pelet daya kecambah menurun setelah 45-75 hari penyimpanan, sedangkan pada formulasi cair daya kecambah lebih rendah dibandingkan dengan formulasi lainnya mulai dari 0-75 hari penyimpanan (Gambar 11).



Gambar 11. Persentase konidia berkecambah Tv-T1sk yang diformulasi dengan lama penyimpanan yang berbeda.

Berdasarkan Gambar 11 terlihat bahwa daya kecambah menurun setelah 75 hari penyimpanan. Daya kecambah pada formulasi tepung dan pelet tertinggi yaitu 0 hari penyimpanan (tanpa penyimpanan) (76,75% dan 49,75%) dibandingkan pada substrat ampas tebu dan medium agar, sedangkan pada formulasi cair daya kecambah konidia tertinggi pada 30 hari penyimpanan yaitu (25,25%).



Gambar 12. Perkecambahan konidia *Tv-T1sk* yang diformulasi setelah diinkubasi selama 18 jam. a. konidia tidak berkecambah, b. konidia berkecambah.

4.1.3 Jumlah propagul *Tv-T1sk* pada berbagai formulasi

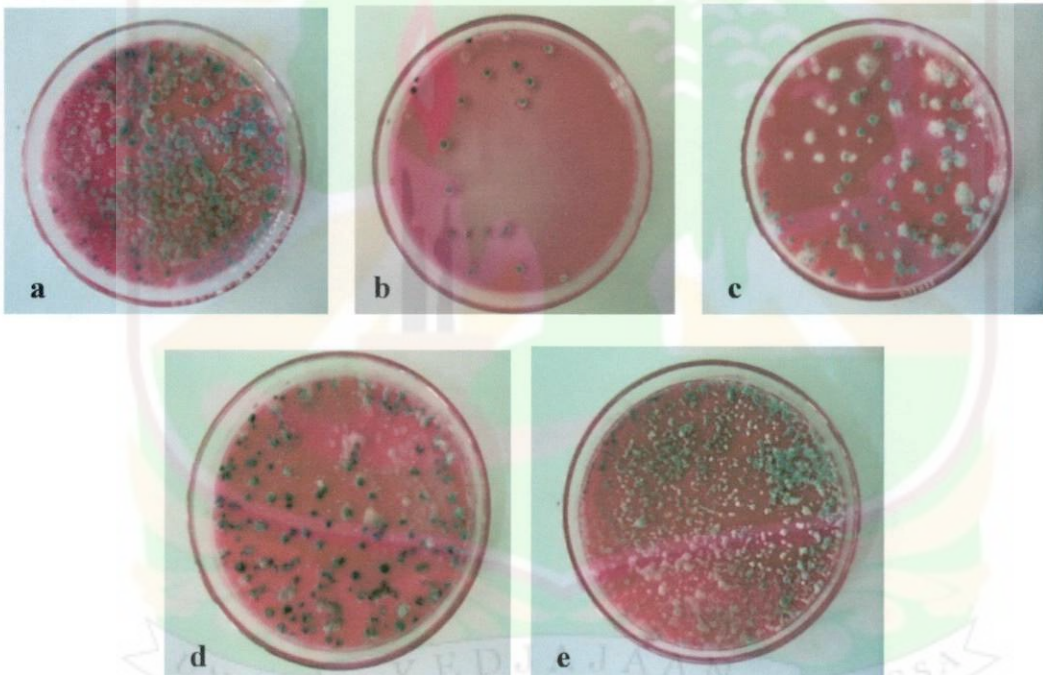
Jumlah propagul *Tv-T1sk* yang diformulasi dengan lama penyimpanan yang berbeda memperlihatkan hasil berbeda nyata antar perlakuan (Lampiran 3a dan 3b). Hasil uji lanjut ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah propagul *Trichoderma viride* yang diformulasi dengan lama penyimpanan yang berbeda

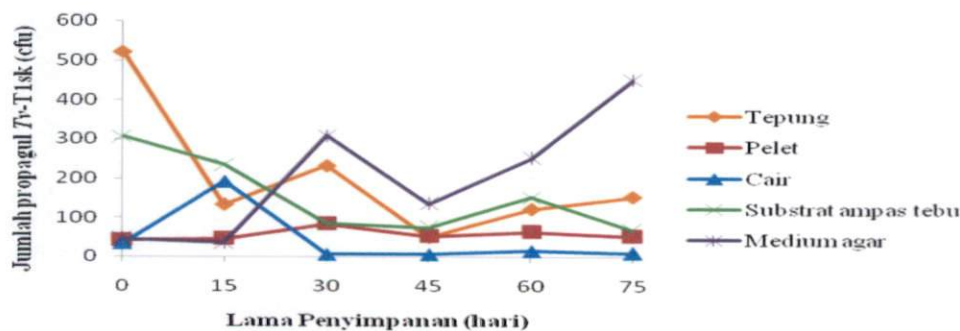
Formulasi	Jumlah propagul <i>Tv-T1sk</i> (cfu/g bahan)					
	Lama Penyimpanan (hari)					
	0	15	30	45	60	75
Tepung	5,22 x 10 ⁴ aA	1,33 x 10 ⁴ cC	2,32 x 10 ⁴ bB	0,50 x 10 ⁴ cA	1,21 x 10 ⁴ cD	1,53 x 10 ⁴ bCD
Pelet	0,42 x 10 ⁴ cD	0,46 x 10 ⁴ dCD	0,84 x 10 ⁴ cA	0,52 x 10 ⁴ cC	0,63 x 10 ⁴ dB	0,52 x 10 ⁴ cC
Cair	0,34 x 10 ⁴ cB	1,93 x 10 ⁴ bA	0,70 x 10 ⁴ dD	0,06 x 10 ⁴ dD	0,16 x 10 ⁴ eC	0,09 x 10 ⁴ dCD
Substrat ampas tebu	3,07 x 10 ⁴ bA	2,35 x 10 ⁴ aB	0,84 x 10 ⁴ cD	0,74 x 10 ⁴ bD	1,52 x 10 ⁴ bC	0,68 x 10 ⁴ cD
Medium agar	0,45 x 10 ⁴ cE	0,35 x 10 ⁴ dE	3,09 x 10 ⁴ aB	1,35 x 10 ⁴ aD	2,52 x 10 ⁴ aC	4,52 x 10 ⁴ aA

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata antar jenis formulasi pada taraf 5% menurut DNMRT dan angka-angka yang diikuti oleh huruf besar yang sama pada baris yang sama berbeda tidak nyata antar lama penyimpanan yang berbeda pada taraf 5% menurut DNMRT.

Tabel 3 menunjukkan bahwa secara umum jumlah propagul *Tv-T1sk* yang diformulasi menurun sampai 75 hari penyimpanan. Jumlah propagul tertinggi yaitu pada formulasi tepung dibandingkan dengan substrat ampas tebu dan medium agar. Pada formulasi tepung jumlah propagul menurun setelah 15 hari penyimpanan dan meningkat setelah 30 hari penyimpanan, sedangkan penyimpanan 45-75 hari jumlah propagul menurun. Pada formulasi pelet jumlah propagul meningkat setelah 30 hari penyimpanan dibandingkan dengan 0 dan 15 hari penyimpanan, dan jumlah propagul pada formulasi pelet menurun setelah 45-75 hari penyimpanan. Pada formulasi cair jumlah propagul lebih rendah dibandingkan dengan formulasi lainnya, jumlah propagul menurun setelah 45-75 hari penyimpanan (Gambar 13).



Gambar 13. Kerapatan koloni dari propagul *Tv-T1sk* yang diformulasi penyimpanan 75 hari a. formulasi tepung, b. formulasi cair, c. formulasi pelet, d. Substrat ampas tebu, e. Medium agar.



Gambar 14. Jumlah koloni *Tv-T1sk* yang diformulasi dengan lama penyimpanan yang berbeda.

Berdasarkan Gambar 14 terlihat bahwa jumlah propagul *Tv-T1sk* pada berbagai formulasi menurun setelah 75 hari penyimpanan. Jumlah propagul tertinggi yaitu pada formulasi tepung tanpa penyimpanan yaitu ($5,22 \times 10^4$ cfu/g bahan) dibandingkan dengan substrat ampas tebu dan medium agar. Pada formulasi pelet jumlah propagul tertinggi yaitu 30 hari penyimpanan ($0,84 \times 10^4$ cfu/g bahan), sedangkan pada formulasi cair jumlah propagul tertinggi yaitu pada 15 hari penyimpanan ($1,93 \times 10^4$ cfu/g bahan).

4.1.4 Daya antagonis *Tv-T1sk* pada berbagai formulasi menggunakan metode biakan ganda

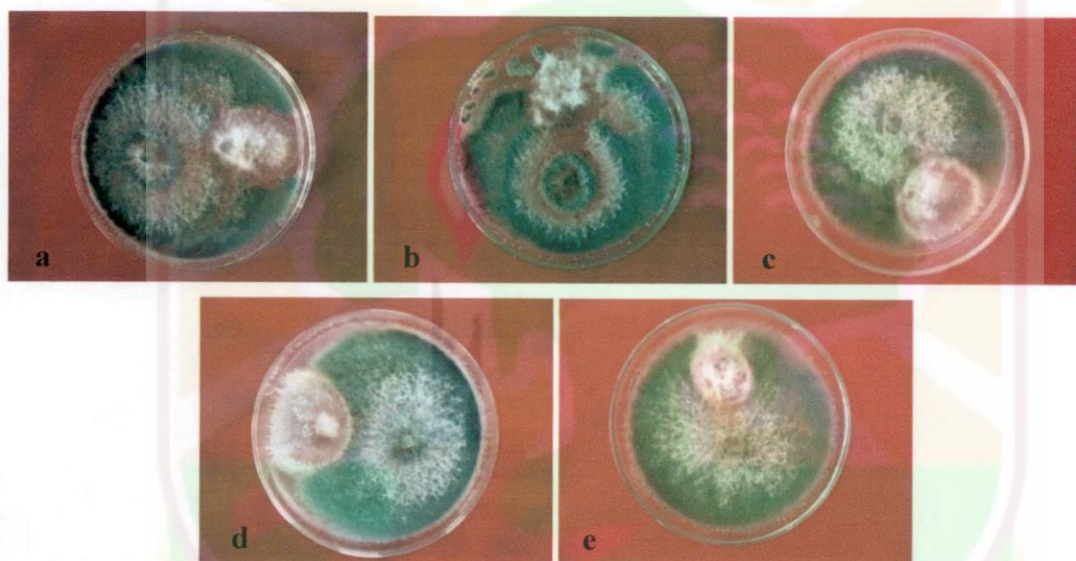
Daya antagonis *Tv-T1sk* yang diformulasi dengan lama penyimpanan yang berbeda memperlihatkan hasil berbeda nyata antar perlakuan (Lampiran 3a dan 3b). Hasil uji lanjut ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Daya antagonis *Trichoderma viride* pada berbagai formulasi dengan lama penyimpanan yang berbeda

Formulasi	Daya hambat formulasi Tv_T1sk (cm)					
	Lama Penyimpanan (hari)					
	0	15	30	45	60	75
Tepung	74,56 aAB	15,62 cD	63,61 abC	68,37 abBC	73,92 bcAB	81,85 aA
Pelet	43,81 bD	69,22 aABC	57,60 abCD	64,68 abBC	79,28 abAB	83,57 aA
Cair	27,33 cC	48,45 bB	48,08 bB	70,20 aA	62,43 dAB	69,00 bA
Substrat ampas tebu	39,34 bC	32,07 bcB	69,38 abAB	59,78 abB	83,46 aA	85,33 aA
Medium agar	16,45 cD	32,52 bcC	77,13 aA	53,22 bB	66,80 cdA	76,12 abA

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata antar jenis formulasi pada taraf 5% menurut DN MRT dan angka-angka yang diikuti oleh huruf besar yang sama pada baris yang sama berbeda tidak nyata antar lama penyimpanan yang berbeda pada taraf 5% menurut DN MRT.

Tabel 4 menunjukkan bahwa kemampuan daya antagonis meningkat setelah 75 hari penyimpanan baik pada substrat ampas tebu dan medium agar. Pada formulasi tepung daya antagonis meningkat pada 75 hari penyimpanan dibandingkan dengan 0-60 hari penyimpanan. Pada formulasi pelet daya antagonis juga meningkat pada 75 hari penyimpanan dibandingkan pada 0-60 hari penyimpanan. Pada formulasi cair daya antagonis lebih rendah dibandingkan dengan formulasi lainnya. Kemampuan daya antagonis pada formulasi cair meningkat setelah 45 hari penyimpanan dibandingkan 0-30 hari penyimpanan dan menurun setelah 60-75 hari penyimpanan. Kemampuan daya hambat dari formulasi *Tv-T1sk* dapat dilihat pada (Gambar 15).



Gambar 15. Kemampuan daya hambat *Tv-T1sk* yang diformulasi terhadap *Foc* penyimpanan 75 hari a. formulasi pelet, b. formulasi cair, c. formulasi tepung, d. Substrat ampas tebu, e. Medium agar.

4.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap viabilitas dan daya antagonis pada berbagai formulasi Tv-T1sk menunjukkan bahwa ketiga jenis formulasi Tv-T1sk mampu menekan *Foc* secara *in vitro*. Kemampuan tertinggi dari ketiga jenis formulasi Tv-T1sk dalam menekan *Foc* yaitu formulasi tepung. Pada formulasi tepung digunakan tanah steril sebagai bahan pembawa, tanah merupakan habitat asli dari jamur *Trichoderma*. Daya tahan hidup Tv-T1sk akan lebih baik pada tanah tersebut. Menurut Klein dan Eveleigh (1998) *Trichoderma* spp. dapat tumbuh subur pada tanah yang lembab dan banyak mengandung bahan organik atau serasah hasil hutan. Tinggi rendahnya populasi propagul *Trichoderma* spp. di dalam tanah ditentukan oleh kandungan bahan organik tanah (Saju *et al.*, 2002).

Pada formulasi pelet bahan pembawa yang digunakan adalah tepung tapioka. Tepung tapioka merupakan bahan pembawa yang kurang bagus untuk pertumbuhan jamur *Trichoderma*. Rendahnya viabilitas dan daya antagonis pada formulasi pelet disebabkan karena tepung tapioka yang digunakan sebagai bahan pembawa formulasi pelet kurang sesuai dengan pertumbuhan jamur Tv-T1sk. (Lewis dan Papavizas, 1987) melaporkan bahwa tingkat penurunan viabilitas antagonis dalam pelet sangat dipengaruhi oleh jenis substrat yang digunakan dalam pembentukan pelet. Substrat tersebut selain berfungsi sebagai pembawa juga sebagai makanan dasar antagonis dalam pelet. Selain itu pelet mampu mempertahankan kelangsungan hidup agens antagonis yang terkandung di dalamnya dengan cukup baik, meskipun viabilitasnya menurun bila disimpan dalam jangka waktu yang lama (Lewis dan Papavizas, 1985).

Rendahnya viabilitas dan daya antagonis pada formulasi cair disebabkan karena pada formulasi cair kekentalannya harus selalu diperhatikan setiap saat agar tidak terjadi endapan pada formulasi tersebut. Produk dengan bahan dasar air, seperti beberapa pemformulaan bakulovirus kemungkinan mendukung pertumbuhan mikroba kontaminan. Kontaminan mungkin termasuk juga antagonis dari organisme yang diformula, yang menyebabkan perubahan pH karena penumpukan produk limbah atau menghasilkan enzim yang berbahaya bagi organisme. Apabila pemformulaan dalam bentuk cair, maka harus diperhatikan kekentalannya selama penyimpanan sehingga

tidak terjadi penggumpalan atau pengendapan. Selain itu, apabila kondisi penyimpanan agensia pengendali hayati kurang sesuai, hal ini akan berpengaruh terhadap daya tahan hidup mikroba antagonis tersebut. Kelembaban ruang simpan produk formula juga memegang peranan penting karena dapat merusak formula agensia pengendali hayati. Ruang simpan yang lembab akan meningkatkan penyerapan kelembaban oleh produk formula. Hal ini erat kaitannya dengan sifat higroskopis produk tersebut, yang dapat menyebabkan rusaknya formula, khususnya pada suhu tinggi (Soesanto, 2008).

Lama penyimpanan sangat berpengaruh terhadap viabilitas formulasi Tv-T1sk. Secara umum semakin lama penyimpanan semakin menurun daya viabilitas dari formulasi tersebut. Hal ini dapat dilihat pada daya kecambah konidia yang menurun setelah 75 hari penyimpanan. Darnetty (2006) melaporkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi daya kecambah jamur adalah suhu, kelembaban, pH, dan cahaya. Keberadaan nutrisi di dalam formula agensia hayati dapat menjadi sumber nutrisi bagi agensia tersebut untuk berkecambah, tumbuh, dan berkembang. Masalah kestabilan bahan hayati, khususnya agensia pengendali hayati perlu dipecahkan dan perlu ditingkatkan. Hal ini sangat tergantung pada jenis agensia pengendali hayati yang terlibat. Misalnya, jamur sebaiknya disimpan dalam bentuk stadium istirahatnya dan perlunya penambahan bahan tambahan untuk mencegah pertumbuhan prematur. Faktor kelembaban juga menjadi faktor kritis dalam penyiapan jamur pengendali hayati. Pada beberapa kasus, bahan tambahan yang digunakan dapat menghambat perkecambahan mikroba setelah penerapan di lapang (Soesanto, 2008).

Jumlah propagul Tv-T1sk menurun setelah 75 hari penyimpanan pada semua jenis formulasi (Tabel 3 dan Gambar 13). Menurut Kredics *et al.*, (2003) bahwa keberhasilan efikasi formulasi *Trichoderma* sebagai pengendali jamur tular tanah (*soilborne*) ditentukan oleh beberapa faktor diantaranya kelembaban tanah, jenis tanah, metode dan waktu aplikasinya. Percobaan membuat formulasi jamur *T. harzianum* juga telah dilakukan dengan beberapa jenis bahan pembawa dan menghasilkan formulasi dalam bentuk campuran alang-alang dan tanah sebagai substrat tumbuhnya, yang merupakan formulasi starter terbaik untuk diaplikasi sebagai pengendali *P.*

capsici. Propagul *T. harzianum* dalam formulasi starter tersebut dapat tetap hidup dan tetap bersifat antagonis terhadap *P. capsici* walaupun telah mengalami penyimpanan selama 6 bulan dalam kondisi suhu dalam ruangan (Manohara *et al.*, 2003). Selanjutnya Soesanto (2008) melaporkan bahwa agensia pengendali hayati akan mengalami perubahan selama disimpan. Semakin panjang waktu simpan produk agensia tersebut, semakin menurun daya tahan hidupnya. Waktu hidup 18 bulan merupakan waktu praktik minimum untuk pestisida mikroba.

Daya antagonis *Tv-T1sk* meningkat setelah 75 hari penyimpanan (Tabel 4 dan Gambar 15). Terjadinya peningkatan daya antagonis pada formulasi *Tv-T1sk* karena formulasi *Tv-T1sk* dibiakkan terlebih dahulu pada media agar, kemudian setelah biakan formulasi berumur 3 hari lalu dilakukan uji antagonis. Hal ini sesuai dengan pendapat (Widyastuti *et al.*, 2002) melaporkan bahwa jamur *Trichoderma* diduga memerlukan waktu penyesuaian yang lebih lama terhadap kondisi ruangan dan lingkungan. Daya hambat *Trichoderma reesei* dalam formula lebih tinggi dibandingkan *Trichoderma harzianum* dan *Trichoderma koningii*, baik dalam bentuk butiran maupun serbuk setelah penyimpanan 5 bulan. *Trichoderma* diduga memerlukan waktu penyesuaian yang lebih lama terhadap kondisi lingkungan inkubasi untuk memulai pertumbuhan dibandingkan suhu ruangan, penyimpanan pada suhu ruangan ini mempunyai beberapa keuntungan, yaitu lebih mudah, murah, dan hanya memerlukan peralatan yang sederhana bila dibandingkan dengan penyimpanan menggunakan suhu dingin.

Biopestisida dan mikroba menguntungkan biasanya dalam bentuk hidup meski sering dalam stadium istirahat, sehingga umumnya kurang stabil daripada bahan kimia, dan tidak dapat diubah dengan mudah untuk meningkatkan kestabilan. Akan tetapi, peningkatan kestabilan dapat dicapai melalui perlakuan sebelum pemformulaan, sebagai contoh, dengan kondisi pertumbuhan yang sesuai selama produksi, melalui penyimpanan yang sesuai untuk formulasi atau melalui pemrosesan yang sesuai setelah produksi, seperti pengeringan (Soesanto).

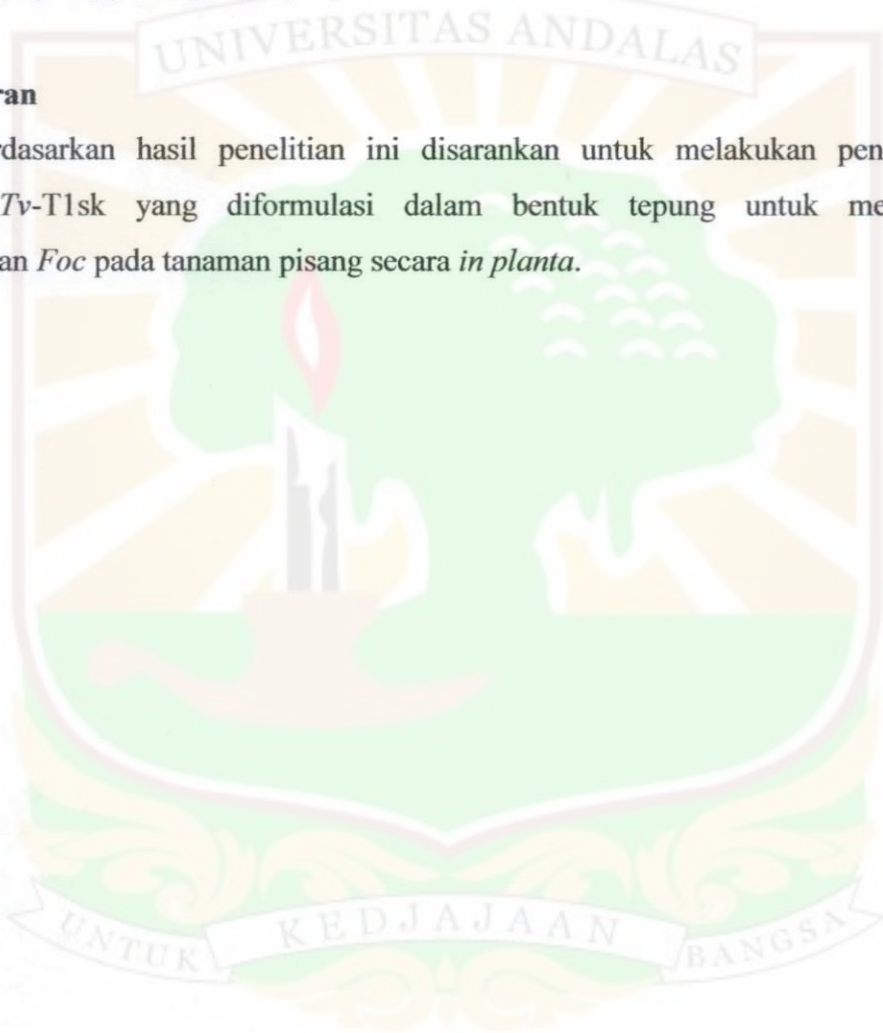
V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa ketiga jenis formulasi *Tv-T1sk* mampu menekan pertumbuhan *Foc* secara *in vitro*. *Tv-T1sk* yang diformulasi dalam bentuk tepung memperlihatkan daya antagonis dan viabilitas yang tinggi sampai penyimpanan 75 hari.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini disarankan untuk melakukan pengujian terhadap *Tv-T1sk* yang diformulasi dalam bentuk tepung untuk menekan pertumbuhan *Foc* pada tanaman pisang secara *in planta*.



DAFTAR PUSTAKA

- Alexopoulos, C. J. dan Mims. C. W. 1979. *Introductory Mycology*. Third edition John Wiley and Sons. New York. Chichester Brisbane. Toronto. 569 pp.
- Arwiyanto, 2003. Pengembangan Agens Hayati untuk Tanaman Hortikultura. Departemen Pertanian Jakarta.
- Besty, N. 2011. Kolonisasi *Trichoderma* spp. pada Akar Pisang dan Efek Penekanannya terhadap Penyakit Layu Fusarium. [Skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. 34 hal.
- Bernal, A., Andreu C. M., Moya M. M., Gonzalez, M. dan Fernandez, O. B. 2004. Use of *Trichoderma* spp. like Alternative ecological for the Control of *Fusarium oxysporum* Schlecht f.sp. *cubense* (E.F Smith) Snyder & Hans. Farming Research Center and Faculty of Farming Sciences. Central University of the Villas.
- Booth, C. 1971. The Genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute. England. 273 hal.
- Busniah, M., Trizelia., dan Habazar, T. 1990. Pengaruh Pemakaian Fungisida yang Intensif terhadap Kehidupan Mikroorganisme dan beberapa Patogen Tanaman dalam Tanah. Dalam Prosiding Seminar Perhimpunan Proteksi Tumbuhan Indonesia. Jakarta. Hal 113-120.
- Chailani, S. R. 1995. Pemanfaatan Mikroorganisme sebagai Agen Pengendalian Penyakit Tanaman secara Terpadu. Risalah Kongres Nasional XIII dan Seminar Ilmiah. PFI. Mataram dari tanggal 25-27 September 1995. Hal : 585-587.
- Cook, R. J., dan Baker, K. F. 1983. The Nature and Practise of Biological Control of Plant Pathogens. Amer. Phytopathology. Soc., St. Paul, Minnesota.
- Darnetty. 2006. Pengantar Mikologi. Padang. Andalas University press. 108 hal.
- Frazier, W. C. dan Westhoff, D. C. 1981. Food Microbiology. Tata McGraw Hill. Published Co. Ltd. New Delhi.
- Hapsari, B. 2003. Stop *Fusarium* dengan *Trichoderma*. Trubus 404-XXX. Hal (42-43).

- Istiningdyah, A. 2010. Pengenalan penyakit Tanaman disebabkan oleh Jamur. <http://anafzhu.blogspot.com/2009/06/cendawan-fusarium-sp.html>. Diakses pada tanggal [14 Desember 2011].
- Jeffries, P. dan Young, T. W . K. 1994. Interfungal Parasitic Relationship International Mycological Institute. CAB International. 296 hal.
- Klein, D. dan Eveleigh, D. E. 1998. Ecology of *Trichoderma* In *Trichoderma* and *Gliocladium*. Vol I (Eds) C.P. Kubicek and G. E. Harman. Taylor and Francis Ltd. London. 57-74.
- Kredics, L., Antal, Z., Manczinger, L., Scekere, A., Kevei, F., dan Nagry, E. 2003. Influence of Enviromental Parameters on *Trichoderma* Strains with Biocontrol Potential. Food Technol. Biotechnol. 41 (1) : 37-42.
- Larry, R. 1977. Food and Beverage Mycology Departement of Food Science Agricultural Experiment Station. University of Georgia.
- Lewis, J. A. dan Papavizas, G. C. 1985. Characteristic of Alginate Pellet Formulated with *Trichoderma* and *Gliocladium* and their Effect on the Proliferation of the Fungi in the Soil. Phytopathology 34 : 571-577.
- Lewis, J. A. dan Papavizas, G. C. 1987. Application of *Trichoderma* and *Gliocladium* in Alginate Pellets for Control of *Rhizoctonia* Dumping off. Phytopathology 36 : 438-446.
- Manohara, D., Mulya, K., Wahyuno, D., dan Noveriza, R. 2003. Viabilitas *Trichoderma harzianum* pada Berbagai Formula dan Efikasinya terhadap *Phytophthora capsici*. Risalah Simposium Nasional Penelitian PHT Perkebunan Rakyat. Bogor. 17-18`september 2002. Hal 199-206.
- Manohara, D. 2008. Pengaruh Kelengasan Tanah terhadap Daya Bertahan Hidup *Trichoderma harzianum* dan Efikasinya terhadap *Phytophthora capsici* L. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. Bul. Littro. Vol. XIX. No 2. 145-153.
- Nakkeeran, S., Fernando, W. G. D., dan Siddiqui, Z. A. 2005. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria Formulations and its Scope in Commercialization for the Management of Pests and Disease* 2. A. Siddiqui (ed), PGPR : Biocontrol and Biofertilization, 257-296. 2005 Springer, Dordrecht, The Netherlands.

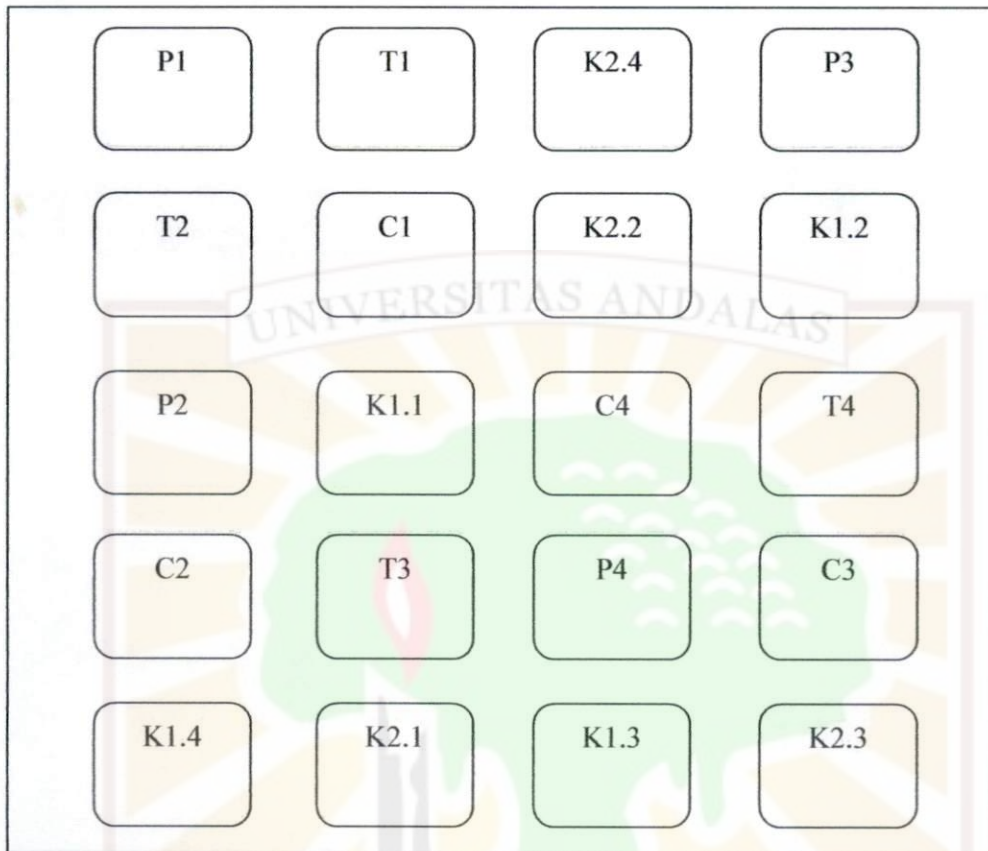
- Nasir, N. dan Jumjunidang. 2002. Strategi Jangka Pendek Menahan Laju Perluasan Serangan Penyakit Layu Pisang. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Pengendalian Penyakit Layu Pisang di Padang Tanggal 22-23 Oktober 2002. 10 hal.
- Nurbailis. 2008. Karakterisasi Mekanisme *Trichoderma spp.* dalam Pengendalian *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* Penyebab Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Pisang. [Disertasi]. Padang. Program Pascasarjana Universitas Andalas. 102 hal.
- Nurbailis dan Martinius. 2010. Pengendalian *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* Penyebab Penyakit Layu Fusarium pada Pisang dengan *Trichoderma spp.* Indigenus Rizosfir Pisang. Laporan Penelitian Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.
- Nurhidayati. 2011. Pemanfaatan Bahan Organik untuk Meningkatkan Persistensi *Trichoderma viride* dalam Pengendalian *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* pada Tanaman Pisang (*Musa paradisiaca* Linn). [Skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. 40 hal.
- Pelczar, M. J. dan Reid, R. D. 1974. Microbiology. McGraw Hill Book Company. New York.
- Pegg, N. Y. Moore dan Bentley, S. 1996. Fusarium wilt of Banana in Australia ; a review. Austr. J. Agric. Res. 47:637-650.
- Ploetz, R. C. 1990. *Vascular Wilt Disease ; Panama Disease of Bananas in Fusarium Wilt of Banana*. APS Press, St Paul.
- Purwantisari, S., Achmadi, P. dan Budi, R. 2007. Produksi Biofungisida Berbahan Baku Mikroba Antagonis Indigenus untuk Pengendalian Penyakit Lodoh Tanaman Kentang di Sentra-Sentra Penanaman Kentang di Jawa Tengah. <http://www.blitbangjateng.go.id/kegiatan/rud/2008/8-biofungisida.pdf>. [19 November 2009].
- Purwantisari, S., dan Hastuti, B. R. 2009. Uji Antagonis Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang dengan Menggunakan *Trichoderma spp.* Isolat lokal. FMIPA Universitas Diponegoro Semarang. Hal 24-32. http://eprintsundip.ac.id.2000/1/BiomaSusiana_Juni_2009_pdf [Diakses tanggal 12 Maret 2011].
- Ramada, A., 2008. Pupuk Biologis *Trichoderma*. [http:// organicindonesianvanilla.blogspot.com/2008/01/pupuk-biologis-trichoderma.html](http://organicindonesianvanilla.blogspot.com/2008/01/pupuk-biologis-trichoderma.html).

- Sahlan, N dan Hermanto. C. 1996. Penyakit-Penyakit Utama Tanaman Pisang. 85 hal. In Sudarmandi P. Penyunting. Pisang. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Balai Penelitian Tanaman Buah 1996. Cisarua-Jawa Barat.
- Saju, K. A., Anandaraj, M. dan Sarma, Y . R. 2002. On Farm production of *Trichoderma harzianum* using organic matter. Indian Phytopathology 55 : 277-283.
- Saju, K. A. 2004. Factors Affecting the Biological Control of *Phytophthora capsici* Infections in Black Pepper (*Piper nigrum* L.) Thesis Doctor. University of Calicut, India. 229 P.
- Sastrahidayat, I. R. 1992. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Usaha Nasional Surabaya. Indonesia. 365 hal.
- Semangun, H. 2000. Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sinaga, M. S. 1989. Potensi *Gliocladium* spp. sebagai Agen Pengendali Hayati beberapa Cendawan Patogenik yang Bersifat *Soil-Borne*. Laporan Penelitian Fakultas Pertanian IPB. Bogor. http://p2aph.wordpress.com/2011/01/12/viabilitas-trichoderma-harzianum-yang-disimpan-pada-beberapa-bahan-pembawa-dan-lama-penyimpanan-yang-berbeda_ [Diakses tanggal 21 Maret 2011).
- Skidmore, A. M. 1977. Interaction in Relation to Biological Control of Plant Pathogens. In C.H. Dickison and T.F. Freece (Eds). Microbiology of Areal Plant Surface. Academic Press London. New York.
- Soesanto, L. 2008. Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman. PT. Raja Grafindo Persada : Jakarta. 573 hal.
- Stover, R. H. 1972. Fusarial Wilt (Panama Disease) of Bananas and other Musa Species. Commonwealth Mycological Institute Kew. K.
- Suwahyono, U. 2010. Cara Membuat dan Petunjuk Penggunaan Biopestisida. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Trianto dan Sumantri, G. 2003. Pengembangan *Trichoderma harzianum*. untuk Pengendalian OPT Pangan dan Hortikultura. Makalah. Lab PHPT Wilayah Semarang.

- Umrah . 2009. Potensi Semut *Dolichoderus thoracicus* smith sebagai Penyebar Agen Pengendali Hayati (*Trichoderma* sp.) Terseleksi untuk Menekan Perkembangan *Phytophthora palmivora* E.J. Butler Patogen pada Buah Kakao. [Disertasi]. Program Studi Doktor Biologi SITH.
- Weller, D. M. dan Cook, R. J. 1983. Suppression of take-all of wheat by seed treatment with *Pseumonads fluorescent*. Phytopathology.
- Widyastuti, S. M., Sumardi, Irfa'I, dan Nurjanto. H. H. 2002. Aktivitas Penghambatan *Trichoderma* spp. Formulasi terhadap Jamur Patogen Tular Tanah secara in vitro. Jurnal perlindungan Tanaman Indonesia, vol 8. No.1 : 27-34. Fakultas kehutanan. Universitas Gadjah Mada.



Lampiran 2. Denah penempatan botol perlakuan di laboratorium (RAL) penyimpanan 15 hari



Keterangan :

T1 : Formulasi tepung

P1 : Formulasi pelet

C1 : Formulasi cair

K1.1 : Substrat ampas tebu

K2.1 : Medium agar

Denah penempatan botol penyimpanan 15 hari sama sampai penyimpanan 75 hari. Masing-masing perlakuan diulang 4 kali.

Lampiran 3. Tabel analisis sidik ragam dari masing-masing formulasi *Tv-T1sk* dengan lama penyimpanan yang berbeda

a. Jenis formulasi *Tv-T1sk* dengan penyimpanan yang sama

3a.1 Kerapatan konidia *Tv-T1sk* 0 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	4	1,255	3,138	3,55* ^{bn}	3,06
Sisa	15	1,325	8,833		
Total	19	2,580			
kk	26,11				

3a.2 Kerapatan konidia *Tv-T1sk* 15 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	4	1,908	4,769	14,0* ^{bn}	3,06
Sisa	15	5,125	3,417		
Total	19	2,420			
kk	26,57				

3a.3 Kerapatan konidia *Tv-T1sk* 30 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	4	5,620	1,405	93,7* ^{bn}	3,06
Sisa	15	2,250	1,500		
Total	19	5,845			
kk	15,81				

3a.4 Kerapatan konidia *Tv-T1sk* 45 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	4	2,700	6,750	3,45* ^{bn}	3,06
Sisa	15	2,938	1,958		
Total	19	5,638			
kk	22,99				

3a.5 Kerapatan konidia *Tv-T1sk* 60 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	4	4,593	1,148	47,5* ^{bn}	3,06
Sisa	15	3,625	2,417		
Total	19	4,955			
kk	11,85				

3a.6 Kerapatan konidia *Tv-T1sk* 75 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	4	1,107	2,769	11,7* ^{bn}	3,06
Sisa	15	3,563	2,375		
Total	19	1,464			
kk	20,10				

3a.7 Daya kecambah konidia *Tv-T1sk* 0 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	4	6307,00	1576,75	54,5* ^{bn}	3,06
Sisa	15	434,00	28,93		
Total	19	6741,00			
kk	10,87				

3a.8 Daya kecambah konidia *Tv-T1sk* 15 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	4	3623,50	905,875	23,1* ^{bn}	3,06
Sisa	15	588,25	39,217		
Total	19	4211,75			
kk	19,72				

3a.9 Daya kecambah konidia *Tv-T1sk* 30 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	4	1261,80	315,450	25,2* ^{bn}	3,06
Sisa	15	188,00	12,533		
Total	19	1449,80			
kk	14,22				

3a.10 Daya kecambah konidia *Tv-T1sk* 45 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	4	386,700	96,6750	17,8* ^{bn}	3,06
Sisa	15	81,500	5,4333		
Total	19	468,200			
kk	22,63				

3a.11 Daya kecambah konidia *Tv*-T1sk 60 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	4	466,300	116,575	22,3* ^{bn}	3,06
Sisa	15	78,500	5,233		
Total	19	544,800			
kk	16,82				

3a.12 Daya kecambah konidia *Tv*-T1sk 75 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	4	1046,70	261,675	66,0* ^{bn}	3,06
Sisa	15	59,50	3,967		
Total	19	1106,20			
kk	10,32				

3a.13 Jumlah propagul *Tv*-T1sk 0 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	4	7,617	1,904	2430* ^{bn}	3,06
Sisa	15	1,175	1,837		
Total	19	7,629			
kk	4,66				

3a.14 Jumlah propagul *Tv*-T1sk 15 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	4	1,232	3,080	172* ^{bn}	3,06
Sisa	15	2,689	1,793		
Total	19	1,259			
kk	10,43				

3a.15 Jumlah propagul *Tv*-T1sk 30 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	4	2,440	6,100	595* ^{bn}	3,06
Sisa	15	1,537	1,024		
Total	19	2,455			
kk	7,06				

3a.16 Jumlah propagul *Tv*-T1sk 45 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	4	3,525	8,812	403* ^{bn}	3,06
Sisa	15	3,279	2,186		
Total	19	3,558			
kk	7,33				

3a.17 Jumlah propagul *Tv*-T1sk 60 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	4	1,297	3,242	561* ^{bn}	3,06
Sisa	15	8,674	5,782		
Total	19	1,305			
kk	6,28				

3a.18 Jumlah propagul *Tv*-T1sk 75 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	4	5,086	1,271	1645* ^{bn}	3,06
Sisa	15	1,159	7,731		
Total	19	5,097			
kk	5,98				

3a.19 Daya antagonis *Tv*-T1sk 0 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	4	7689,94	1922,48	73,9* ^{bn}	3,06
Sisa	15	390,05	26,00		
Total	19	8079,99			
kk	12,65				

3a.20 Daya antagonis *Tv*-T1sk 15 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	4	6552,15	1638,04	21,2* ^{bn}	3,06
Sisa	15	1160,74	77,38		
Total	19	7712,89			
kk	22,23				

3a.21 Daya antagonis *Tv*-T1sk 30 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	4	1969,55	492,387	5,04* ^{bn}	3,06
Sisa	15	1466,35	97,757		
Total	19	3435,90			
kk	15,65				

3a.22 Daya antagonis *Tv*-T1sk 45 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	4	756,68	189,171	3,24* ^{bn}	3,06
Sisa	15	876,22	58,415		
Total	19	1632,91			
kk	12,08				

3a.23 Daya antagonis *Tv*-T1sk 60 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	4	1198,87	299,719	22,4* ^{bn}	3,06
Sisa	15	200,32	13,355		
Total	19	1399,19			
kk	4,99				

3a.24 Daya antagonis *Tv*-T1sk 75 hari

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	4	709,24	177,310	7,78* ^{bn}	3,06
Sisa	15	341,87	22,791		
Total	19	1051,11			
kk	6,03				

b. Jenis formulasi Tv-T1sk dengan penyimpanan yang berbeda

3b.1 Kerapatan konidia formulasi tepung Tv-T1sk

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	5	2,180	4,360	21,3* ^{bn}	2,77
Sisa	18	3,688	2,049		
Total	23	2,549			
kk	16,34				

3b.2 Kerapatan konidia formulasi pelet Tv-T1sk

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	5	2,593	5,185	30,5* ^{bn}	2,77
Sisa	18	3,063	1,701		
Total	23	2,899			
kk	18,16				

3b.3 Kerapatan konidia formulasi cair Tv-T1sk

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	5	5,208	1,041	6,00* ^{bn}	2,77
Sisa	18	3,125	1,736		
Total	23	8,333			
kk	26,32				

3b.4 Kerapatan konidia substrat ampas tebu

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	5	6,175	1,235	38,7* ^{bn}	2,77
Sisa	18	5,750	3,194		
Total	23	6,750			
kk	16,15				

3b.5 Kerapatan konidia medium agar

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	5	4,921	9,842	38,3* ^{bn}	2,77
Sisa	18	4,625	2,569		
Total	23	5,383			
kk	14,15				

3b.6 Daya kecambah konidia formulasi tepung Tv-T1sk

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	5	10783,3	2156,67	55,9* ^{bn}	2,77
Sisa	18	694,0	38,56		
Total	23	11477,3			
kk	16,93				

3b.7 Daya kecambah konidia formulasi pelet Tv-T1sk

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	5	6285,33	1257,07	169* ^{bn}	2,77
Sisa	18	134,00	7,44		
Total	23	6419,33			
kk	11,78				

3b.8 Daya kecambah konidia formulasi cair Tv-T1sk

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	5	1324,33	264,867	40,1* ^{bn}	2,77
Sisa	18	119,00	6,611		
Total	23	1443,33			
Kk	19,28				

3b.9 Daya kecambah konidia substrat ampas tebu

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	5	5964,88	1192,97	75,4* ^{bn}	2,77
Sisa	18	284,75	15,82		
Total	23	6249,63			
kk	15,52				

3b.10 Daya kecambah konidia medium agar

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	5	2587,33	517,467	47,0* ^{bn}	2,77
Sisa	18	198,00	11,000		
Total	23	2785,33			
kk	12,92				

3b.11 Jumlah propagul formulasi tepung Tv-T1sk

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	5	7,654	1,531	10643* ^{bn}	2,77
Sisa	18	2,589	1,438		
Total	23	7,657			
kk	3,69				

3b.12 Jumlah propagul formulasi pelet Tv-T1sk

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	5	4,625	9,250	73,6* ^{bn}	2,77
Sisa	18	2,264	1,258		
Total	23	4,851			
kk	6,23				

3b.13 Jumlah propagul formulasi cair Tv-T1sk

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	5	1,076	2,153	2492* ^{bn}	2,77
Sisa	18	1,555	8,639		
Total	23	1,078			
kk	6,64				

3b.14 Jumlah propagul substrat ampas tebu

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	5	1,933	3,866	253* ^{bn}	2,77
Sisa	18	2,747	1,526		
Total	23	1,960			
kk	8,05				

3b.15 Jumlah propagul medium agar

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	5	5,320	1,063	771* ^{bn}	2,77
Sisa	18	2,484	1,380		
Total	23	5,345			
kk	5,73				

3b.16 Daya antagonis formulasi tepung *Tv*-T1sk

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	5	11530,8	2306,17	120 ^{*bn}	2,77
Sisa	18	345,0	19,17		
Total	23	11875,8			
kk	6,95				

3b.17 Daya antagonis formulasi pelet *Tv*-T1sk

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	5	4238,30	847,659	14,9 ^{*bn}	2,77
Sisa	18	1026,95	67,053		
Total	23	5265,25			
kk	11,38				

3b.18 Daya antagonis formulasi cair *Tv*-T1sk

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	5	5341,58	1068,32	13,8 ^{*bn}	2,77
Sisa	18	1393,57	77,42		
Total	23	6735,16			
kk	16,22				

3b.19 Daya antagonis substrat ampas tebu

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	5	9489,8	1897,96	34,3 ^{*bn}	2,77
Sisa	18	997,3	55,41		
Total	23	10487,1			
kk	12,01				

3b.20 Daya antagonis medium agar

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Jenis	5	12238,0	2447,59	68,3 ^{*bn}	2,77
Sisa	18	645,5	35,86		
Total	23	12883,4			
kk	11,15				

Keterangan :

^{*bn} : Berbeda nyata

Lampiran 4. Pembuatan medium spesifik *Trichoderma* spp

Bahan yang digunakan :

Agar 20 g, KH_2PO_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, Streptomisin sulfat 30 mg dan Aquades 1 Liter.

Cara Pembuatan :

Campurkan agar, KH_2PO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, pepton, glukosa, rose bengal, dan streptomisin 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.



Jenis Formulasi	Kerapatan konidia						Daya kecambah konidia					
	0	15	30	45	60	75	0	15	30	45	60	75
Tepung	3,88 (9)	1,25 (6)	2,38 (7)	2,13 (8)	3,88 (9)	3,13 (9)	76,75 (10)	47,75 (9)	38,25 (9)	18,75 (8)	15,00 (7)	23,50 (7)
Pelet	2,50 (6)	1,50 (6)	1,12 (5)	1,38 (5)	4,00 (9)	3,13 (9)	49,75 (9)	39,50 (8)	22,25 (7)	7,00 (6)	11,25 (6)	9,25 (6)
Cair	1,38 (6)	1,50 (9)	1,00 (6)	2,38 (10)	2,00 (7)	1,25 (4)	21,50 (8)	7,75 (6)	25,25 (9)	6,75 (8)	6,50 (7)	12,25 (7)
Substrat ampas tebu	4,13 (8)	3,13 (8)	2,13 (5)	2,13 (6)	6,75 (10)	2,75 (6)	54,75 (9)	34,50 (8)	13,50 (6)	9,00 (7)	14,00 (7)	28,00 (9)
Medium agar	4,63 (9)	3,6 (9)	5,63 (10)	1,63 (8)	4,13 (7)	1,88 (6)	44,75 (9)	29,25 (7)	25,25 (7)	10,00 (6)	21,25 (7)	23,50 (7)
Total	38	38	33	37	42	34	45	38	38	35	34	36

Jumlah propagul						Daya antagonis						Total
0	15	30	45	60	75	0	15	30	45	60	75	
5,22 (10)	1,33 (6)	2,32 (4)	0,50 (8)	1,21 (4)	1,53 (6)	74,56 (9)	15,62 (4)	63,61 (6)	68,37 (7)	73,92(7)	81,85 (10)	179
0,42 (4)	0,46 (4)	0,84 (8)	0,52 (6)	0,63 (6)	0,52 (6)	43,81 (4)	69,22 (8)	57,60 (5)	64,68 (6)	79,28 (8)	83,57 (10)	157
0,34 (7)	1,93 (9)	0,70 (3)	0,06 (3)	0,16 (4)	0,09 (4)	27,33 (5)	48,45 (7)	48,08 (6)	70,20 (10)	62,43 (5)	69,00 (8)	158
3,07 (9)	2,35 (9)	0,84 (6)	0,74 (6)	1,52 (7)	0,68 (5)	39,34 (5)	32,07 (6)	69,38 (7)	59,78 (6)	83,46 (10)	85,33 (10)	175
0,45 (4)	0,35 (3)	3,09 (9)	1,35 (7)	2,52 (8)	4,52(10)	16,45 (5)	32,52 (7)	77,13(10)	53,22 (7)	66,80 (7)	76,12 (9)	178
34	31	30	32	29	31	28	32	34	36	37	47	

Lama penyimpanan	Total
0	145
15	139
30	135
45	140
60	142
75	148

Skor	Huruf
1	E
2	D
3	C
4	B
5	A