



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

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

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

EFEKTIVITAS TIGA ISOLAT TRICHODERMA DALAM MENEKAN PERTUMBUHAN CENDAWAN GANODERMA BONINENSE PENYEBAB PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG PADA KELAPA SAWIT (ELAEIS GUINENSIS JACQ) SECARA IN VITRO

SKRIPSI



**WIWIN SUSIANI GINTING
0910212045**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2015**

**EFEKTIVITAS TIGA ISOLAT *Trichoderma* DALAM
MENEKAN PERTUMBUHAN CENDAWAN *Ganoderma
boninense* PENYEBAB PENYAKIT BUSUK PANGKAL
BATANG PADA KELAPA SAWIT (*Elaeis guinensis* Jacq)
SECARA *In Vitro***

OLEH

WIWIN SUSIANI GINTING

0910212045

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

2015

**EFEKTIVITAS TIGA SPESIES *TRICHODERMA* DALAM
MENEKAN PERTUMBUHAN CENDAWAN *Ganoderma
boninense* PENYEBAB PENYAKIT BUSUK PANGKAL
BATANG PADA KELAPA SAWIT (*Elaeis guinensis* Jacq)
SECARA *In Vitro***

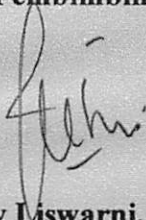
SKRIPSI

OLEH

**WIWIN SUSIANI GINTING
0910212045**

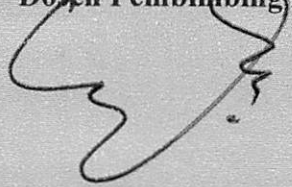
MENYETUJUI :

Dosen Pembimbing I



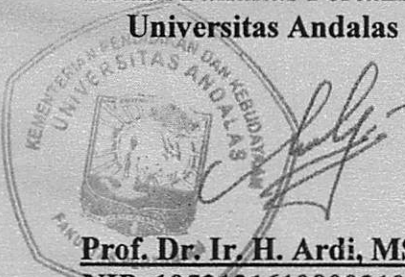
**Ir Yenny Liswarni, MS
NIP. 196301241987022001**

Dosen Pembimbing II



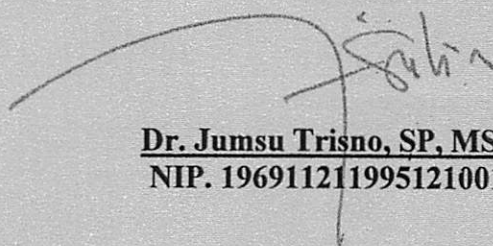
**Dr. Ir. Yaherwandi, MSi
NIP. 196404141990031003**

**Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Andalas**



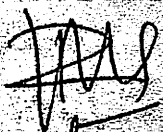
**Prof. Dr. Ir. H. Ardi, MSc.
NIP. 195312161980031004**

**Ketua Program Studi Agroekoteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Andalas**



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

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan didepan Sidang Panitia Ujian Sarjana
Fakultas Pertanian Universitas Andalas, pada tanggal 15 Januari 2015.

NO	NAMA	TANDA TANGAN	JABATAN
1.	Dr. Ir. Ujang Khairul, MP		Ketua
2.	Dr. Ir. Darnetty, MSc		Sekretaris
3.	Ir. Martinius, MS		Anggota
4.	Ir. Yenny Liswarni, MS		Anggota
5.	Dr. Ir. Yaherwandi, MSi		Anggota



*Tiada yang mudah dan tiada yang tak mungkin sesungguhnya dibalik
kesukaran itu terdapat kemudahan oleh karena itu berusahaalah
(Q.S. Al Insyirah ayat 5).*

*Huruf-huruf ini aku rangkai sebagai tanda terimakasih dan love letter
untuk mu lelaki paling aku sayang dan satu-satunya laki-laki yang sayangnya
tidak akan pernah bisa ditandingi oleh pria manapun termasuk pendamping ku
kelak dan untuk perempuan yang punya kasih sayang yang besarnya lebih besar
dari apapun, yang sabarnya tanpa batas, perempuan yang tidak pernah ada
yang bisa menggantikan posisinya, perempuan yang dalam doanya selalu ada
aku, doa untuk masa depanku, sehatku, bahagiaku. Untukmu ayahanda
tercinta Bapak Makmur Ginting dan ibunda Ibu Santi br Surbakti terimakasih
untuk dukungannya baik secara moral maupun materil, terimakasih untuk
kesabaran, kasih sayang, cinta dan segala pengorbanan yang sudah
mengantarkan ku menjadi seorang Sarjana. Terimakasih untuk kesaynagan
aku Ari Dewanda Ginting adek ganteng kakak yang selamanya jadi adek
kecilku, terimakasih sudah banyak mengalah untuk kakak mu ini, selalu jadi
kesaynagan kakak ya dan harus selalu sayang kakak ya dek :*((//).*

*Terimakasih yang sebesar-besarnya untuk ibu Ir. Yenny Liswarni, MS,
terimakasih buk sudah sabar dalam membimbing serta meluangkan banyak
waktu ibu untuk saya, stay young and beautiful ya buk ☺ dan terimakasih juga
untuk Bapak Dr. Ir. Yaherwandi, Msi terimakasih atas bimbingan dan
arahannya pak, semoga bapak selalu diberi kesehatan dan kesuksesan, amin.*

*Untuk ibu dr. Darmayanti dan bapak Alin Dr. Ir. Khairul Warman,
MT terimakasih buk, pak atas sayang dan perhatian ibu dan bapak sama
Wiwin, semoga ibu selalu sehat dan bapak tenang diperistirahatkan terakhirnya
semua kebaikan ibu dan bapak adalah salah satu hadiah terbaik dari Allah
dalam hidup Wiwin, semoga Allah selalu memberi bahagia untuk ibu dan semua
kebaikan bapak bisa sebagai amal sholeh untuk bapak disana.*

Terimakasih Robby Warman Prawira, ST. MT, terimakasih abang untuk semuanya semoga selalu dikasih sehat, bahagia dan sukses untuk semua hal, terimakasih juga untuk dr. Evandryan Kusuma terimakasih untuk semua dukungan dan kesabarannya ngadapin aku yang punya mood swing kayak rollercoaster ini pak dokter, semoga sukses selalu, jadi dokter yang baik dan dilancarkan untuk spesialisnya.

Terimakasih juga untuk kesayangan-kesayangan aku, Tiara Yulianti, SP terimakasih ya cin udah setia bantuin, nemenin, dengerin aku yang cerewet, cengeng, terimakasih juga untuk Dina Oktavia, S.kep, Mercy Santik Laoli, SP, Matius Waruhu semoga cepet SP, Abukhari semoga cepet SP.

Terimakasih juga untuk ciwi-ciwi kece aku Wela Wahyuni sari, SH semoga dilancarkan S2 nya, Ade Gishela semoga dilancarkan penelitiannya cepet dapat S.Si, Ayu Melinda juga semoga segera Ss,i stay beautiful ya girls. Terimakasih juga untuk Dwi Kiki Intan semoga cepet dapat Amid nya. Untuk teman-teman Agro 09 semoga kita semua sukses. Amiiin

BIODATA

Penulis dilahirkan di Medan, pada tanggal 06 Juni 1991 sebagai anak pertama dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Makmur Ginting dan Ibu Santi br Surbakti. Sekolah Dasar (SD) di SD N 38 Jambak Pasaman Barat (1997-2003), Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP N 1 Luhak Nan Duo (2003-2006), Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA N 1 Luhak Nan Duo (2006-2009). Tahun 2009 penulis diterima di Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Andalas.

Padang, April 2015

W.S.G

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Efektivitas tiga Isolat *Trichoderma* spp dalam menekan pertumbuhan cendawan *Ganoderma boninense* Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Pada Kelapa Sawit (*Elaeis guinensis* Jacq) Secara *in Vitro*” yang disusun berdasarkan hasil penelitian yang penulis telah lakukan.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian Universitas Andalas. Dengan penyelesaian skripsi ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Ir. Yenny Liswarni, MP dan Bapak Dr. Ir. Yaherwandi M, Si sebagai Pembimbing I dan Pembimbing II yang telah banyak memberikan bantuan dan pengarahannya. Terimakasih juga disampaikan kepada teman-teman dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat untuk kemajuan ilmu pertanian khususnya dan ilmu pengetahuan umumnya.

Padang, April 2015

W. S. G

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	4
C. Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Kelapa Sawit (<i>Elais guinensis</i> Jacq)	5
B. Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit.....	6
BAB III BAHAN DAN METODE.....	14
A. Tempat dan Waktu.....	14
B. Bahan dan Alat.....	14
C. Metode Penelitian	14
D. Pelaksanaan Penelitian.....	15
E. Pengamatan	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
A. Hasil	18
B. Pembahasan.....	21
BAB V KESIMPULAN	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Skala Tingkat Invasi	17
2. Persentase Hambatan <i>G. boninense</i> oleh <i>Trichoderma</i> spp pada hari Ke - 4 setelah inokulasi	20
3. Tingkat invasi tiga isolat <i>Trichoderma</i> terhadap <i>G. boninense</i> pada Hari ke – 6	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tanaman kelapa sawit yang terserang <i>G. boninense</i>	7
2. Mikroskopis <i>G. boninense</i>	9
3. Mikroskopis <i>Trichoderma viride</i>	11
4. Mikroskopis <i>Trichoderma harzianum</i>	12
5. Mikroskopis <i>Trichoderma koningii</i>	12
6. Tubuh buah <i>Ganoderma</i>	15
7. Biakan ganda <i>G. boninense</i> dengan <i>Trichoderma</i> spp pada cawan petri	16
8. Koloni <i>G. boninense</i> pada media PDA hari ke-9 setelah isolasi	18
9. Koloni <i>Trichoderma</i> spp pada media PDA 4 hari setelah peremajaan	18
10. Jari-jari (r1) <i>G. boninense</i> pada biakan ganda pada hari ke-4	19
11. Jari-jari (r2) <i>G. boninense</i> pada biakan ganda pada hari ke-4	19
12. Antagonisme antara <i>T. harzianum</i> (A), <i>T. koningii</i> (B), dan <i>T. viridae</i> (C)	20
13. Tingkat invasi tiga isolat <i>Trichoderma</i> terhadap <i>G. boninense</i> pada Hari ke-6	21

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Jadwal Kegiatan Penelitian	33
2. Denah Pelaksanaan Penelitian Di Laboratorium	34
3. Data r1 dan r2 <i>G.boninense</i>	35
4. Analisis Sidik Ragam	36

**EFEKTIVITAS TIGA ISOLAT *Trichoderma* DALAM MENEKAN
PERTUMBUHAN CENDAWAN *Ganoderma boninense* PAT. PENYEBAB
PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG PADA KELAPA SAWIT
(*Elaeis guineensis* Jacq) SECARA *IN VITRO***

ABSTRAK

Trichoderma spp merupakan salah satu agen antagonis yang dapat digunakan dalam pengendalian jamur patogen *Ganoderma boninense*. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui tingkat efektivitas tiga isolat *Trichoderma* dalam menekan pertumbuhan *Ganoderma boninense* penyebab penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit. Tiga isolat *Trichoderma* yang digunakan adalah *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride* dan *Trichoderma koningii*. Penelitian ini dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap(RAL) dengan tiga perlakuan dan tiga ulangan adapun perlakuannya yaitu: *Ganoderma boninense* dan *Trichoderma harzianum*, *Ganoderma boninense* dan *Trichoderma koningii* dan perlakuan yang terakhir yaitu *Ganoderma boninense* dan *Trichoderma viride*. uji kemampuan antagonis *Trichoderma* terhadap *Ganoderma boninense* menggunakan metode biakan ganda (*dual culture*). Hasil pengujian biakan ganda didapat Presentase penghambatan *Trichoderma* terhadap *Ganoderma boninense* yaitu *Trichoderma harzianum* sebesar 33.32%, *Trichoderma koningii* sebesar 56.25% dan *Trichoderma viride* sebesar 50.97%. dari ketiga isolat *Trichoderma* yang digunakan *Trichoderma* memiliki kemampuan dalam menginvasi yang sama yaitu Skala 3.

Kata kunci: Busuk Pangkal Batang, Kelapa Sawit, *Trichoderma* spp, , *Ganoderma boninense*, *In Vitro*

EFFECTIVENESS OF THREE *Trichoderma* ISOLATES FOR SUPPRESSING *Ganoderma boninense* PAT. FUNGUS GROWTH INDUCES STEM ROOT DISEASE ON PALM OIL TREE (*Elaeis guinensis* Jacq) BY IN VITRO

ABSTRACT

Trichoderma spp. is one of antagonist agent which can be used for controlling pathogen fungi such as *Ganoderma boninense*. The objective of this research is to study effectiveness level of three *Trichoderma* isolates for suppressing *Ganoderma boninense*, inducing stem root disease on palm oil tree. The three isolates of *Trichoderma* were *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viridae* and *Trichoderma koningii*. Completely Randomized Design was used in this research with three treatments and three replications. The treatments were *Ganoderma boninense* and *Trichoderma harzianum*, *ganoderma boninense* and *Trichoderma koningii* and *Ganoderma boninense* and *Trichoderma viridae*. Dual culture was used for testing antagonist ability of *Trichoderma* to *Ganoderma boninense*. The result of dual culture shows inhibition percentage of *Trichoderma harzianum* to *Ganoderma boninense* is 33,32%, *Trichoderma koningii* to *Ganoderma boninense* is 56,25% and *Trichoderma viridae* to *Ganoderma boninense* is 50,97% respectively. The result shows that three isolates of *Trichoderma* have same ability for suppressing *Ganoderma boninense* namely scale 3.

Key words : Palm oil, basal stem rot, Trichoderma spp, Ganoderma boninense, In Vitro.

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan tanaman komoditas perkebunan yang penting di Indonesia sebagai penghasil minyak nabati beserta beberapa produk turunan lainnya. Pada saat Indonesia mengalami krisis ekonomi, industri kelapa sawit merupakan salah satu agroindustri andalan yang menghasilkan devisa bagi negara. Disamping itu, krisis energi yang melanda dunia mengharuskan kita untuk mencari energi alternatif yang dapat diperbaharui (*renewable energy*). Potensi minyak kelapa sawit sebagai salah satu bahan baku *biofuel* menggantikan bahan bakar minyak bumi atau fosil membuat permintaan akan minyak kelapa sawit dunia semakin tinggi. Sejak tahun 2007, Indonesia merupakan produsen *Crude Palm Oil* (CPO) terbesar di dunia, dengan rata-rata produktivitas 2,6 ton CPO/ ha/ tahun (Dahuri, 2008).

Industri kelapa sawit merupakan salah satu agroindustri andalan penghasil devisa negara, karena ditinjau dari segi ekonomi harga minyak dunia telah mencapai US\$ 136,04/barrel, selain itu industri kelapa sawit berperan dalam menyediakan kebutuhan minyak dalam negeri, dan mampu menyerap tenaga kerja hingga lebih dari 3,5 juta orang (Depperin, 2008).

Pertumbuhan kelapa sawit sering terkendala akibat pengelolaannya belum optimal sehingga mempengaruhi hasil produksi kelapa sawit (Djaenuddin, 1992). Salah satu kendala pada perkebunan kelapa sawit adalah penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh *Ganoderma boninense* Pat. yang merupakan jamur patogen tular tanah. Penyakit ini menyebabkan kematian kelapa sawit di beberapa perkebunan di Indonesia hingga 80% (Susanto *et al.*, 2002). Menurut data Direktorat Jendral Perkebunan Kementrian Pertanian (2012) baru enam provinsi teridentifikasi terserang penyakit BPB, yaitu : Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Bengkulu dan Kalimantan Tengah. Total luas lahan sawit yang terserang sekitar 2.428,33 ha dengan nilai kerugian Rp 3.6 miliar. Kerugian akibat penyakit BPB bukan hanya disebabkan berkurangnya jumlah tanaman kelapa sawit dilapangan tetapi juga karena menurunnya berat dan jumlah buah dalam setiap tandan kelapa sawit (Taniwiryono, 2007)

Awalnya penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit hanya menyerang tanaman tua berumur 25 tahun, lalu tanaman yang lebih muda berumur 10 hingga 15 tahun, bahkan telah dilaporkan dapat menyerang tanaman berumur 4 tahun, terutama pada perkebunan yang telah mengalami peremajaan (Ariffin *et al.* 2000). Menurut Semangun (2008) jamur *G. boninense* dapat menyerang kelapa sawit pada tahap produksi dan pembibitan. Gejala yang khas sebelum terbentuknya tubuh buah jamur, ditandai adanya pembusukan pangkal batang sehingga menyebabkan busuk kering pada jaringan dalam.

Sinaga *et al* (2003) mengemukakan, bahwa penyakit BPB ini merupakan ancaman bagi berbagai perkebunan kelapa sawit di Indonesia, terutama pada kebun yang telah mengalami peremajaan berulang, bahkan pada kebun yang telah mengalami peremajaan tiga kali dengan tanaman belum menghasilkan (TBM), kejadian penyakit sudah terjadi hingga 11%. Semakin sering kebun sawit mengalami peremajaan atau pada areal pertanaman kelapa sawit sebelumnya ditanami dengan kopi, karet atau tanaman lain, maka semakin rendah keragaman, kelimpahan dan pemerataan agens biokontrol yang ditemukan. Berkurangnya keberadaan, keragaman dan kelimpahan agens antagonis akan menyebabkan tingginya kejadian penyakit BPB.

Penyakit BPB dapat menyebabkan kehilangan hasil secara kualitas maupun kuantitas seperti penurunan mutu dan juga jumlah kandungan minyak sawit dan penurunan bobot tandan buah segar (*fresh bunch fruit*) (Susanto *et al*, 2005). Kerusakan yang ditimbulkan dapat mencapai 80% hingga 100% bahkan dapat menyebabkan kematian pada tanaman yang terserang (Abadi, 1987). Sulitnya pengendalian patogen *G.boninense* disebabkan *G. boninense* bersifat *soil borne* (cendawan tanah). Beberapa teknik pengendalian yang pernah dilakukan untuk penyakit BPB ini hasilnya belum memuaskan. Penggunaan bahan kimia sintetik kurang efektif karena fase istirahat, seperti basidiospora dan pseudosklerosia (Susanto *et. al*, 2005).

Konsep pengendalian yang perlu dikembangkan harus memperhatikan keseimbangan ekosistem dan kelestarian lingkungan. Pengendalian hayati dapat dijadikan sebagai alternatif karena dapat membatasi pertumbuhan dan perkembangan patogen, serta mencegah terjadinya pencemaran lingkungan akibat

residu toksik dari fungisida (Baker dan Cook, 1982). Pengendalian hayati yaitu memanfaatkan musuh- musuh alami yang bersifat antagonis yang dapat menekan pertumbuhan dan perkembangan jamur patogen tanaman. Prinsip pengendalian hayati tidak memusnahkan patogen tetapi menyebabkan populasi patogen berada dalam keseimbangan biologi (Dhingra dan Sinclair, 1985). Salah satu mikroorganisme yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai agen hayati adalah jamur antagonis, *Trichoderma* spp.

Trichoderma dan *Gliocladium* merupakan jamur yang banyak terdapat di dalam tanah, tumbuh dengan cepat dan bersifat antagonistik terhadap cendawan lain dan dapat dimanfaatkan sebagai pengendali hayati. *Trichoderma* mampu memperkuat sistem perakaran dan meningkatkan pertumbuhan tanaman, meningkatkan ketersediaan hara tanaman, menonaktifkan enzim patogen dan menginduksi ketahanan tanaman (Harman, 2000). Pemanfaatan *Trichoderma* sebagai salah satu agens pengendalian hayati disebabkan beberapa karakter yang dimiliki jamur tersebut, yaitu mampu menghasilkan metabolit gliotoksin dan viridin sebagai antibiotik, dapat mengeluarkan enzim β - 1,3- glukanasase dan kitinase yang menyebabkan eksolisis pada hifa inangnya (Chet, 1987) dan mampu bersifat sebagai mikoparasit dan kompetitor yang kuat dengan patogen (Cook and Baker, 1989)

Menurut Rifai (1969) spesies dari genus *Trichoderma* terdiri atas 9 spesies adalah: *T. piluliferum*, *T. polysporum*, *T.hamatum*, *T. koningii*, *T. aureoviride*, *T. harzianum*, *T. songibrachiata*, *T. pseudokoningii* dan *T.viride*.

Ketiga isolat *Trichoderma* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan koleksi dari Dr. Ir. Nurbailis, MS yang telah banyak digunakan untuk mengendalikan patogen pada tanaman, salah satunya digunakan untuk mengendalikan patogen *Fusarium* pada tanaman pisang akan tetapi belum pernah digunakan dalam mengendalikan *G. boninense*. Berbagai penelitian tentang *G. boninense* telah banyak dilakukan akan tetapi penelitian tentang cara pengendalian *G.boninense* dengan menggunakan agens hayati masih sangat sedikit. Sejauh ini belum diketahui apakah spesies *Trichoderma* yang berbeda mempunyai keefektifan yang berbeda dalam mengendalikan *G. boninense*. Berdasarkan informasi tersebut saya telah melakukan penelitian dengan judul “Efektivitas

Tiga Isolat *Trichoderma* Dalam Menekan Pertumbuhan Cendawan *Ganoderma boninense* Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Pada Kelapa Sawit (*Elaeis guinensis* Jacq) Secara *in Vitro*".

B. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat efektivitas tiga isolat *Trichoderma* dalam menekan pertumbuhan *Ganoderma boninense* penyebab penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit.

C. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk menyediakan informasi tentang potensi jamur *Trichoderma* spp sebagai agen antagonis untuk mengendalikan jamur patogen *Ganoderma boninense*.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Kelapa sawit (*Elais guinensis* Jacq)

Kelapa sawit (*Elais guinensis* Jacq) termasuk dalam kingdom tumbuhan, divisi Embryophyta siphonagama, kelas Angiospermae, ordo Monocotyledonae, famili Arecaceae, subfamili Cocoideae, genus *Elais* dan spesies *Elais guinensis* Jacq., *Elais oleifera* dan *Elais odora*. Kelapa sawit termasuk tumbuhan pohon, tingginya dapat mencapai 24 meter. Bunga dan buahnya berupa tandan, serta bercabang banyak. Ukuran buahnya kecil dan apabila masak berwarna merah kehitaman. Tanaman ini memiliki daging buah yang padat (Pahan 2008). Tanaman kelapa sawit bukanlah tanaman asli Indonesia, tanaman ini termasuk tumbuhan tropis yang dapat tumbuh diluar daerah asalnya yaitu Indonesia dan Malaysia. Menurut Risza (1994), kelapa sawit saat ini telah berkembang pesat di Asia Tenggara, khususnya Indonesia dan Malaysia, bukan di Afrika Barat atau Amerika yang dianggap sebagai daerah asalnya. Masuknya bibit kelapa sawit ke Indonesia pada tahun 1948 hanya empat batang yang berasal dari Bourbon (Mauritius) dan Amsterdam, empat batang bibit kelapa sawit ini ditanam di Kebun Raya Bogor dan selanjutnya disebarkan ke Deli Sumatera Utara.

Kelapa sawit sebagai tanaman penghasil minyak dan inti sawit merupakan salah satu primadona tanaman perkebunan di Indonesia. Menurut Badrun (2010), perkembangan kelapa sawit di Indonesia mengalami perkembangan yang cukup pesat dari tahun 1970 terutama periode 1980-an. Areal perkebunan kelapa sawit tersebar di wilayah Sumatera, Jawa, Sulawesi, dan Papua. Sumatra merupakan yang terbesar dari total areal perkebunan kelapa sawit nasional (Wijayanti, 2012). Seluruh bagian dari buah kelapa sawit dapat dimanfaatkan diantaranya daging dan kulit buahnya mengandung minyak yang dimanfaatkan sebagai bahan minyak goreng, sabun, dan lilin. Ampasnya dimanfaatkan untuk pakan ternak dan tempurung digunakan sebagai bahan bakar dan arang, (Pahan 2008). Menurut Fauzi (2002) manfaat kelapa sawit antara lain tempurung buah kelapa sawit untuk arang aktif, batang dan tandan sawit sebagai Pulp kertas, batang sawit untuk perabot dan partikel, daun kelapa sawit sebagai pakan ternak.

B. Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit

1. Gejala Penyakit

Pada tanaman yang terserang, belum tentu ditemukan tubuh buah *G. boninense* pada bagian pangkal batang, namun kita dapat mengidentifikasi serangan lewat daun tombak yang tidak terbuka sebanyak ± 3 daun. Tubuh buah *Ganoderma* yang juga disebut basidiokarp dewasa memiliki bentuk, ukuran, dan warna yang variatif. Basidiokarp terbentuk dari perkembangan basidiospora yang awalnya berukuran kecil, berbentuk bulat dan berwarna putih. Umumnya basidiokarp berkembang sedikit di atas dan mengelilingi bagian pangkal batang yang sakit. Ukuran basidiokarp yang bertambah besar menunjukkan perkembangan penyakit semakin lanjut dan akhirnya menyebabkan kematian pada tanaman (Ariffin *et al*, 2000).

Pada tanaman muda gejala eksternal ditandai dengan menguningnya sebagian besar daun atau pola belang di beberapa bagian daun yang diikuti klorotik. Daun kuncup yang belum membuka ukurannya lebih kecil dari pada bagian normal dan mengalami nekrotik pada bagian ujungnya. Selain tanaman yang terserang juga kelihatan lebih pucat dari tanaman lain yang ada disekitarnya (Ariffin *et al* 2003 ; Yanti dan Susanto, 2004), pertumbuhannya terhambat dan memiliki daun pedang (*spear leaves*) yang tidak membuka.

Gejala lanjut selain adanya daun tombak yang tidak terbuka yaitu adanya nekrosis pada daun tua dimulai dari bagian bawah. Daun – daun tua yang mengalami nekrosis selanjutnya patah dan tetap menggantung pada pohon. Pada akhirnya tanaman akan mati dan tumbang. Gejala yang tampak pada daun menandakan bahwa penampang pangkal batang. Pada jaringan batang busuk, lesion tampak sebagai daerah berwarna coklat muda disertai adanya daerah berwarna gelap berbentuk pita tidak beraturan (Ariffin *et al*, 2002 ; Susanto, 2002). Serangan lebih lanjut dapat mengakibatkan tanaman kelapa sawit tumbang, karena jaringan kayu pada bagian pangkal batang mengalami pelapukan (Yanti dan Susanto, 2004). Secara mikroskopis gejala internal akar sakit mirip seperti batang yang terinfeksi. Jaringan korteks akar sakit berubah warna dari putih menjadi coklat (Susanto, 2002). Pada akar tanaman tua bagian permukaan sebelah dalam eksodermis ditemukan tanda penyakit berupa hifa berwarna keputihan

(Ariffin *et al*, 2000). Pada serangan yang sudah lanjut, jaringan korteks rapuh dan mudah hancur. Hifa biasanya terdapat di jaringan korteks, endodermis, xylem dan floem (Ariffin *et al*, 2000 ; Susanto, 2008). Gambar 1 menunjukkan tanaman kelapa sawit yang terserang *G. boninense*.



Gambar 1. Tanaman kelapa sawit yang terserang *G. boninense*

2. *Ganoderma boninense*

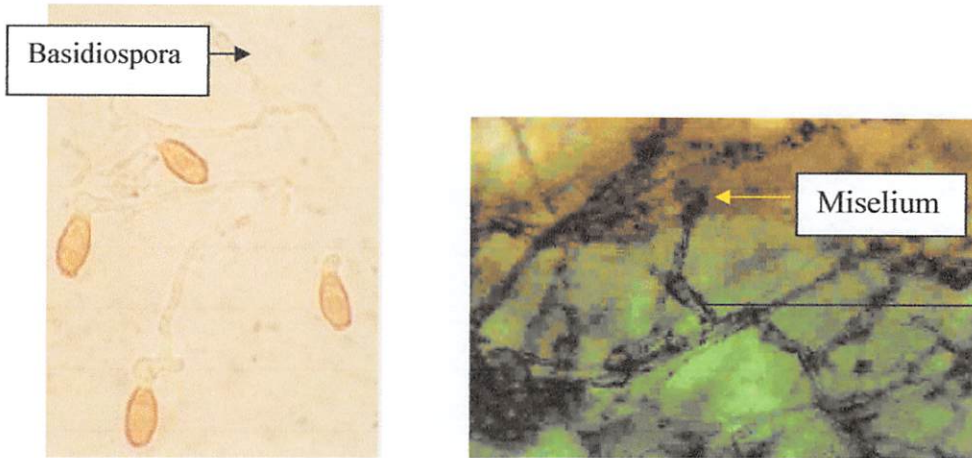
Penyebab penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit adalah *Ganoderma boninense* Pat. yang merupakan cendawan patogen tular tanah. Seperti umumnya patogen tular tanah, keberadaannya dipengaruhi oleh sejumlah faktor yang sangat kompleks, apalagi penyakit busuk pangkal batang bersifat sistemik dan monosiklik (Susanto 2002; Sinaga *et al*. 2003). Patogen tular tanah mempunyai kemampuan saprofitik yang tinggi dan parasitik fakultatif dengan kisaran inang yang luas, memiliki beberapa macam struktur patogen untuk bertahan dalam keadaan lingkungan yang kurang mendukung perkembangannya; seperti miselia resisten, basidiospora, dan klamidospora; serta dapat bertahan lama di dalam tanah meskipun tidak ada inang (Sinaga 1986; Sudantha 1997; Ariffin *et al*. 2000; Flood *et al*. 2000; Sinaga *et al*. 2003; Susanto *et al*. 2005). Dengan demikian patogen tidak kesulitan untuk mendapatkan makanan untuk membangun inokulum

yang cukup banyak sehingga mampu melakukan infeksi pada tanaman maupun untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya (Semangun 2008).

Ganoderma boninense adalah kelompok cendawan busuk putih (*white rot fungi*), cendawan ini bersifat lignolitik (Susanto, 2002 ; Paterson, 2007). Oleh sebab itu, cendawan ini mempunyai aktivitas yang lebih tinggi dalam mendegradasi lignin dibandingkan kelompok lain. Komponen penyusun dinding sel tanaman adalah lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Selulosa merupakan bagian terbesar yang terdapat dalam dinding sel tanaman, yaitu berkisar antara 39-55 persen, kemudian lignin 18-33 persen, dan hemiselulosa 21-24 persen (Martawijaya *et al.* 2005). Dengan demikian, untuk dapat menyerang tanaman, cendawan tersebut harus mampu mendegradasi ketiga komponen tersebut.

Spesies *Ganoderma* yang patogenik pada kelapa sawit mempunyai kisaran inang yang luas. Pada habitat alami di hutan, cendawan ini dapat menyerang tanaman berkayu. Selain menyerang kelapa sawit, spesies *Ganoderma* dapat menyerang tanaman perkebunan lain seperti kelapa, karet, teh, kakao, serta berbagai macam jenis pohon tanaman hutan seperti *Acacia*, *Populus*, dan *Macadamia* (Ariffin *et al.* 2000).

Cendawan *G. boninense* termasuk salah satu kelompok jamur kayu filum *Basidiomycota*, Ordo *Aphylllophorales*, dan famili *Ganodermataceae* dahulu disebut *Polyporaceae* (Alexopoulos *et al.* 1996). Cendawan *G. boninense* memiliki morfologi basidiokarp yang sangat bervariasi; ada yang bertangkai atau tidak, tumbuh horizontal atau vertikal, ada yang rata atau mengembung, dan ada yang terbentuk lingkaran konsentris. Basidiokarp *G. boninense* awalnya tampak sebagai bongkol kecil berwarna putih yang berkembang membentuk piringan menyerupai kipas tebal (*console bracket like*). Basidiokarp yang dibentuk seringkali berdekatan, bersambungan, dan saling menutupi sehingga menjadi suatu susunan yang besar. Konveks atau bagian atas permukaan basidiokarp memiliki warna yang bervariasi, coklat muda hingga coklat tua, tampak mengkilap khususnya pada basidiokarp muda, memiliki zona zona, dan kurang rata. Permukaan bawah basidiokarp berwarna putih pucat, memiliki lapisan pori yang merupakan tempat pembentukan basidium dan basidiospora. Semangun (2008). Mikroskopis *G. boninense* disajikan pada Gambar 2.



Sumber : Cooper, 2011

Gambar 2. Mikroskopis *G. boninense*

Hasil penelitian Abadi (1987) menunjukkan, bahwa basidiokarp *G. boninense* yang ditemukan di Sumatera Utara memiliki lapisan kutis (atas) yang terdiri dari sel-sel berukuran $20-30\ \mu\text{m} \times 4-10\ \mu\text{m}$ dengan ketebalan $0,1\ \text{mm}$. Diameter pori $150-400\ \mu\text{m}$, dengan disepimen (jaringan antara) sebesar $30-60\ \mu\text{m}$. Basidiospora berbentuk bulat panjang, berwarna keemasan, bagian atas kurang rata, berduri, terkadang memiliki vakuola. Cendawan *G. boninense* memiliki pemanjangan basidiospora dan keseragaman konteks warna coklat. Basidiospora yang dibentuk mencapai $9-13\ \mu\text{m} \times 5-7\ \mu\text{m}$. Basidiospora umumnya digunakan untuk memperbanyak secara seksual, dibentuk di dalam basidia yang berada pada pori-pori bagian bawah tubuh buah. Masing-masing basidium akan menghasilkan empat jenis basidiospora yang memiliki genotip beragam (Seo dan Kirk, 2000). Koloni jamur *Ganoderma boninense* yang telah direisolasi dan dimurnikan pada media PDA mempunyai permukaan berwarna putih dan bertekstur halus seperti kain wol. Ciri - ciri tersebut sesuai dengan deskripsi oleh Latifah and Ho (2005)

Penyebaran penyakit dapat dengan kontak antara akar tanaman sehat dan sakit. Selain itu penyebaran dapat melalui basidiospora langsung ke tanaman kelapa sawit, serta dapat juga melalui inokulum sekunder yaitu basidiospora tumbuh pada tunggul tanaman dan selanjutnya terjadi kontak akar antara tanaman sehat dan sumber inokulum tersebut.

Tanah yang relatif miskin unsur hara cenderung mempunyai kejadian penyakit yang lebih besar karena tanaman yang kekurangan nutrisi maka

pertumbuhannya akan terhambat dan rentan terhadap serangan OPT. Beberapa serangga diketahui dapat menjadi vektor untuk penyebaran penyakit BPB, di masing-masing negara berbeda-beda jenis serangga yang berperan sebagai vektor, di Columbia yang banyak berperan adalah *Sufetula diminutalis*, di Malaysia adalah *S. sunidesalis*, sedangkan di Indonesia yang berperan adalah *S. nigrescen* dan *Oryctes. rhinoceros*. (Genty, et al, 1976)

Vektor yang banyak diduga ikut menyebarkan adalah ternak sapi di perkebunan kelapa sawit. Kebun yang banyak mempunyai tunggul karet, kelapa sawit, kelapa atau tanaman hutan lain akan cenderung mempunyai penyakit yang tinggi. Tunggul- tunggul itu berfungsi sebagai sumber inokulum potensial . Oleh karena itu disarankan pada waktu tanam ulang, sisa-sisa tanaman itu dimusnahkan (Genty, et al, 1976). Luka pada tanaman berperan sebagai titik mula atau membantu tempat masuknya *G. boninense* ke tanaman. Puspa dan Purba (1987) melaporkan bahwa pelukaan akar sebelum inokulasi dapat meningkatkan serangan dari 23% menjadi 56,7%.

3. Cendawan *Trichoderma* spp

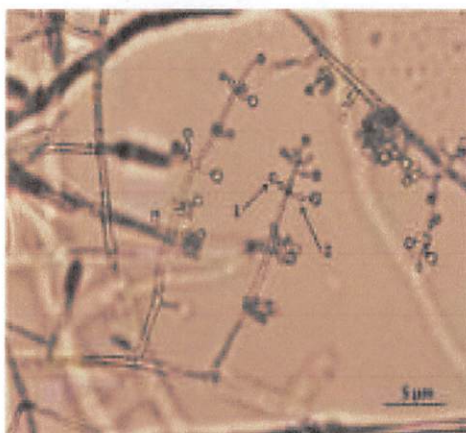
Serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) hingga saat ini masih merupakan masalah utama yang membatasi produksi terutama untuk daerah-daerah yang mempunyai iklim tropis. Sementara, penggunaan pestisida sintetik dalam mengendalikan OPT mempunyai resiko yang besar karena dapat menyebabkan resistensi, resurgensi, pencemaran lingkungan, musnahnya musuh alami, timbulnya residu pestisida dalam tanaman dan sebagainya. pengendalian hayati diharapkan dapat mengurangi efek samping dari penggunaan pestisida dalam mengendalikan serangan OPT

Salah satu contoh agen pengendalian hayati adalah dengan memanfaatkan *Trichoderma* spp sebagai organisme yang mempunyai kemampuan antagonistik dalam mengendalikan penyakit tanaman. *Trichoderma* spp merupakan jamur yang sangat umum dijumpai dalam tanah dan merupakan jamur yang bersifat antagonistik terhadap jamur lain. Faktor-faktor yang menguatkan *Trichoderma* spp sebagai salah satu agen pengendali hayati adalah ditemukannya proses-proses berikut: munculnya respon kemotropik dari *Trichoderma* spp, dipengaruhi

inang oleh mikoparasit, ekskresi dari enzim ekstra selular, terjadi lisis pada inang (Chet, 1987).

Trichoderma merupakan jamur imperfekti (tak sempurna) dari subdivisi Deuteromycotina, kelas Hyphomycetes dan ordo Moniliaceae. Konidiofor tegak, bercabang banyak, agak berbentuk kerucut, dapat membentuk klamidiospora, pada umumnya koloni dalam biakan tumbuh dengan cepat, berwarna putih sampai hijau (Cook and Baker, 1989).

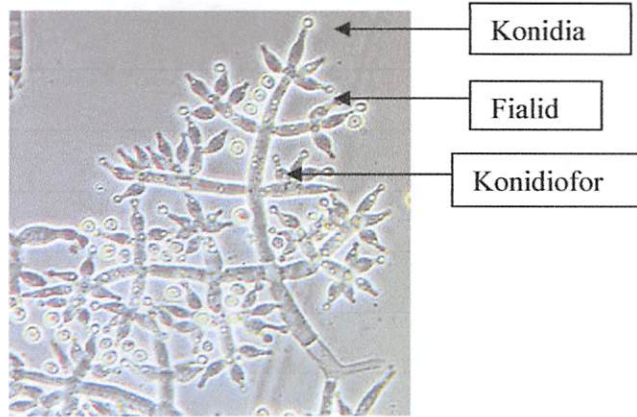
Morfologi beberapa spesies *Trichoderma* menurut Cook and Baker (1989), sebagai berikut : *Trichoderma viride* pers. (bentuk sempurna dikenal sebagai *Hypocrea rufa* Fr) : Penyebarannya luas ditanah, konidiofor berakhir pada fialid, fialospora mempunyai dinding yang kasar, berwarna hijau, berukuran antara 2,8 – 5,0 X 2,8 – 4,5 mm. Gambar 3 menunjukkan mikroskopis *Trichoderma viride*.



Sumber : Wiraman, 2014

Gambar 3: Mikroskopis *Trichoderma viride*

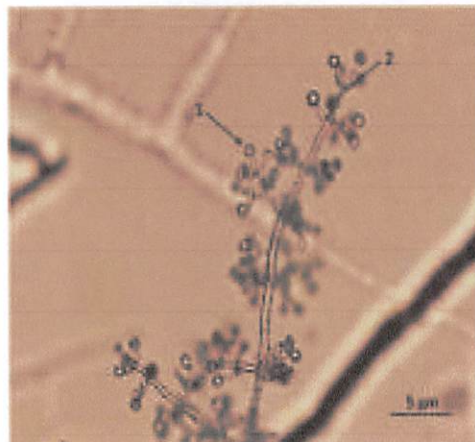
Trichoderma harzianum Rifai, umumnya ditemukan pada tanah, konidiofor berakhir pada fialid, fialospora halus, berwarna hijau, berukuran antara 2,4 – 3,2 X 2,2 – 2,8 mm, koloni cepat tumbuh. *Trichoderma koningii* Oud, umumnya ditemukan pada tanah konidiofor berakhir pada fialid, fialospora halus, berwarna hijau, eliptiksubsilindris, berukuran 3 – 4,8 X 1,9 – 2,8 mm dan koloni cepat tumbuh. Genus dari *Trichoderma* terdiri atas beberapa jamur saprofit yang umumnya ditemukan dalam tanah, kayu lapuk dan sisa tanaman, yang mana dapat mudah dikenali terutama karena sporanya berwarna hijau, dan populasi serta jenis *Trichoderma* dalam tanah sangat dipengaruhi oleh *pH* tanah. Gambar 4 menunjukkan mikroskopis *Trichoderma harzianum*.



Sumber : Rifaii, 1969

Gambar 4. Mikroskopis *Trichoderma harzianum*.

Trichoderma koningii pada media PDA tumbuh dengan cepat pada suhu 25-30⁰ C. Koloni akan berubah warna menjadi hijau tua dan pada bagian bawahnya tidak berwarna. (Samuel et al, 2005). *Trichoderma koningii* mampu tumbuh secara optimum pada pH 3,5-5,5 karena pada suasana masam ini *Trichoderma koningii* membentuk suatu zat yang mudah menguap yaitu antibiotik gliotoksin. (Rifai, 1969). Gambar 5. Mikroskopis *Trichoderma koningii*.



Sumber : Wiraman, 2014

Gambar 5. Mikroskopis *Trichoderma koningii*

Diketahui bahwa beberapa spesies *Trichoderma* mampu menghasilkan metabolit gliotoksin dan viridin sebagai antibiotik dan beberapa spesies juga diketahui dapat mengeluarkan enzim b-1,3-glukanase dan kitinase yang menyebabkan eksolisis pada hifa inangnya (Chet, 1987), tapi proses yang terpenting adalah kemampuan mikoparasit dan persaingannya yang kuat dengan patogen (Cook and Baker, 1989). Interaksi awal dari *Trichoderma* spp yaitu

dengan cara hifanya membelok ke arah jamur inang yang diserang, ini menunjukkan adanya fenomena kemotropik pada *Trichoderma* spp. Kemampuan masing-masing spesies *Trichoderma* dalam mengendalikan jamur patogen berbeda-beda hal ini disebabkan morfologi dan fisiologi dari jamur patogen berbeda-beda. *Trichoderma Harzianum* memproduksi enzim β -1,3 glukanasase dan kitinase yang menyebabkan eksolisis hifa inang (Chet, 1987).

T. viride mampu hidup sebagai mikoparasit yang dapat melakukan penetrasi ke miselium dan klamidospora jamur patogen sehingga terjadi lisis dan pengkristalan, menghasilkan antibiotik (gliotoksin dan viridin) yang dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen, dan mempunyai kemampuan tumbuh yang lebih cepat sehingga terjadi persaingan dalam ruang dan nutrisi dengan jamur lainnya (Baker and Cook, 1982).

Adanya rangsangan dari hifa inang ataupun senyawa kimia yang dikeluarkan oleh jamur inang. Ketika mikoparasit itu mencapai inangnya, hifanya kemudian membelit atau menghimpit hifa inang tersebut dengan ,membentuk struktur seperti kait (hook-like structure), mikoparasit ini juga terkadang mempenetrasi miselium inang dengan mendegradasi sebagian dinding sel inang. Kemampuan masing- masing spesies *Trichoderma* dalam mengendalikan jamur patogen berbeda-beda, hal ini dikarenakan morfologi dan fisiologis yang berbeda-beda (Elad *et al.* 1983). Cook dan Baker (1989) mekanisme antagonisme jamur *Trichoderma* spp. dalam menekan jamur patogen, yaitu sebagai mikoparasit, kompetitor yang agresif dan antibiosis. Mula-mula pertumbuhan miselia jamur *Trichoderma* spp. memanjang, kemudian membelit dan mempenetrasi hifa jamur inang, sehingga hifa inang mengalami vakoulasi, lisis dan akhirnya hancur.

BAB III BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fitopatologi Jurusan Hama dan Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang dari bulan Juni sampai dengan bulan Agustus 2014 (Lampiran 1).

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah isolat *Trichoderma harzianum*, *T. koningii* dan *T. viride* yang merupakan koleksi dari Ibu Dr. Ir. Nurbailis, MS, tubuh buah *Ganoderma boninense*, akuades, alkohol 70%, media Potato Dextrosa Agar. Alat yang digunakan adalah petridish, jarum ose, lampu spiritus, batang pengaduk, gelas piala, kompor listrik, oven, labu erlenmeyer, botol *schott*, plastik wrap, kertas label, *autoclave*, *ice box* sebagai tempat penyimpanan dan tempat membawa tubuh buah *G. boninense* dari lapangan.

C. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah Metode Eksperimen. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan adalah berbagai isolat cendawan *Trichoderma* spp yaitu:

A = *G. boninense* + *T. harzianum* (S10. TH)

B = *G. boninense* + *T. konigii* (S6. TK)

C = *G. boninense* + *T. viridae* (TV. TI-SK)

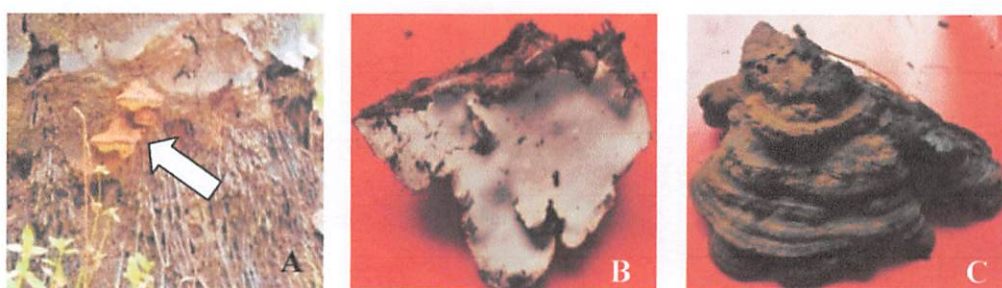
Penempatan masing-masing perlakuan dilakukan secara acak (Lampiran 2). Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam (uji F) dan diuji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf nyata 5%.

D. Pelaksanaan Penelitian

1. Pengadaan Isolat Cendawan *G. boninense*

Isolat *G. boninense* diisolasi dari tubuh buah *G. boninense* yang diambil dari perkebunan sawit Inti Rakyat di Jambak Jalur VII Barat, Lingkuang Aua, Simpang Empat, Pasaman Barat. Tubuh buah *G. boninense* diambil dari pangkal batang tanaman kelapa sawit yang terserang penyakit busuk pangkal batang. Kemudian dilakukan pengoleksian tubuh buah *G. boninense* dan kemudian disimpan kedalam *ice box* untuk menghindari kerusakan material hasil koleksi. Tubuh buah *G. boninense* dibawa ke laboratorium Fitopatologi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas Padang untuk dibuat biakan murninya.

Metode isolasi *G. boninense* dengan cara memotong-motong tubuh buah dengan ukuran 1x1cm. Kemudian direndam dalam akuades - alkohol – akuades dan direndam selama 2-3 menit. Potongan tubuh buah *G. boninense* dipindahkan kedalam petridish yang sudah berisi PDA dimana setiap petri diletakkan 2-3 potongan tubuh buah *G. boninense*, kemudian di inkubasi selama 3-7 hari pada suhu kamar untuk mendapatkan biakan murni. Gambar 6 menunjukkan tubuh buah *G. boninense* pada pangkal batang kelapa sawit dilapangan dan tubuh buah *G. boninense* yang dibawa ke Laboratorium untuk di isolasi.



Gambar 6. Tubuh buah *Ganoderma*. A: Tubuh buah *G. boninense* pada pangkal batang kelapa sawit. B: Sample tubuh buah yang dibawa ke laboratorium tampak atas. C: Sample tubuh buah yang dibawa ke laboratorium tampak bawah.

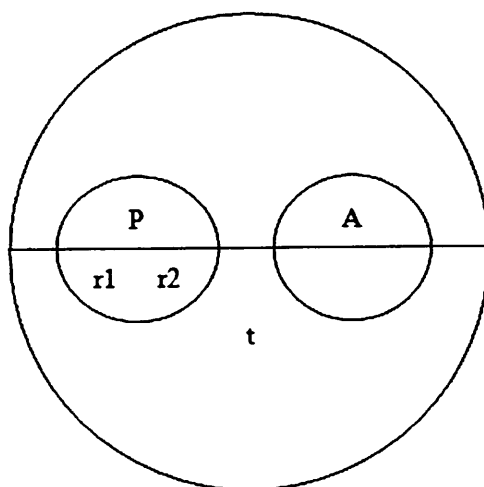
2. Peremajaan *Trichoderma* spp

Isolat *Trichoderma* spp diremajakan pada cawan petri berisi medium PDA. Peremajaan isolat *Trichoderma* spp dilakukan dengan cara memotong agar

yang ditumbuhi isolat *Trichoderma spp* dengan ukuran 1 x 1 cm kemudian dipindahkan pada cawan petri yang berisi media PDA baru dan diinkubasi selama 3-6 hari pada suhu kamar.

3. Uji Antagonisme *Trichoderma spp* Terhadap *G. boninense*

Uji antagonisme dalam penelitian ini dilakukan dengan metode biakan ganda, yaitu kedua isolat ditumbuhkan dalam satu cawan petri yang sama. Metode ini dilakukan dengan cara menumbuhkan potongan biakan *Trichoderma* dengan *G. boninense* yang dibiakkan secara bersamaan dalam cawan petri (diameter 9 cm) yang telah berisi medium PDA. Jarak antara kedua potongan tersebut 3 cm. Pertumbuhan jari-jari koloni dari kedua isolat diukur panjangnya setiap 24 jam sampai hari kelima semenjak kedua isolat disatukan. Pada hari kelima dilakukan pengamatan zona penghambatan dan perhitungan persentase penghambatan. Zona penghambatan adalah panjang wilayah dalam cawan petri yang tidak ditumbuhi oleh kedua isolat yang saling antagonis. Pengukuran dilakukan dengan cara mengukur panjang dari zona kosong tersebut. (Mahadtanapuk *et al.*, 2007) Metode biakan ganda *G. boninense* dan *Trichoderma spp* pada cawan petri berdiameter 9 cm dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Biakan ganda *G. boninense* dan *Trichoderma spp* pada cawan petri. (P) Inokulum patogen (*G. boninense*), (A) Inokulum antagonis (*Trichoderma spp*), (t) Titik tengah cawan petri, (r1) Jari – jari isolat *G. boninense* yang menjauhi *Trichoderma spp*, (r2) Jari-jari isolat *G. boninense* mendekati *Trichoderma spp*.

E. Pengamatan

1. Pengamatan Jari-jari Koloni, Zona Penghambatan Dan Perhitungan Persentase Hambatan.

Pengamatan jari-jari koloni dilakukan dengan mengamati pertumbuhan dan perkembangan jari-jari koloni dari kedua isolat dan diukur panjangnya setiap 1 x 24 jam sampai isolat sampai dipinggir kedua sisi cawan petri, Setelah pertumbuhan isolat sampai dipinggir cawan maka dilakukan pengamatan zona penghambatan atau zona bening, adanya zona bening menunjukkan mekanisme antibiosis *Trichoderma* spp terhadap *G. boninense* yang dilakukan. Pengamatan dilakukan terhadap pertumbuhan koloni jamur *G. boninense* dan *Trichoderma* spp setiap hari selama 4 hari, pengukuran dilakukan terhadap jari-jari koloni *G. boninense* yang tumbuh menjauhi *Trichoderma* (r1) dan yang mendekati *Trichoderma* (r2). Dari data tersebut dapat dihitung persentase penghambatan dengan menggunakan rumus Samiego *et al* (1989) *cit* Bernal *et al* (2004) :

$$PP = \frac{r1 - r2}{r1} \times 100\%$$

Keterangan :

PP = Persentase Penghambatan

r1 = Jari – jari koloni *G. boninense* yang menjauhi *Trichoderma* spp

r2 = Jari-jari koloni *G. boninense* mendekati *Trichoderma* spp

2. Pengamatan Tingkat Invasi Jamur Antagonis

Pengamatan dilakukan dengan melihat adanya invasi terhadap jamur patogen pada hari ke enam. Kemampuan invasi jamur *Trichoderma* spp terhadap *G. boninense* ditentukan dengan menggunakan skala yang dibuat oleh Elias dan Acros (1984) *cit* Bernal *et al* (2004).

Tabel 1. Skala tingkat invasi

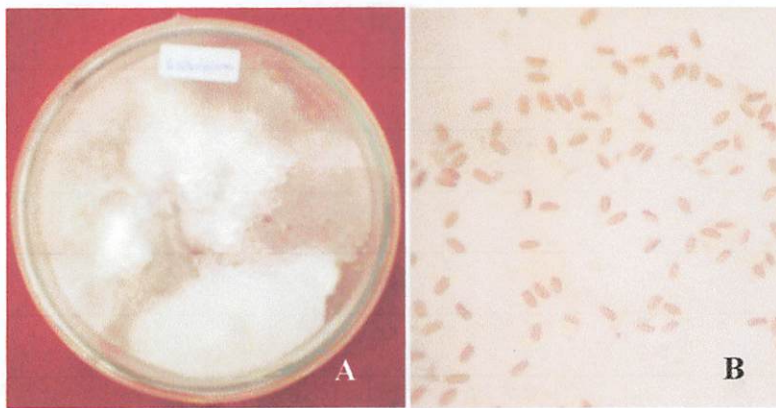
Skala	Tingkat invasi
0	Tidak ada invasi pada permukaan koloni jamur patogen
1	Ada invasi 1/4 pada permukaan jamur patogen
2	invasi 1/2 pada permukaan jamur patogen
3	Invasi total pada permukaan jamur patogen
4	Total invasi dan terjadi sporulasi pada permukaan jamur patogen

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

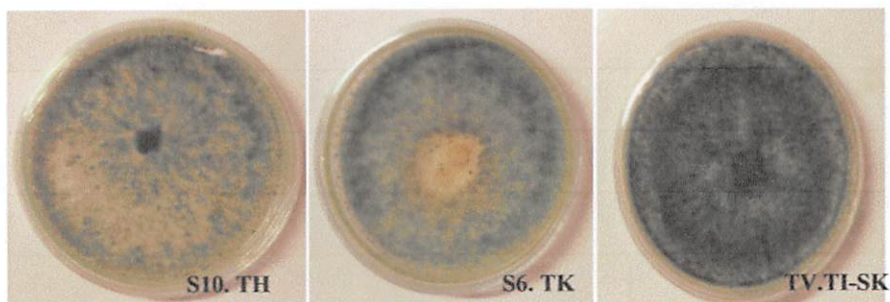
A. Hasil

1. Jari - jari Koloni (r1 dan r2) *G. boninense* Pada Berbagai Perlakuan Pada Biakan Ganda.

Dari hasil isolasi Jamur *G. boninense* pada media PDA mempunyai ciri-ciri dengan permukaan koloni berwarna putih seperti kapas, ciri-ciri tersebut sesuai dengan deskripsi Latifah dan Ho (2005), selain itu terdapat basidiospora pada tubuh buah, basidiospora berbentuk bulat panjang dengan warna coklat keemasan, ciri-ciri tersebut sesuai dengan pernyataan Seo and Kirk (2002).



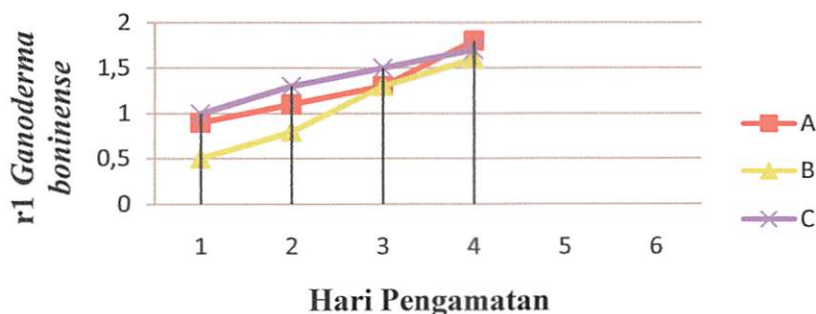
Gambar 8. A. Koloni *G. boninense* pada media PDA hari ke- 9 setelah isolasi. B. Basidiospora *G. boninense*.



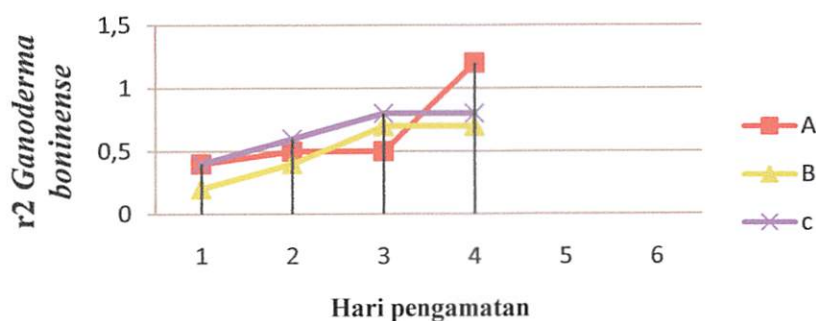
Gambar 9. Koloni *Trichoderma* spp pada media PDA 4 hari setelah peremajaan.

Hasil pengujian antagonisme menunjukkan bahwa pertumbuhan *G. boninense* sangat terhambat apabila ditumbuhkan bersama dengan *Trichoderma* spp. Terhambatnya pertumbuhan *G. boninense* oleh *Trichoderma* diduga karena

kecepatan pertumbuhan *Trichoderma* lebih cepat, kemampuan *Trichoderma* sebagai agen antagonis dan *Trichoderma* bersifat mikoparasit dan kompetitor, (Cook and Baker, 1989). Menurut Chet (1987), *Trichoderma* menghasilkan enzim β -1,3-glukanase dan kitinase yang dapat menyebabkan lisis pada hifa inangnya.



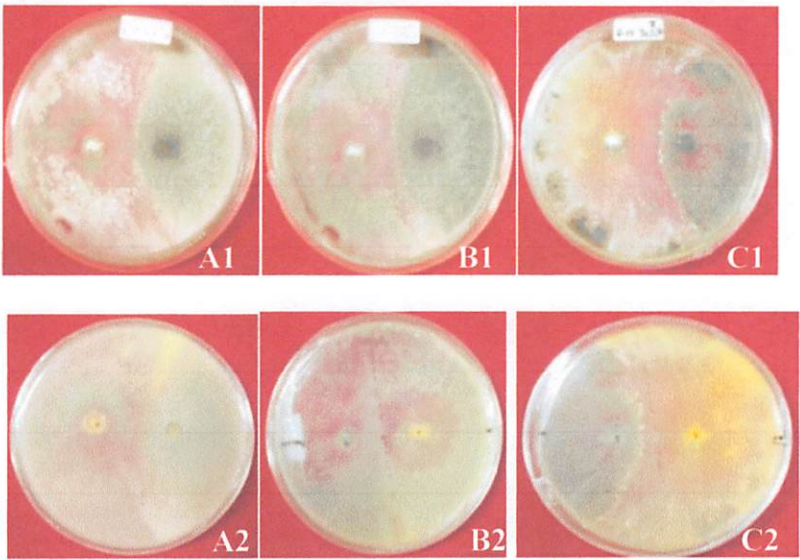
Gambar 10. Jari-jari (r1) *G. boninense* pada biakan ganda pada hari ke-4.



Gambar 11. Jari-jari (r2) *G. boninense* pada biakan ganda pada hari ke-4.

2. Zona Bening

Hasil pengamatan terhadap zona penghambatan atau zona bening pada semua perlakuan tidak terbentuk zona bening. Tidak terbentuknya zona bening hal ini diduga karena kedua isolat sama-sama menghasilkan antibiotik sehingga mekanisme antibiotik tidak terjadi antara kedua isolat jamur tersebut, tidak terbentuknya zona bening dapat di lihat padagambar 12. Biakan ganda *Trichoderma* spp dan *G. boninense* dalam cawan petri, pada gambar tidak terbentuk zona bening atau zona penghambatan



Gambar 12. Antagonisme antara *T. harzianum* (A), *T. koningii* (B) dan *T. viridae* (C). Koloni berwarna hijau merupakan koloni *Trichoderma* spp dan koloni berwarna putih merupakan koloni *G. boninense*.

3. Persentase Hambatan Tiga Isolat *Trichoderma* Terhadap *G. boninense*.

Dari hasil perhitungan terhadap persentase penghambatan tiga isolat *Trichoderma* terhadap *G. boninense* membuktikan bahwa *Trichoderma* dapat menghambat pertumbuhan jamur penyebab penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit yang disebabkan oleh *G. boninense*. *T. koningii* dan *T. viridae* mempunyai persentase penghambatan lebih tinggi dibandingkan *T. harzianun*, yaitu *T. koningii* (56,25%) dan *T. viride* (50,97%) (Tabel 2).

Tabel2. Persentase Hambatan *G. boninense*oleh *Trichoderma*spp pada hari ke-4 setelah inokulasi.

Nama isolat	(%) Hambatan
A S10.TH	33.32 c
B S6.TK	56.25 a
C TV.TI-SK	50.97 a
KK(%)	13.70%

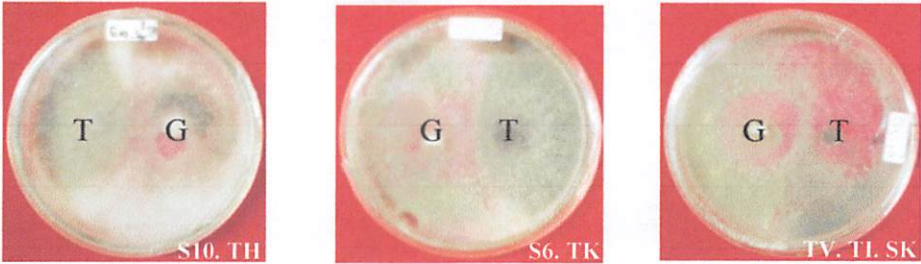
Ket : Hasil uji lanjut DNMRT 5%

4. Tingkat Invasi Tiga Isolat *Trichoderma* Terhadap *G.boninense*

Dari hasil pengamatan tingkat invasi menunjukkan bahwa ketiga isolat *Trichoderma* memiliki kemampuan menginvasi isolat *G. boninense* yang sama yaitu menginvasi pada skala 3. Hasil pengamatan tingkat invasi *Trichoderma* spp terhadap *G. boninense* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Tingkat invasi *Trichoderma* spp terhadap *G. boninense*.

NO	PERLAKUAN	TINGKAT INVASI
1	<i>G. boninense</i> dan S10. TH	3
2	<i>G. boninense</i> dan S6. TK	3
3	<i>G.boninense</i> dan TV. TI. SK	3



Gambar 13. Tingkat invasi tiga isolat *Trichoderma* terhadap *G. boninense* pada hari ke-6. G : *G. boninense*, T : *Trichoderma* spp.

B. Pembahasan

Dari hasil pengamatan uji antagonisme dengan biakan ganda tiga isolat *Trichoderma* dengan *G. boninense* menunjukkan bahwa *Trichoderma* mampu menghambat pertumbuhan *G. boninense*. Hal ini ditunjukkan oleh pertumbuhan r1 dan r2 *G. boninense* oleh Gambar 10 dan 11. Dari hasil pengamatan perkembangan dan pertumbuhan jari jari terlihat isolat S6. TK memiliki pertumbuhan dan perkembangan jari-jari yang lebih cepat pertumbuhannya mencapai pinggiran petri. Pertumbuhan isolat S6. TK yang cepat diduga karena isolat S6. TK memiliki daya kompetisi ruang dan nutrisi lebih tinggi dibandingkan dengan kedua isolat *Trichoderma*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Elfina *et al* (2010) yang menyebutkan *T. koningii* mampu beradaptasi dengan cepat dan mampu berkompetisi dalam perebutan ruang, makanan dan O2.

Terhambatnya pertumbuhan *G.boninense* oleh *Trichoderma* diduga karena disamping pertumbuhan *Trichoderma* yang lebih cepat juga disebabkan *Trichoderma* sebagai jamur antagonis yang mempunyai sifat sebagai mikoparasit (Cook and Baker, 1989). Menurut Chet (1987), *Trichoderma* menghasilkan enzim β -1,3-glukanase dan kitinase yang dapat menyebabkan eksolisis pada hifa inangnya, sehingga dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen.

Trichoderma spp secara umum mampu menghambat pertumbuhan *G.boninense* dan ada perbedaan kemampuan dari masing-masing isolat. Adanya perbedaan kemampuan dari masing-masing isolat *Trichoderma* dalam menghambat pertumbuhan *G.boninense* dapat disebabkan strain atau spesies yang berbeda dan perbedaan daerah asal isolat. Ketiga isolat *Trichoderma* yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari berbagai lokasi di Sumatera barat. Nagamani dan Mew (1990) melaporkan bahwa hasil isolasi *Trichoderma* dari berbagai lokasi di Pilipina menunjukkan kemampuan yang berbeda dalam menekan pertumbuhan *R. solani* penyebab blight pada padi. Beberapa hasil percobaan ditemukan bahwa isolat jamur saprofit yang berasal dari suatu daerah mempunyai daya antagonistik yang berbeda apabila digunakan pada daerah lain. Sukanto dan Tombe (1995) melaporkan bahwa isolat *Trichoderma* sp. asal Manado lebih mampu menghambat pertumbuhan jamur *F. oxysporum* f.sp. *vanillae* dibandingkan dengan isolat asal Bali. Elfinaet al. (2001) juga melaporkan bahwa di Sumatera Barat, isolat jamur *T. harzianum* yang diisolasi dari Koto Tuo Sawahlunto mempunyai kemampuan antagonistik yang lebih tinggi dari pada isolat yang berasal dari Koto Kaciak, Koto Bukit Tinggi dan Gantiang Padang Panjang dalam menekan jamur *Sclerotium rolfsii* pada tanaman cabai.

Widayastuti, Sumardi dan Hidayat(1998) menyatakan bahwa isolat jamur *Trichoderma* sp. yang berasal dari Jambi mempunyai daya antagonistik yang lebih tinggi dibandingkan dengan isolat yang berasal dari Yogyakarta, Gunung Kidul dan isolat Promot (USA) terhadap jamur akar putih (*Rigidoporus microporus*) pada tanaman *Acacia mangium*. Dari hasil pengamatan terhadap persentase penghambatan menunjukkan bahwa kemampuan masing-masing isolat *Trichoderma* dalam mengendalikan *G. boninense* berbeda-beda. Hal ini dapat disebabkan karena morfologi dan fisiologi masing-masing spesies yang berbeda –

beda. Dari beberapa hasil penelitian dilaporkan bahwa *T. harzianum* dan *T. koningii* banyak digunakan dalam usaha pengendalian penyakit BPB kelapa sawit yang disebabkan oleh *G. boninense* (Izzati *et al.*, 2008, anonim., 2008, Perello *et al.*, 2007). Pusat Penelitian Kelapa Sawit (2005) melaporkan bahwa *T. koningii* mampu menghambat pertumbuhan jamur *G. boninense* secara *in vitro*. Pada penelitian ini terlihat bahwa isolat S6.TK merupakan isolat terbaik dalam menekan pertumbuhan *G. boninense*. Nur *et al* (2011) bahwa agen hayati yang mempunyai nilai persentase penghambatan lebih tinggi (>50%) mempunyai potensi yang lebih baik sebagai agen pengendali hayati. *Trichoderma koningii* dilaporkan dapat mengendalikan jamur tanah *Rigidoporus lignosus* (Haryadi, 2009) dan mampu tumbuh baik pada tanah masam (Prasetyo *et al.*, 2009).

Dari hasil pengamatan r1 dan r2 tumbuh dengan cepat, baik pertambahan jari-jari kearah jamur patogen maupun kearah pinggir petri hal ini menunjukkan bahwa isolat *Trichoderma* spp mampu berkompetisi baik terhadap ruang maupun nutrisi. Pertambahan jari-jari *Trichoderma* kearah jamur patogen yang tidak berbeda jauh dengan pertambahan jari-jari kearah pinggir petri. Perbandingan pertambahan jari-jari *Trichoderma* dengan *G. boninense* menunjukkan adanya potensi dari isolat *Trichoderma* spp dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *G. boninense* kemampuan menghambat masing-masing isolat *Trichoderma* ditunjukkan pada tabel 2 yaitu tabel persentase hambatan masing-masing isolat *Trichoderma* terhadap *G. boninense*. Selain mampu tumbuh lebih cepat *Trichoderma* spp juga menghasilkan beberapa senyawa antibiotik dan enzim yang mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen. Hal ini sesuai dengan pernyataan Gultom (2008), mekanisme utama pengendalian patogen tanaman yang bersifat tular tanah dengan menggunakan cendawan *Trichoderma* spp dapat terjadi melalui kompetisi memperebutkan tempat hidup dan sumber makanan dan kemampuan menghasilkan antibiotik seperti *alametichin*, *paracelsin*, *trichotoxin* yang dapat menghancurkan sel cendawan melalui pengrusakan terhadap permeabilitas membran sel, dan enzim kitinase yang dapat menyebabkan lisis dinding sel. Pertumbuhan maksimal r2 *G. boninense* terjadi pada hari ke-4 yang ditunjukkan pada gambar 11.

Tertekannya pertumbuhan jamur patogen menunjukkan mekanisme

kompetisi dalam antagonisme, dalam hal ini jamur antagonis lebih kompetitif dalam memanfaatkan ruang tumbuh dan nutrisi. Lebih kompetitifnya jamur antagonis ditunjang oleh pertumbuhannya yang lebih cepat dibanding jamur patogen pada media yang sama. Keberadaan *Trichoderma* yang melimpah pada tanah-tanah pertanian diseluruh dunia merupakan bukti bahwa jamur tersebut merupakan kompetitor yang sangat baik untuk tumbuh dan nutrisi (Wells, 1988 dalam Achmad *et al.*, 2009). Isolat S6. TK memiliki daya hambat paling tinggi dibandingkan dengan isolat S10. TH dan TV. TI-SK hal ini dikarenakan pertumbuhan isolat S6. TK lebih cepat dibandingkan dengan kedua isolat *Trichoderma* lainnya. Kecepatan tumbuh suatu jamur antagonis mempengaruhi kemampuan jamur tersebut dalam menghambat jamur patogen. Mekanisme antagonis *Trichoderma* spp dalam menekan jamur patogen antara lain kompetisi nutrisi dan ruang, antibiosis dan hiperparasitisme. Hal ini didukung oleh Istikorini yang menyebutkan bahwa mekanisme antagonis *Trichoderma* spp meliputi kompetisi nutrisi, antibiosis sebagai hasil dari pelepasan antibiotika atau senyawa kimia yang dihasilkan oleh mikroorganisme, hiperparasitisme dan mikroparasitisme (Istikorini, 2002 *cit* Gultom, 2008).

Isolat S6. TK memiliki waktu pertumbuhan paling cepat sehingga lebih efektif dalam kompetisi ruang dan nutrisi hal ini didukung oleh hasil penelitian Octriana (2011) yang menyatakan bahwa kecepatan pertumbuhan jamur antagonis yang tinggi dapat menentukan aktivitas mikroorganisme antagonis terhadap patogen target. Selain itu isolat S6. TK juga menghasilkan enzim xilanase yang mampu menghidrolisis hemiselulosa.

Pada penelitian ini tidak terbentuk zona bening hal ini ditunjukkan pada gambar 12, tidak terbentuknya zona bening dapat disebabkan karena isolate *Trichoderma* spp memiliki kemampuan antagonis terhadap *G. boninense* berupa kompetisi ruang. Selain itu zona bening tidak terbentuk kemungkinan disebabkan kemampuan kedua isolat jamur dalam menghasilkan antibiotik yang kemudian ternetralisir pada media tumbuh. Hal ini didukung oleh pendapat Achmad, 1991, bahwa metabolit penghambat pertumbuhan patogen yang dihasilkan agen antagonis ternetralisir pada media tumbuh PDA. Hal ini didukung oleh pernyataan Singh *et al* (2002) bahwa zona penghambatan tidak terbentuk karena

kedua isolat memiliki kemampuan memproduksi antibiotik kemudian disekresikan ke media tumbuh, atau senyawa penghambat yang lain seperti geodin, terrisin, asam terric, asam aspergillik dan dermadin, tingkat efektivitasnya tergantung pada kualitas dan kuantitas senyawa tersebut.

Howell (2003) menyatakan bahwa salah satu mekanisme yang terlihat dalam biokontrol dengan menggunakan spesies *Trichoderma* adalah kompetitif terhadap ruang dan makanan. Sedangkan isolat S10. TH hanya mampu menghambat pertumbuhan *G. boninense* sebesar 33.32% dan TV. TI-SK mampu menghambat *G. boninense* sebesar 50.97% akan tetapi kedua isolat ini memiliki kemampuan menginvasi yang tinggi, daya invasi dari kedua isolat ini sama tinggi dengan isolat S6. TK, ketiga isolat *Trichoderma* ini memiliki daya invasi yang sama tinggi yaitu sama-sama mampu menginvasi *G. boninense* dengan skala 3, Skala kemampuan ketiga isolat *Trichoderma* terhadap *G. boninense* dapat dilihat pada tabel 3. S6. TK merupakan isolat *Trichoderma* yang memiliki daya penghambatan paling tinggi, isolat S6. TK mampu menghambat *G. boninense* sebesar 56.25%. Tingkat persentase penghambatan ketiga isolat *Trichoderma* dapat dilihat pada Tabel 2.

Pengamatan daya invasi ketiga isolat *Trichoderma* terhadap *G. boninense* ternyata isolat S10. TH, S6. TK dan TV. TI-SK memiliki kemampuan yang sama dalam menginvasi *G. boninense* meskipun ketiga isolat *Trichoderma* ini memiliki persentase penghambatan yang berbeda-beda, ketiga isolat *Trichoderma* ini mampu tumbuh dan membentuk konidia di atas koloni patogen. Hal ini menunjukkan isolat – isolat tersebut mempunyai daya parasitisme yang tinggi terhadap *G. boninense*. Baker dan Cook (1983) menyatakan bahwa beberapa mekanisme antagonis *Trichoderma* terhadap patogen tumbuhan adalah berupa kompetisi, antibiosis dan hiperparasit.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. *Trichoderma* spp memiliki potensi sebagai agen hayati karena mampu berkompetisi sebagai mikoparasit kemampuannya dalam berkompetisi baik kompetisi terhadap ruang maupun nutrisi. Dari hasil pengujian *Trichoderma* mampu menghambat pertumbuhan jamur *G. boninense* kemampuan daya antagonistik yang berbeda-beda.
2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa isolat S6. TK memiliki tingkat persentase tertinggi dalam mengendalikan *G. boninense* yaitu sebesar 56.25% diikuti oleh isolat TV. TI-SK yang memiliki persentase hambatan sebesar 50.97% dan isolat yang memiliki persentase hambatan paling rendah yaitu isolat S10. TH dengan persentase hambatan sebesar 33.32%. Persentase hambatan menunjukkan bahwa masing – masing isolat *Trichoderma* memiliki daya hambat yang berbeda-beda terhadap isolat *G. boninense*.
3. Hasil pengamatan menunjukkan tidak terbentuknya zona bening atau zona hambat.
4. Pada pengamatan tingkat invasi ketiga isolat *Trichoderma* memiliki tingkat invasi yang sama yaitu invasi skala 3.

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjut untuk melihat efektifitas *Trichoderma* spp terhadap *G. boninense* jika diaplikasikan langsung pada tanaman kelapa sawit secara langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A. L. 1987. Biologi *Ganoderma boninense* Pat. Pada Kelapa Sawit (*Elais guineensis* Jacq) dan Pengaruh Beberapa Mikroba Tanah Antagonistik Terhadap Pertumbuhannya [Disertasi]. Program Pasca Sarjana. IPB. Bogor. 147 hal.
- Abadi, A. L. 2003. Ilmu Penyakit Tumbuhan I. Edisi Pertama. Bayu Media Publishing dan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. Jawa Timur – Indonesia. 137 hal.
- Achmad S. 1991. Kemampuan *Rhizopogon* sp. Untuk Perlindungan Hayati Terhadap Penyebab Penyakit Lodoh pada *Pinus merkusii* [Tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, IPB.
- Alexopoulos, C. J., C. W. Mims., and M. Backwee. 1996. Introduction Mycology. Fourth Edition. Jhon Willey and Son, Inc. New York. USA. 869 hal.
- Ariffin, D., AS. Idris and G. Singh. 2000. Status Of *Ganoderma* In Oil Palm. Di dalam: Flood J, Bridge PD, Holderners M. (Editor), *Ganoderma Disease of Perenial Crops*. CABI Publishing, Wallingford, UK. hlm 49-68.
- Anonim. 2008. Biofungisida Marfu Pengendali Jamur *Ganoderma boninense*. <http://spksinstiper.wordpress.com/2008/04/16/biofungisida-marfu-pengendali-jamur-ganoderma-boninense>. [Diakses pada 21 April 2013].
- Badrun, M. 2010. Tonggak Perubahan Melalui PIR Kelapa Sawit Membangun Negeri. Direktorat Jendral Perkebunan, Kementrian Pertanian Republik Indonesia : Jakarta.
- Baker, K. F. And R. J. Cook. 1982. *Biological Control of Plant Pathogens*. The American Phytopathology Society. Minnessota. 433 p.
- Benitez, T., A. M, Rincon., and M. C, Limon. 2004. Biocontrol Mechanisms of *Trichoderma* Stains. Departemen of Genetich University of Sevilla. Spain.
- Chet I (Ed.). 1987. *Innovative Approaches to Plant Diseases Control*. John Wiley and Sons, A Wiley-Interscience Publication, USA.
- Cook R. J and K. F. Baker,. 1989. *The Nature on Practice of Biological Control of Plant Pathogens*. The American Phytopathological Society, St. Paul. Minesota. 539 p.
- Dahuri, R. 2008. Kedaulatan Pangan Bangsa. <http://www.targetmdgs.org>. [2 Juli 2013].

- Dhingra, O. D. And J. B. Sinclair. 1985. Basic Plant Pathology Methods. CRC. Press Inc, Boca Rotton.
- [Depperin] Departemen Perindustrian. 2008. Gambaran Sekilas Industri Minyak Kelapa Sawit 2007. <http://www.depperin.go.id>. [15 juli 2012]
- Direktorat Jenderal Perkebunan Kementrian Pertanian. (2012). Sawit Indonesia. <http://ditjenbun.deptan.go.id/>. Diakses pada tanggal 31 Agustus 2013.
- Djaenuddin, D. 1992. Lahan Marginal : Tantangan dan Pemanfaatannya. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian XII (4) : 79-84
- Elad, Y., Chet, I., and Y. Henis. 1983. Parasitism of *Trichoderma* spp, On *Rhizoctonia solani* and *Scelerotium rolfii*- Scanning Electron Microscopy and Fluorescence Microscopy Phyttopathology 73:85-88
- Elfina, Y., Mardinus., T. Habazar dan A. Bachtiar. 2001. Studi Kemampuan Isolat-isolat Jamur *Trichoderma* spp. Yang Beredar di Sumatera Barat untuk Pengendalian Jamur Patogen *Sclerotium rolfii* pada Bibit Cabai. Di dalam: Prosiding Kongres Nasional XVI dan Seminar Ilmiah. Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. Bogor. Hal : 167-173.
- Elfina , Y. S., F. Puspita., dan N. A. Fitridayanti. 2010. Penggunaan *Trichoderma* spp Lokal Riau untuk Mengendalikan *G. boninense* Pat Pada Pembibitan Awal Kelapa Sawit. Prosiding Badan Kerja Sama Pusat Studi Lingkungan Hidup ke-XX. 14-16 Mei. Pekanbaru.
- Fauzi, Yan. 2002. Kelapa Sawit . Depok : Penebar Swadaya.
- Flood J, Bridge PD, Holderners M. 2000. *Ganoderma Disease of Perennial Crops*. UK: CABI Publishing.
- Genty, P., D. Mariau., and R. C. Desmier. 1976. Infestation of The Aerial Roots of Oil Palm by Caterpillars of The Genus *Sufetula* Walker (Lepidoptera: Pyralidae). Oleagineaux 31 (8-9) : 365-370.
- Gultom, J. M. 2008. Pengaruh Pemberian Jamur Antagonis Dengan Berbagai Konsentrasi Untuk Menekan Perkembangan Jamur *Phytium* sp Penyebab Rebah Kecambah Pada Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabaccum* L.). Skripsi Fakultas Pertanian USU. Medan.
- Harman, G. E. 2000. Changes In Perception Devired From Research *Trichoderma harzianum*T22.PlantDisease.<http://www.nature.com/nmrcro/journal/u2/ni/full/nrmicro 797.html>. Diakses tanggal 18 februari 2012.

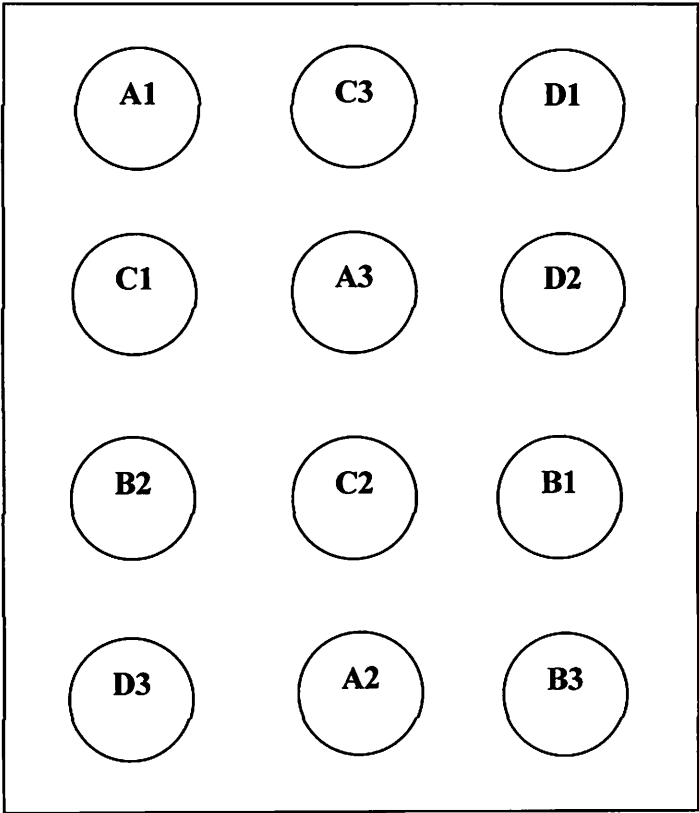
- Howell CR. 2003. Mechanism Employed by *Trichoderma* Species in The Biological Control of Plant Disease : The History and Evolution of Current Concepts. USDA/ARS Southern Plains Agricultural Research Center. 7 hal.
- Ismujiwanto, S. B., T. N. Aeny dan C. Ginting. 1996. Pengaruh Cendawan Antagonis *Trichoderma viride* dan Kompos Terhadap Intensitas Serangan Penyakit Busuk Batang Pada Tanaman Panili (*Vanilla plafolia* Andrews). JPP Volume VIII no. 8. Agustus. Hal : 85-90
- Istikorini, Y. 2002. Pengendalian Penyakit Tumbuhan Secara Hayati Yang Ekologis dan Berkelanjutan. [Tesis] Program Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Izzati, N. A., Zainudin, M and Abdullah, F. 2008. Disease Suppression in *Ganoderma* – Infected Oil Palm Seedlings Treated with *Trichoderma harzianum*. Plant Protection Science. 44 (3) ., 101-107.
- Jamillah, R. 2011. Potensi *Trichoderma harzianum* (T38) dan *Trichoderma pseudokoningii* (T39) Sebagai Antagonis Terhadap *Ganoderma* sp. Penyebab Penyakit Pada Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen.) [Skripsi] Program Sarjana Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Latiffah, Z. and Y. W. Ho. 2005. Morphological Characteristics and Somatic Incompatibility of *Ganoderma* from Infected Oil Palm from Three Inland Estates. Malaysian Journal of Microbiology 1 (2) : 46 -52.
- Mahadatanapuk, S., M. Sanguansermisri., RW. Cutler., V. Sardsud., and S. Anuntalabhochai. 2007. Control of Anthracnose Caused by *Colletotrichum musae* on *Curcuma alismatifolia* Gagnep. using Antagonistic *Bacillus* spp. American Journal of Agricultural and Biological Sciences 2 (2) : 54-61.
- Mardhiansyah, M. 2009. Aplikasi Jamur Antagonis *Trichoderma* spp. Untuk Mengendalikan Jamur *Ganoderma* sp. Penyebab Busuk Akar di Pertanaman *Acacia mangium*.
- Martawijaya A, Kartasujana I, Kadir K, Prawira SA. 2005. *Atlas Kayu Indonesia*. Bogor-Indonesia: Badan Penelitian Dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan. Hlm 7-10.
- Marvihayani, R. 2012. Uji Antagonis *Trichoderma pseudokoningii* Rifai Dalam Formulasi Biofungisida yang Mengandung Alang – Alang Dengan Lama Penyimpanan Yang Berbeda Terhadap Jamur *Ganoderma boninense* Pat Secara *in Vitro*. Jurnal Skripsi Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian. Univesitas Riau

- Nagamani, A dan Mew TW. 1987. *Trichoderma* A Potential Biological Control in The Rice-Based Cropping System. IRRI Seminar. 1987.
- Nur, T. A., S. Juariyah dan T. Maryono. 2011. Potensi Antagonis Beberapa Isolat *Trichoderma* Terhadap *Phytophthora palmivora* Penyebab Penyakit Busuk Buah Kakao. Di dalam Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi IV. 29-30 November. Bandar Lampung.
- Octriana, L. 2011. Potensi Agen Hayati Dalam Menghambat Pertumbuhan *Phytophthora* sp. Secara *in vitro*. Buletin Plasma Nutfah, Volume 17: 138-14
- Pahan I. 2008. Panduan Lengkap Kelapa Sawit. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Paterson, RRM. 2007. Ganoderma Disease of Oil palm-a White Rot Perspective Necessary for Integrated Control. Crop Protection 26(1369-1376).
- Perello, A., Moreno, V., Monaco, C., Simon, M. R. 2008. Effect of *Trichoderma* spp Isolates for Biological Control of Tan Spot of Wheat Caused by *Pyrenophora tritici-repentis* Under Field Condition in Argentina. BioControl 53 : 895-904.
- Prasetyo, J., T. N. Aeny and R. Suharjo. 2009. The Corelation Between White Rot (*Rigidoporus lignosus* L.) Incidence and Soil Characters of Rubber Ecosystem in Oanumangan Bam Lampung. Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika 9 (1) : 149-157
- Purba, R. Y. 1993. Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit (*Elaeis guinensis* Jacq.) Yang Disebabkan Oleh Ganoderma Dan Manajemen Pengendaliannya. Materi Kuliah Penyakit Tanaman Kelapa Sawit Pada Kursus Manajemen Dasar Perkebunan Bidang Tanaman Di LPP Kampus Medan.
- Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS). 2005. Budidaya Kelapa Sawit (Kultur Teknik Kelapa Sawit). Medan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Puspa, W., dan R. Y. Purba. 1987. Metode Inokulasi Untuk Mengevaluasi Serangan Ganoderma sp. Pada Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guinensis* Jacq.). Laporan Tahunan Kerjasama Penelitian P.P. Marihat-Biotrop Tahun 1987.
- Puspita, F dan Y. Elfina. 2007. Aplikasi Beberapa Dosis *Trichoderma* spp. Untuk Induksi Ketahanan Bibit Kelapa Sawit Terhadap Penyakit Busuk Pangkal Batang Ganoderma *boninense* Pat. Di Pembibitan Awal. Laporan Penelitian Research Grand. I-Mhere Project. Universitas Riau.
- Rifai , MA. 1969. A Revision of the Genus *Trichoderma*. Mycol. Pap. 11 : 56p
- Risza, S. 1994. Kelapa Sawit. Yogyakarta : Penerbit Konisius.

- Samuel, G. J., P. Chaverri., D. F. Farr and E. B. Mc Cray. 2005. *Trichoderma* Online, Systematic Botany and Mycotina Laboratory, ARS, USDA.
- Semangun H. 2008. Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan Indonesia. Gajah Mada Universitas Press: Yogyakarta.
- Seo G.S., Kirk P.M. 2000. *Ganodermataceae* : Nomenclature and Classification. Didalam : J Flood, PD Brige, M Holderness, editor. *Ganoderma* Diseases of Perrenial Crops. UK : CABI Publishing. 3-22.
- Sinaga MS, Bonny PWS, Susanto A. 2003. Keragaman Mikroorganisme Rhizosfer Kelapa Sawit dan Patogenisitas *Ganoderma boninense* Pat. Sebagai Dasar Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang. Laporan Akhir Hibah Bersaing IX. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Sinaga MS. 1986. Biological control of some soli-borne fungal pathogens of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) with *Gliocladium* spp. [dissertation]. Los Banos: University of the Philippines.
- Sudantha IM. 1997. Pengendalian patogen tular tanah pada tanaman kedelai secara hayati menggunakan bahan organik dan jamur *Trichoderma harzianum*. Di dalam: *Prosiding Kongres Nasional XIV dan Seminar Nasional PFI*. Palembang, 27-29 Oktober 1997. hlm 197-204.
- Sukamto dan M. Tombe. 1995. Antagonisme *Trichoderma viride* Terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *vanilla* Secara In Vitro. Di dalam : Parman dkk. (Penyunting). Peran Fitopatologi Dalam Pembangunan Pertanian Berkelanjutan di Kawasan Timur Indonesia. Risalah Kongres Nasional XIII Dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia di Mataram. Hal : 600-604
- Susanto A. 2002. Kajian Pengendalian Hayati *Ganoderma boninense* Pat, Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit [disertasi]. Bogor: Fakultas Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Susanto A, Sudharto P. dan Daisy T. 2002. Hiperparasitisme Beberapa Agens Biokontrol Terhadap *G. boninense* Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit. Jurnal Vol.10 No.2-3 2002. Diakses pada 10 Maret 2009.
- Susanto A., P .S. Sudharto and R.Y. Purba. 2005. Enhancing Biological Control of Basal Stem Rot Disease (*Ganoderma boninense*) In Oil Palm Plantations. *Mycopathologia*.159(1):153157.[http://nt.arsrin.gov/taxadescriptions/keys/Trichoderma Index.cfm](http://nt.arsrin.gov/taxadescriptions/keys/Trichoderma%20Index.cfm) [14 Februari 2012].
- Susanto, L. 2008. Pengantar Pengendali Hayati Penyakit Tanaman. PT. Raja Grafindo Persada : Jakarta. 573 hal.

- Taniwiryo D. 2007. *Hati-hati Melakukan "Underplanting" di Sawit*. <http://www.litbang.deptan.go.id/artikel/>. Diakses pada 23 Maret 2013.
- Turner, P. D. 1981. *Oil Palm Diseases And Disorders*, Oxford University Press.
- Wahyudi, P dan U. Suwahyono. 1997. Proses Produksi Biofungisida *Trichoderma harzianum* Bentuk Padat dengan Memanfaatkan Bahan Baku Lokal. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Bioindustri. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Widyastuti, S. M. 2007. Peran *Trichoderma* spp dalam Revitalisasi Kehutanan di Indonesia. Gajah Mada University Press : Yogyakarta.
- Widyastuti, S. M., Suardi dan N. Hidayat. 1998. Kemampuan *Trichoderma* spp. Untuk Pengendalian Hayati Jamur Akar Putih Pada *Acacia mangium* Secara In Vitro. Bulletin Kehutanan No. 36. Hal : 24-38
- Wijayanti, R. T. 2012. Analisis Usaha Keuntungan dan Skala Usaha Perkebunan Kelapa Sawit Gerbang Serasan. [Skripsi] Program Sarjana Fakultas Ekonomika dan Bisnis. Universitas Diponegoro Semarang.
- Yanti, F dan A. Susanto 2004. Cara Praktis Isolasi Tubuh Buah *Ganoderma boninense* Pada Medium *Potato Dextrose Agar* (PDA). Pusat Penelitian Kelapa Sawit 12 (2-3).

Lampiran 2. Denah Pelaksanaan Penelitian di Laboratorium Menurut Rancangan Acak Lengkap RAL



Keterangan:  = Satuan Percobaan
A, B, C, D = Perlakuan
1, 2,3 = Ulangan

Lampiran 3 : r1 dan r2 *G. boninense* pada biakan ganda dengan tiga isolat *Trichoderma*.

r1 <i>G. boninense</i> hari 1-4	ulangan		
	A	B	C
1	0,9	0,5	1
2	1,1	0,8	1,3
3	1,3	1,3	1,5
4	1,8	1,6	1,7

r2 <i>G. boninense</i> hari 1-4	ulangan		
	A	B	c
1	0,4	0,2	0,4
2	0,5	0,4	0,6
3	0,5	0,7	0,8
4	1,2	0,7	0,8

Lampiran 4. analisis sidik ragam persentase hambatan *Trichoderma* spp terhadap *G. boninense*.

Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel 5%
Perlakuan	2	865.19	432.59	9.73	5.14
Sisa	6	266.71	44.45		
Total	8	1131.90			

Keterangan :) Berbeda Nyata