

**APLIKASI BERBAGAI SEDIAAN *Trichoderma viride* Pers. UNTUK
PENGENDALIAN *Sclerotium rolfsii* Sacc. PENYEBAB REBAH
KECAMBAH PADA BIBIT CABAI**

**SKRIPSI
OLEH**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2020**

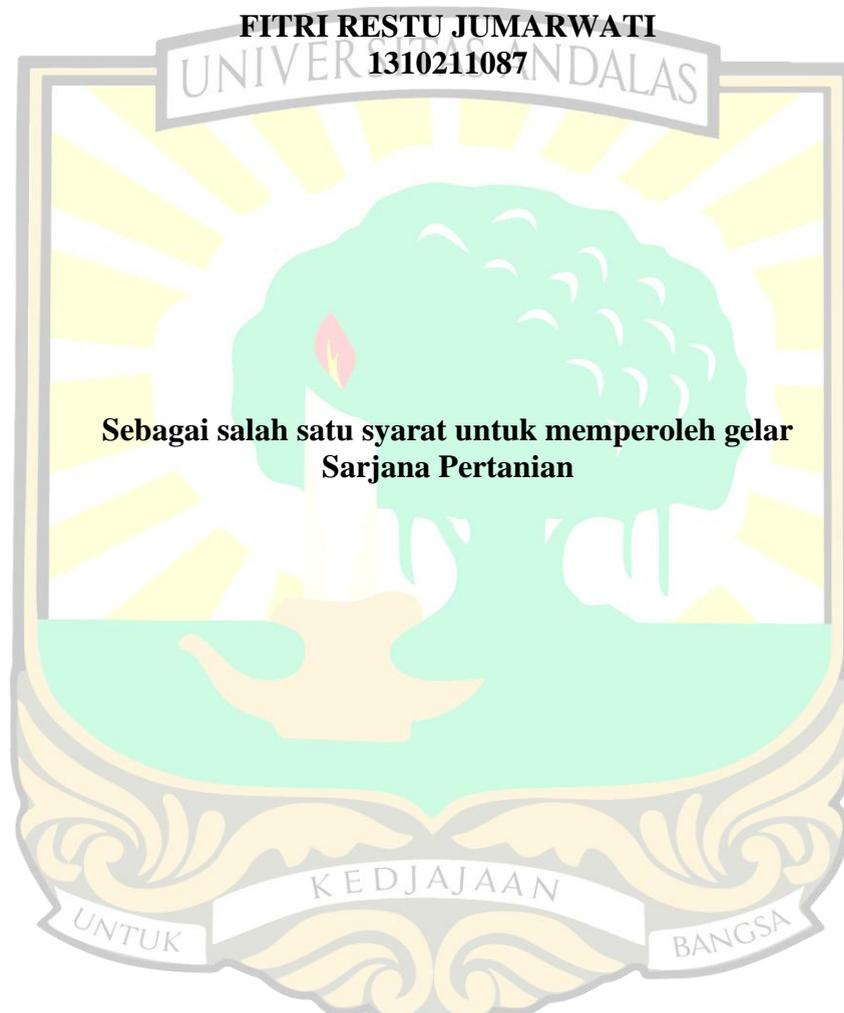
**APLIKASI BERBAGAI SEDIAAN *Trichoderma viride* Pers UNTUK
PENGENDALIAN *Sclerotium rolfsii* Sacc. PENYEBAB REBAH
KECAMBAH PADA BIBIT CABAI**

SKRIPSI

OLEH

FITRI RESTU JUMARWATI

UNIVERSITAS ANDALAS 1310211087



**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Pertanian**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2020**

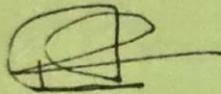
APLIKASI BERBAGAI SEDIAAN *Trichoderma viride* Pers. UNTUK PENGENDALIAN
Sclerotium rolfsii Sacc. PENYEBAB REBAH KECAMBAH PADA BIBIT CABAI

SKRIPSI
OLEH

FITRI RESTU JUMARWATI
1310211087

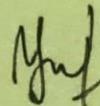
MENYETUJUI:

Dosen Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Nurbailis, MS
NIP. 196111061988102001

Dosen Pembimbing II



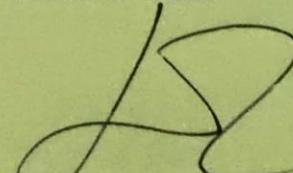
Ir. Yunismart, MP
NIP. 196408131990011003

Dekan Fakultas pertanian
Universitas Andalas



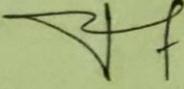
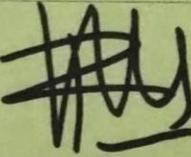
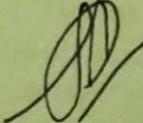
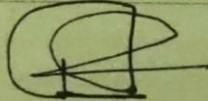
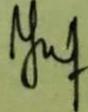
Dr. Ir. Indra Dwipa, MS
NIP. 196502201989031003

Koordinator Program Studi
Agroteknologi Fakultas Pertanian
Universitas Andalas



Dr. Ir. Nalwida Rozen, MP
NIP. 196504041990032001

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan Sidang Panitia Ujian Sarjana Fakultas Pertanian Universitas Andalas, pada tanggal 06 Agustus 2020

No	NAMA	TANDA TANGAN	JABATAN
1.	Prof. Dr.Ir.Trizelia,MSi		Ketua
2.	Ir.Martinius,MS		Sekretaris
3.	Dr.Ir.Darnetty,MSc		Anggota
4.	Prof.Dr.Ir.Nurbailis,MS		Anggota
5.	Ir.Yunisman,MP		Anggota



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Saya mahasiswa Universitas Andalas yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama lengkap : Fitri Restu Jumarwati

No.BP/NIM/NIDN : 1310211087

Program Studi : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

Jenis Tugas Akhir : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Andalas atas publikasi *online* Tugas Akhir saya yang berjudul:” **Aplikasi Berbagai Sediaan *Trichoderma viride* Pers. untuk Pengendalian *Sclerotium rolfsii* Sacc. penyebab Rebah Kecambah pada Bibit Cabai**” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Universitas Andalas juga berhak untuk menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola, merawat, dan mempublikasikan karya saya tersebut di atas selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Padang

Padang Tanggal September 2022

Yang menyatakan

(Fitri Restu Jumarwati)



” *sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.*” (Q.s Al insyirah: 6-8)

Alhamdulillah puji syukur kepada Allah swt, karena kehendak dan ridha-Nya peneliti dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul **Aplikasi Berbagai Sediaan *Trichoderma viride* Pers. untuk Pengendalian *Sclerotium rolfsii* Sacc. penyebab Rebah Kecambah pada Bibit Cabai**”saya menyadari inui bahwa skripsi ini tidak akan selesai tanpa doa, dukungan dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu saya menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak terkait dan saya akan tuliskan pada lembar ini.

Terima kasih kepada kedua orangtua saya yang tercinta, kepada Ayahanda Joni dan Ibunda Dra.Nurhaida Yati yang paling hebat didunia. Orangtua yang selalu senantiasa memberikan doa di setiap waktu, tidak lelah memberikan nasehat dan arahan, kasih sayang yang tak terhitung sehingga saya dapat menuntut ilmu dan menyelesaikan skripsi ini. Dengan didapatkan gelar sarjana pertanian ini, saya berharap dapat membanggakan kedua orangtua.

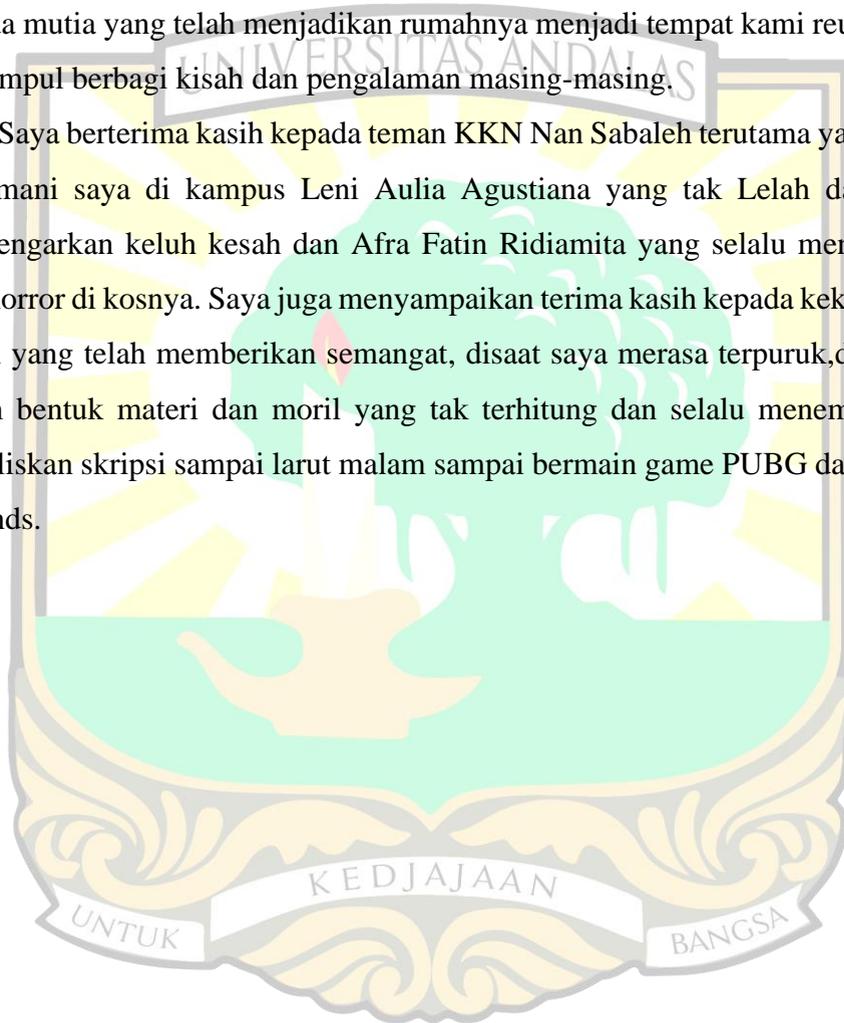
Terima kasih kepada Dosen pembimbing Ibu Prof. Ir. Nurbailis,Ms dan Bapak Ir.Yunisman, MP yang telah memberikan nasehat,motivasi,dukungan dan arahan yang tak terhitung nilainya serta selalu sabar dalam menghadapi saya yang dengan segala kekurangan. Semoga ilmu yang bermanfaat yang telah bapak dan ibu berikan menjadi amal baik dan pahala di sisi-Nya serta selalu diberikan Kesehatan dan lindungan Allah SWT.

Saya mengucapkan terima kasih kepada sahabat seperjuangan Ahfaruma Nikmah, Nova Asrini, Nofri Damayanti Harahap, Loli Opalofia, Mila Agustin, Yurni Asmarita, Eif Sparzinanda, Shafira Gita dan Siti Hamidah yang selama ini telah menemani mulai dari tahun pertama sampai saat ini. Suka duka pertemanan yang tak terhitung dan terucap telah dilalui bersama dalam membantu selama penelitian baik di lapangan maupun di laboratorium, pembuatan skripsi, membantu mengurus administrasi terkait kuliah. Kepada sahabat yang selalu

mendengar curhat dan keluh kesah saya, memberikan tempat istirahat terhangat dan ternyaman disaat saya lelah, mendengarkan obrolan receh dan tingkah laku yang membuat senang dan tertawa.

Terima kasih kepada Teman-teman semasa SMA “Lucknut Squad” Ahfaruma Nikmah, Mutia Ningsi, Riza Novita, Ivan Pratama, Hilda Wahyu Ilahi, Gusra Fifti Sigit, dan Refika Putri yang telah menjadi ruang untuk saya dalam berbagi cerita dan keluh kesah walaupun hanya di grup WhatsApp. Terima kasih kepada mutia yang telah menjadikan rumahnya menjadi tempat kami reunion dan berkumpul berbagi kisah dan pengalaman masing-masing.

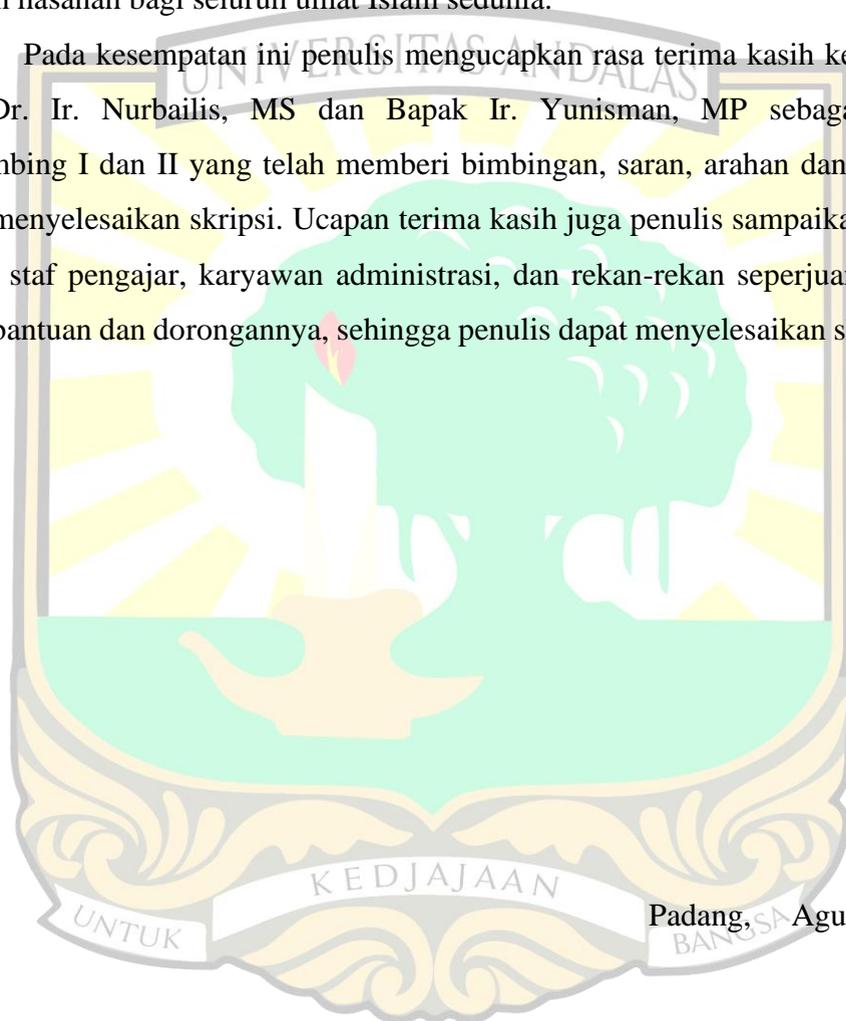
Saya berterima kasih kepada teman KKN Nan Sabaleh terutama yang selalu menemani saya di kampus Leni Aulia Agustiana yang tak Lelah dan bosan mendengarkan keluh kesah dan Afra Fatin Ridiamita yang selalu menawarkan film horror di kosnya. Saya juga menyampaikan terima kasih kepada kekasih saya Jahari yang telah memberikan semangat, disaat saya merasa terpuruk, dukungan dalam bentuk materi dan moril yang tak terhitung dan selalu menemani saya menuliskan skripsi sampai larut malam sampai bermain game PUBG dan Mobile Legends.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Aplikasi Berbagai Sediaan *Trichoderma viride* Pers. untuk Pengendalian *Sclerotium rolfsii* Sacc. Penyebab Rebah Kecambah pada Bibit Cabai”**, Shalawat dan salam disampaikan untuk Nabi Besar Muhammad SAW sebagai uswatun hasanah bagi seluruh umat Islam sedunia.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Nurbailis, MS dan Bapak Ir. Yunisman, MP sebagai Dosen Pembimbing I dan II yang telah memberi bimbingan, saran, arahan dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh staf pengajar, karyawan administrasi, dan rekan-rekan seperjuangan atas segala bantuan dan dorongannya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.



Padang, Agustus 2020

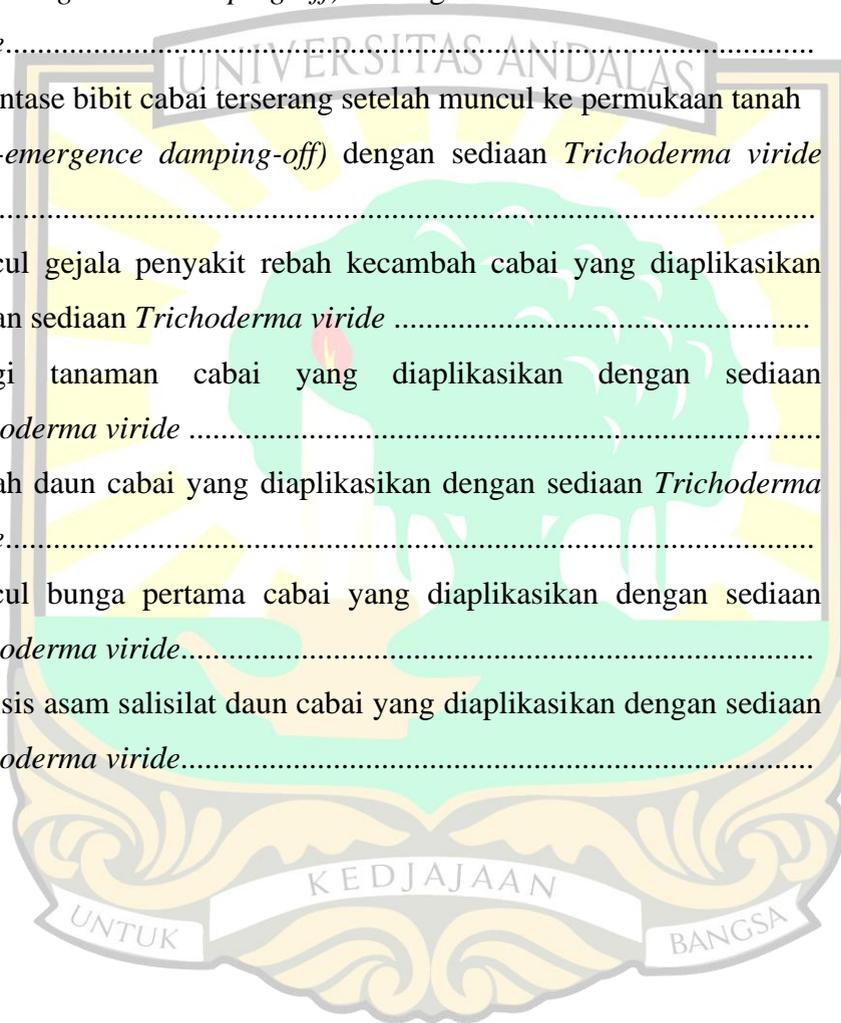
FRJ

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
ABSTRAK	vii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan Penelitian.....	3
C. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Jamur <i>Sclerotium rolfsii</i>	4
B. Jamur Antagonis <i>Trichoderma viride</i>	5
C. Induksi Ketahanan Tanaman.....	6
D. <i>Trichoderma viride</i> sebagai Penginduksi Ketahanan Tanaman....	7
E. Sediaan <i>Trichoderma viride</i>	8
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	10
B. Bahan dan alat.....	10
C. Metode Penelitian.....	10
D. Pelaksanaan Penelitian.....	11
E. Pengamatan.....	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil.....	20
B. Pembahasan.....	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	30
B. Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	37

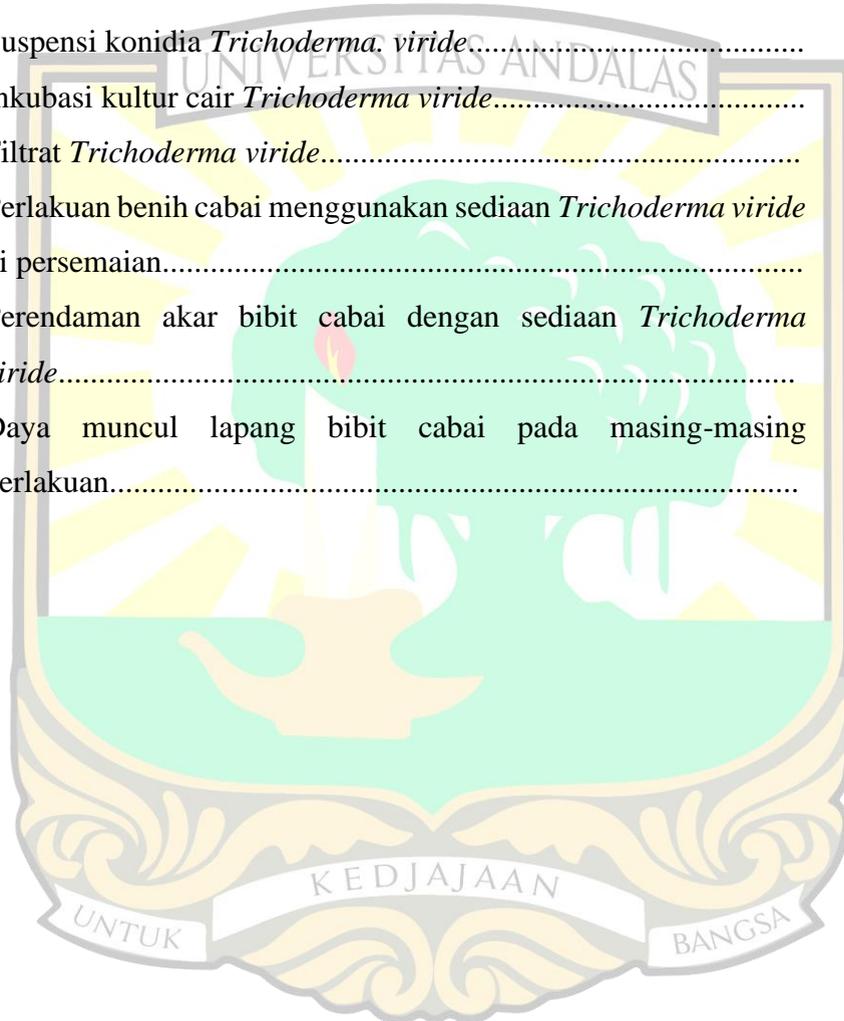
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Presentase daya muncul lapang bibit cabai terhadap sediaan <i>Trichoderma viride</i>	21
2. Persentase bibit cabai terserang sebelum muncul ke permukaan tanah (<i>pre-emergence damping-off</i>) dengan sediaan <i>Trichoderma viride</i>	22
3. Persentase bibit cabai terserang setelah muncul ke permukaan tanah (<i>post-emergence damping-off</i>) dengan sediaan <i>Trichoderma viride</i>	23
4. Muncul gejala penyakit rebah kecambah cabai yang diaplikasikan dengan sediaan <i>Trichoderma viride</i>	23
5. Tinggi tanaman cabai yang diaplikasikan dengan sediaan <i>Trichoderma viride</i>	24
6. Jumlah daun cabai yang diaplikasikan dengan sediaan <i>Trichoderma viride</i>	25
7. Muncul bunga pertama cabai yang diaplikasikan dengan sediaan <i>Trichoderma viride</i>	26
8. Analisis asam salisilat daun cabai yang diaplikasikan dengan sediaan <i>Trichoderma viride</i>	26



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Koloni jamur <i>Trichoderma viride</i> berumur 7 hari media PDA.....	12
2. Jamur <i>Sclerotium rolfsii</i> yang diinkubasi 15 hari.....	12
3. Suspensi konidia <i>Trichoderma viride</i>	13
4. Inkubasi kultur cair <i>Trichoderma viride</i>	14
5. Filtrat <i>Trichoderma viride</i>	15
6. Perlakuan benih cabai menggunakan sediaan <i>Trichoderma viride</i> di persemaian.....	17
7. Perendaman akar bibit cabai dengan sediaan <i>Trichoderma viride</i>	17
8. Daya muncul lapang bibit cabai pada masing-masing perlakuan.....	22



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Jadwal pelaksanaan penelitian.....	37
2. Analisis sidik ragam.....	38
3. Denah penempatan sampel.....	40



**APLIKASI BERBAGAI SEDIAAN *Trichoderma viride* Pers. UNTUK
PENGENDALIAN *Sclerotium rolfsii* Sacc. PENYEBAB REBAH
KECAMBAH PADA BIBIT CABAI**

ABSTRAK

Penelitian mengenai “Aplikasi Berbagai Sediaan *Trichoderma viride* Pers. untuk Pengendalian *Sclerotium rolfsii* Sacc. penyebab Rebah Kecambah pada Bibit Cabai” telah dilaksanakan di Laboratorium Fitopatologi, Laboratorium mikrobiologi, Kebun Perobaan, Rumah Kaca Fakultas Pertanian, dan Laboratorium Kimia Bahan Alam Fakultas Farmasi, Universitas Andalas. Penelitian dilakukan dengan perlakuan pada benih menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 4 perlakuan dan 6 ulangan. Perlakuan dari berbagai sediaan *T. viride* terdiri dari kultur cair, suspensi, filtrat, dan kontrol (akuades). Aplikasi berbagai sediaan *T. viride* dengan cara merendam akar bibit cabai yang berumur 21 hari selama 15 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa filtrat *T. viride* memiliki efektivitas tertinggi dalam meningkatkan daya muncul lapang benih cabai di persemaian dengan efektivitas 60,54 %, mengendalikan serangan *Pre-emergence damping-off* dengan efektivitas 70,31 % dan *Post-emergence damping-off* dengan efektivitas 53,19 %. Filtrat *T. viride* dapat meningkatkan pertumbuhan pada masa vegetatif dan generatif cabai yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, muncul bunga pertama dengan efektivitas masing-masing 141,83 %, 189,83 %, dan 46,92 % serta meningkatkan senyawa asam salisilat sebagai senyawa ketahanan tanaman terhadap penyakit cabai dengan efektivitas 204,76 %.

Kata kunci: Asam salisilat, *T. viride*, *S. rolfsii*, bibit cabai, induksi ketahanan

Applications of Various *Trichoderma viride* Perss. Preparations for Controlling of *Sclerotium rolfsii* Sacc. caused of *Damping-Off* disease in Chili Seedlings

ABSTRACT

Research on “Applications of Various *Trichoderma viride* Perss. Preparations for Controlling of *Sclerotium rolfsii* Sacc. caused of *Damping-Off* disease in Chili Seedlings” has been conducted at the Phytopathology Laboratory, Microbiology Laboratory, Experimental Garden, and Greenhouse of Faculty of Agriculture, and Natural Materials Chemistry Laboratory, Faculty of Pharmacy, Andalas University. The research method was experimental using a Randomized Block Design (RBD) with 4 treatments and 6 replications. The treatment were various *T. viride* preparation, ie liquid culture, suspension, filtrate, and control (aquadest). Application of various preparations *T. viride* by soaking the roots of chili seedlings aged 21 days for 15 minutes. The results showed that the *T. viride* filtrate had the highest effectiveness in increasing the emergence of chili seedlings in the nursery with an effectiveness of 60.54%, controlling *Pre-emergence damping-off* with an effectiveness of 70.31% and *Post-emergence damping-off* with an effectiveness 53.19%. *T. viride* filtrate can increased growth during the vegetative and generative periods of chili, namely plant height, number of leaves, first flower appearance with effectiveness of 141.83%, 189.83%, and 46.92% and increased salicylic acid as a compound of plant resistance against chili disease with an effectiveness of 204, 76%.

Keyword: Salicylic acid, *Sclerotium rolfsii*, chili seeds, resistance induction

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanaman cabai (*Capsicum annum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang banyak dibudidayakan dan mendapat perhatian dari masyarakat. Kandungan gizi yang dimiliki cabai cukup lengkap seperti protein, lemak, karbohidrat, vitamin A, dan vitamin B1 (Direktorat Bina Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian, 2004). Cabai juga memiliki nilai ekonomis tinggi untuk konsumsi rumah tangga seperti bahan masakan dan rempah-rempah, sehingga permintaan konsumen terus bertambah terhadap cabai dari tahun ke tahun seiring bertambahnya penduduk dan berkembangnya industri yang membutuhkan bahan baku cabai (Soelaiman dan Ernawati, 2013).

Produktivitas tanaman cabai di Indonesia berfluktuasi tahun 2012 adalah 7,93 ton per hektar. Pada tahun 2013 menjadi 8,35 ton per hektar dan pada tahun 2014 yaitu 8,65 ton per hektar. Pada tahun 2015 produktivitas cabai menurun yaitu 8,46 per hektar. Produktivitas tersebut masih rendah dibandingkan potensinya yang dapat mencapai 13-17 ton per hektar (Direktorat Jendral Hortikultura, 2017).

Faktor penyebab rendahnya produktivitas cabai di Indonesia salah satunya adalah serangan patogen penyebab penyakit. Beberapa penyakit penting pada tanaman cabai adalah bercak kering yang disebabkan oleh *Alternaria solani*, penyakit busuk buah cabai yang disebabkan *Phytophthora capsici*, penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum*, layu fusarium yang disebabkan *Fusarium oxysporum* f.sp *capsici*, penyakit bercak daun yang disebabkan oleh *Cercospora* sp, antraknosa yang disebabkan oleh *Collectotrichum* spp. (Pracaya, 2010), dan rebah kecambah yang disebabkan oleh jamur *Sclerotium rolfsii* (Setiadi, 1990).

Jamur *S. rolfsii* merupakan patogen tular tanah yang banyak menyerang tanaman di persemaian sampai di lapangan. Beberapa tanaman inang dari patogen ini adalah seledri, jagung manis, selada, okra, bawang, lada, kentang, tomat, krisan, kapas, tembakau (Agrios, 1997). *S. rolfsii* dapat menyebabkan biji cabai membusuk sebelum muncul ke permukaan tanah (*pre-emergence damping-off*), dan dapat

menyerang setelah biji berkecambah atau muncul ke permukaan tanah (*post-emergence damping-off*) dengan gejala pangkal batang menjadi basah dan berubah warna menjadi coklat kemudian mengerut (Semangun, 2007). Pangkal batang yang busuk tidak dapat menyangga tanaman, sehingga tanaman rebah dan akhirnya mati.

Menurut Hidayat *et al.*, (2015) penyakit rebah kecambah (*damping-off*) menyebabkan kerugian sampai 80% pada persemaian cabai. Apabila keadaan lingkungan cocok untuk perkembangan penyakit ini, kerugian dapat mencapai 100%. Jamur *S. rolfsii* sulit dikendalikan karena mampu bertahan selama bertahun-tahun di dalam tanah dalam bentuk sklerotia dan mempunyai kisaran inang yang luas.

Pengendalian yang banyak dilakukan terhadap penyakit rebah kecambah adalah penggunaan pestisida sintetis. Pengendalian penyakit tanaman dengan menggunakan pestisida dapat menimbulkan masalah ekologi yang mengakibatkan pencemaran tanah dan air, keracunan bagi manusia, kemungkinan adanya residu pestisida yang tinggi pada produk-produk yang dipasarkan dan biaya produksi tinggi (Arifin dan Lubis, 2003). Masyarakat semakin sadar akan bahaya dari penggunaan pestisida sintetis dan beralih kepada pengendalian hayati yang bersifat ramah lingkungan. Salah satu spesies mikroba dari genus *Trichoderma* yang dapat digunakan untuk pengendalian hayati *S. rolfsii* penyebab penyakit rebah kecambah pada cabai adalah *Trichoderma viride*.

Mekanisme *T. viride* dalam pengendalian patogen tanaman dapat bersifat antagonis dan juga dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap infeksi patogen. Beberapa senyawa diketahui dapat menginduksi dan meningkatkan *Pathogenesis Related Protein* (PR-Protein) yaitu suatu protein yang mampu menghambat perkembangan penyakit tanaman (Schellenbaum *et al.*, 1998). Peningkatan *PR-Protein* karena adanya sinyal pengaktif gen pertahanan yaitu asam salisilat sebagai sinyal transduksi dalam menginduksi gen PR-1 untuk mengkode *PR-Protein* akan mengaktifkan sinyal pertahanan tanaman (Hurtado, 2004).

Sediaan merupakan suatu substansi yang terdiri dari campuran zat-zat makanan (nutrisi) yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan suatu mikroorganisme yang dapat berbentuk padat, cair dan semi padat. Pada sediaan cair dapat digunakan seperti suspensi konidia, kultur cair, dan filtrat.

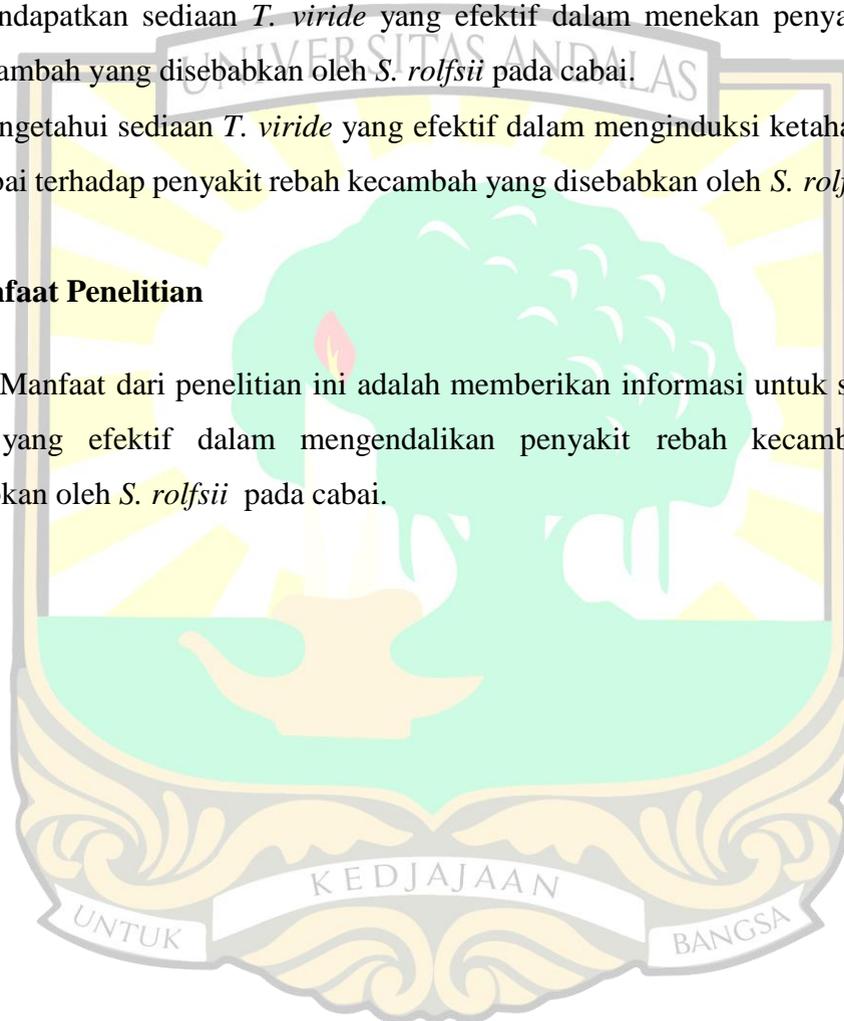
Berdasarkan permasalahan di atas penulis telah melakukan penelitian dengan judul “Aplikasi Berbagai Sediaan *Trichoderma viride* Pers. untuk Pengendalian *Sclerotium rolfsii* Sacc. penyebab Rebah Kecambah pada Bibit Cabai“

B. Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan sediaan *T. viride* yang efektif dalam menekan penyakit rebah kecambah yang disebabkan oleh *S. rolfsii* pada cabai.
2. Mengetahui sediaan *T. viride* yang efektif dalam menginduksi ketahanan pada cabai terhadap penyakit rebah kecambah yang disebabkan oleh *S. rolfsii*.

C. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi untuk sediaan *T. viride* yang efektif dalam mengendalikan penyakit rebah kecambah yang disebabkan oleh *S. rolfsii* pada cabai.



BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Jamur *Sclerotium rolfsii*

Jamur *S. rolfsii* merupakan jamur patogen penyebab rebah kecambah pada tanaman cabai. Menurut Timper *et al.*, (2001) *S. rolfsii* dapat diklasifikasikan dalam kingdom Fungi, Divisi Basidiomycota, kelas Agaricomycetes, ordo Agaricomycetidae, Famili Typhulaceae, Genus Sclerotium, spesies *Sclerotium rolfsii*. Gejala jamur *S. rolfsii* ditandai dengan luka pada pangkal batang dan berubah warna menjadi coklat, kemudian membusuk di atas permukaan tanah terdapat benang-benang halus berwarna putih. Pangkal batang tidak dapat menyangga tanaman sehingga rebah dan akhirnya mati (Mardinus, 2006). Pada tanaman yang terserang terdapat miselium yang tumbuh disekitar tanah dan serangan lebih lanjut terdapat sklerotium (Ferraira and Boyle, 2006).

Karakteristik jamur *S. rolfsii* secara makroskopis yaitu terbentuknya miselium berwarna putih seperti kumpulan benang-benang halus seperti bulu atau kapas. Koloni jamur *S. rolfsii* apabila ditumbuhkan pada media *Potato Dextrosa Agar* (PDA) membentuk miselia yang tumbuh ke udara. Jamur tersebut membentuk sel hifa primer menuju tepi koloni dengan lebar 4,9 – 9 μm dan panjang 350 μm . (Kandou *et al.*, 2011). Pada pengamatan mikroskopis *S. rolfsii* memiliki hifa hialin, bersepta dan percabangan hifa membentuk sudut $< 90^\circ$ (Watanabe, 2002).

Pemencaran jamur *S. rolfsii* dilakukan dengan membentuk jumlah sklerotia yang semula berwarna putih seperti gumpalan benang-benang halus kemudian berubah warna menjadi coklat muda sampai tua. Sklerotia berbentuk bulat dengan diameter 0,5-2,0 mm (Portel *et al.*, 1984), memiliki tiga lapisan yaitu kulit luar (*rind*) yaitu kulit luar yang mengandung melanin, kulit dalam (*cortex*) terdapat gelembung-gelembung yang merupakan cadangan makanan dan kulit teras (*medulla*). Kemudian pada bagian dalam sklerotia yang tua mengandung gula, asam amino, asam lemak dan lemak sersta dinding sklerotia terdiri dari kitin, laminarin dan glukosida. Permukaan sklerotia mengeluarkan eksudat yaitu ikatan ion, protein, karbohidrat, enzim endopologalakturonase dan asam oksalat.

Dalam kondisi lingkungan yang lembab, jamur *S. rolfii* membentuk miselium tipis, berwarna putih, teratur seperti pada pangkal batang dan permukaan tanah di sekitarnya. Miselium ini membentuk sklerotia. Sklerotia berwarna putih menjadi coklat muda sampai tua. Sklerotia berperan sebagai alat bertahan terhadap lingkungan yang tidak mendukung (Agrios, 1997). Semangun (1993) mengatakan bahwa sklerotia mudah lepas dan terbawa oleh air. Sklerotia dapat berkecambah apabila menemukan inang yang cocok dan didukung oleh faktor lingkungan yang sesuai.

Pertumbuhan miselium jamur *S. rolfii* dengan suhu optimum adalah antara 25-35⁰C, untuk produksi sklerotia dengan antara 20-30⁰C, sedangkan PH optimum untuk pembentukan miselium adalah antara 5,5-7,5 dan pembentukan sklerotia pada pH 7. Pada suhu 36⁰C, jamur masih dapat tumbuh, namun tertekan dibandingkan pada suhu 20-28⁰c (Sukamto dan Wahyuno, 2013).

Jamur *S. rolfii* tidak mempunyai spora, sehingga pemencaran dilakukan dengan membentuk sklerotia yang awalnya warna putih kemudian menjadi warna coklat. Patogen dapat tumbuh dan menyerang jaringan tanaman yang dekat dipermukaan tanah.

B. Jamur Antagonis *Trichoderma viride*

Penggunaan pestisida sintetik dalam mengendalikan penyakit jika digunakan secara terus menerus, menimbulkan berbagai dampak negatif karena merusak kesehatan manusia, lingkungan, dan keseimbangan ekosistem. Pengendalian hayati menggunakan agen antagonis dengan satu kali pemakaian dapat menekan pertumbuhan dan perkembangan patogen untuk jangka waktu yang relatif panjang tanpa menimbulkan pencemaran lingkungan (Baker dan Cook, 1974). Salah satu spesies *Trichoderma* yang mempunyai potensi yang cukup besar dan efektif sebagai agen pengendali hayati adalah *Trichoderma viride*.

Jamur *T. viride* mempunyai struktur antara lain miselium berseptata, bercabang banyak, konidia berseptata dan cabang yang paling ujung berfungsi sebagai sterigma. Konidiofornya bercabang berbentuk *verticillate*. Pada bagian ujung konidiofornya tumbuh sel yang bentuknya seperti fialid, sel ini dapat berbentuk tunggal maupun berkelompok. Konidia berwarna hijau cerah

bergerombol membentuk menjadi seperti bola dan berkas-berkas hifa terlihat menonjol jelas diantara konidia (Frazier and Westhoff, 1981). *T. viride* berkembang biak secara aseksual dengan membentuk spora di ujung fialid atau cabang dari hifa (Pelezar dan Reid, 1974). Susunan sel jamur *T. viride* bersel banyak berderet membentuk benang halus yang disebut dengan hifa. Hifa pada jamur ini bersekat dan bercabang-cabang membentuk anyaman yang disebut miselium. Miselium dapat tumbuh dengan cepat dan dapat memproduksi berjuta-juta konidia. (Alexopolus and Mims, 1979). Dalam pertumbuhannya, bagian permukaan akan terlihat putih bersih dan bermiselium kusam. Setelah dewasa, miselium memiliki warna hijau kekuningan (Larry, 1977).

Jamur *T. viride* menghasilkan sejumlah enzim ekstraseluler β 1,3- glukanase dan kitinase yang dapat melarutkan dinding sel patogen. Beberapa anggota dari genus Trichoderma menghasilkan toksin Trichodermin. Toksin dihasilkan oleh aktivitas metabolik hifa yang tinggi pada bahan organik dapat menyerang dan menghancurkan propagul patogen yang ada disekitarnya. Salah satunya adalah *T. viride* yang menghasilkan 2 jenis antibiotik yaitu gliotoksin dan viridin yang dapat melindungi bibit tanaman dari serangan penyakit rebah kecambah. Penelitian Lien A (1994) dalam Suwahyono (2010) melaporkan bahwa proses mekanisme antibiosis dari substansi aktif yang dihasilkan oleh jamur *T. viride* dapat menghambat pertumbuhan patogen *Rizoctonia solani*. Besty (2011) juga melaporkan bahwa kolonisasi *T. viride* strain Tv- T1sk pada akar pisang dapat menurunkan tingkat serangan penyakit layu fusarium hingga 80%.

C. Induksi Ketahanan Tanaman

Pengendalian yang efektif dan aman bagi lingkungan adalah dengan menggunakan varietas tahan. Varietas yang tahan tidak hanya melalui usaha pemuliaan, tetapi dapat dilakukan dengan memberikan suatu faktor yang dapat menginduksi tanaman sehingga tanaman menjadi tahan. Semua tanaman mempunyai mekanisme pertahanan aktif melawan serangan patogen yang disebut induksi ketahanan pada tanaman (Van Loon *et al.*, 1998).

Mekanisme induksi ketahanan umumnya dapat dicirikan dengan meningkatnya pembentukan senyawa penginduksi seperti asam salisilat, siderofor,

dan lipopolisakarida oleh tanaman. Menurut Pieterse *et al.*, (2009) bahwa ketahanan tanaman melalui SAR terjadi setelah adanya infeksi patogen secara lokal pada tanaman, kemudian tanaman yang terinfeksi mengaktifkan gen-gen yang berperan dalam ketahanan PR (*pathogenic Related*) yang memproduksi senyawa-senyawa kimia untuk pertahanan tanaman, seperti asam salisilat (SA), dan tanaman yang sudah terangsang ketahanannya diinfeksi oleh patogen lain maka tanaman akan dapat mempertahankan diri sehingga infeksi patogen tidak berkembang (misalnya terlokalisasi akibat sel-sel tanaman di sekitar tempat infeksi mati disebut reaksi hipersensitif, HR).

Asam salisilat memiliki peranan dalam jalur sinyal untuk memicu ketahanan sistemik dan berhubungan dengan akumulasi *PR-Protein* (Pathogenesis-Related), seperti PR1 (Lyon, 2007). Menurut Hecil dan Bostock (2002), asam salisilat berperan dalam jalur induksi ketahanan sistemik yaitu *elicitation* dan *signaling*. *Elicitation* berperan sebagai respon terhadap kerusakan mekanik, nekrosis, dan stress oksidatif, selanjutnya ditransportasikan secara sistemik. Pada *signaling*, asam salisilat berperan sebagai pengatur jalur sinyal untuk ekspresi gen yang berhubungan dengan komponen dinding sel, fitoaleksin, protein PR, dan senyawa fenol.

D. *Trichoderma viride* sebagai Penginduksi Ketahanan Tanaman

Bahan penginduksi (elisitor) merupakan molekul yang dapat menstimulasi dan mengaktifkan respon tanaman. Elisitor dibagi menjadi dua kelompok yaitu elisitor yang bersifat umum (*general elicitor*) adalah elisitor yang dapat memicu respon ketahanan pada tanaman inang maupun bukan inang (Numberger 1999) dan spesifik (*race specific elicitor*) adalah elisitor yang mengimbas ketahanan tanaman tertentu (Angelova *et al.*, 2006). Elisitor dapat dihasilkan oleh Elisitor biotik seperti bakteri, virus, dan jamur yang menghasilkan polimer karbohidrat, protein, lemak, dan mikotoksin (Larroque *et al.*, 2013 dan Walters *et al.*, 2013).

Daerah rizosfer merupakan daerah yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman dan juga daerah pertahanan yang paling penting dari serangan patogen Shivana *et al.*, (1996) melaporkan bahwa jamur rizosfer yang efektif dalam menekan berbagai penyakit rebah kecambah dan layu fusarium pada tanaman

mentimun, di samping itu cendawan tersebut juga dapat memacu pertumbuhan tanaman sehingga digolongkan sebagai *Plant Promoting of Fungi* (PGPF) yaitu, *Fusarium* sp, *Penicillium* sp, dan *Trichoderma* sp.

Trichoderma merupakan jamur yang efektif dalam mengendalikan penyakit tanaman, terutama penyakit tular tanah dan juga menginduksi ketahanan tanaman terhadap penyakit. Harman *et al.*, (2004) mengemukakan bahwa jamur *Trichoderma* dapat memproduksi berbagai macam senyawa yang mampu menginduksi resistensi tanaman secara lokal dan sistemik terhadap serangan penyakit tanaman dan juga resistensi tanaman terhadap keadaan lingkungan yang tidak menguntungkan.

Singh *et al.*, (2011) melaporkan bahwa perlakuan tanaman bunga matahari dengan *T. harzianum* mampu meningkatkan resistensi tanaman terhadap *R. solani*, dengan mekanisme yang berasosiasi dengan akumulasi *ROS Gene Network: The Catalase (CAT), Superoxide Dismutase (SOD), Glutathione Peroxidase (GPx), Ascorbate Peroxidase (APx)*, dan *Maximum Activity of CAT*. Salas-Marina *et al.*, (2011) menambahkan bahwa, inokulasi *T. atroviride* pada akar *Arabidopsis thaliana* mampu menginduksi ketahanan tanaman terhadap serangan *Botrytis cinerea* dan *Pseudomonas syringae* pada bagian daun dengan ditandai adanya ekspresi gen untuk sintesis asam salisilat, asam jasmonik atau etilen, pitoaleksin, dan kamaleksin.

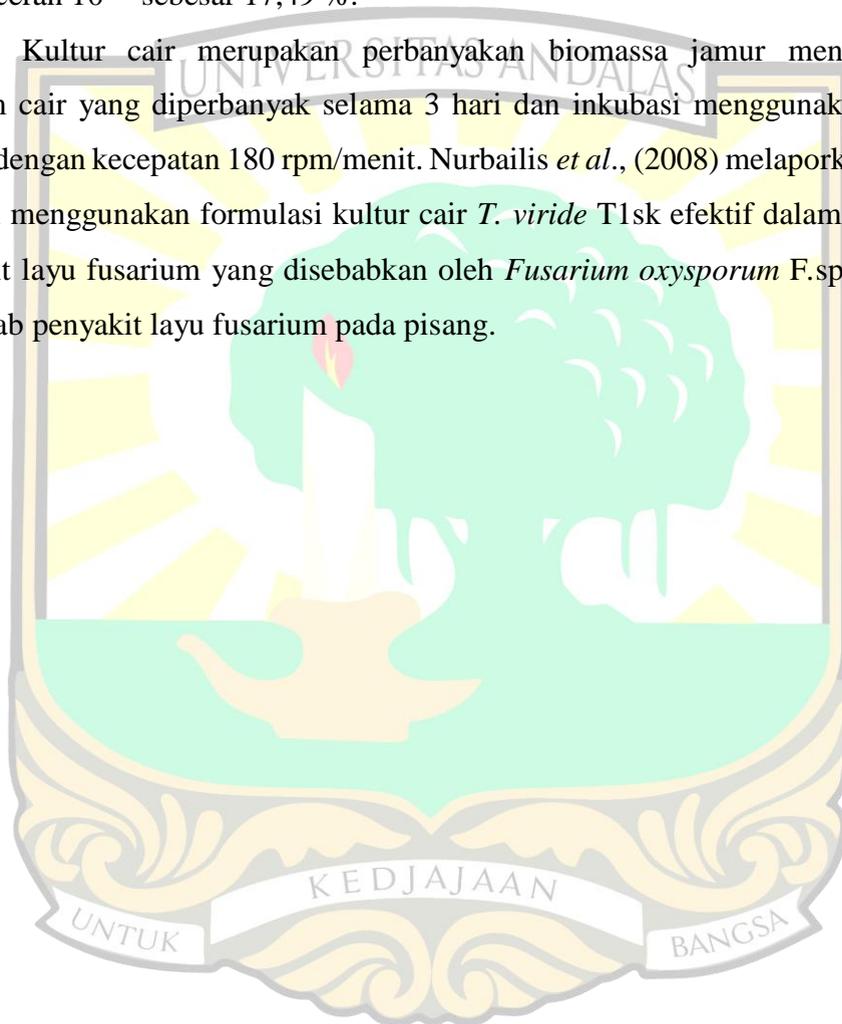
E. Sediaan *Trichoderma viride*.

Efektivitas jamur antagonis dipengaruhi oleh sediaan, karena menentukan efektif atau tidaknya suatu agen dalam menghambat pertumbuhan patogen. Sediaan *T. viride* yang dapat digunakan seperti filtrat, suspensi, dan kultur cair. Filtrat merupakan metabolit sekunder yang didapatkan setelah dilakukan penyaringan terhadap kultur cair yang telah diinkubasi selama 3 hari. Penggunaan filtrat *Trichoderma* sp. yang mengandung enzim kitinase dan β -1,3 glukukanase mampu menekan pertumbuhan patogen (El- Katatny *et al.*, 2000).

Suspensi konidia merupakan perbanyak jamur yang diproduksi dari jamur antagonis selama masa pertumbuhan dan diinkubasi selama 7 hari dalam bentuk sediaan cair yang mengandung partikel tidak larut yang terdispersi dalam

fase cair. Menurut Papavizas dan Lewis (1984) bahwa *T. harzianum* dan *T. viride* yang diaplikasikan dalam bentuk suspensi konidia atau konidia dengan substratnya ke dalam tanah terjadi penurunan tiga minggu setelah aplikasi. Hasil penelitian Kiromi (2015) bahwa aplikasi suspensi *T. harzianum* mempengaruhi tingkat infeksi terbesar 49,94 % yang terjadi pada aplikasi *T. harzianum* dengan tingkat pengenceran 10^{-8} , tingkat infeksi terendah dicapai pada *T. harzianum* dengan pengenceran 10^{-4} sebesar 17,49 %.

Kultur cair merupakan perbanyakan biomassa jamur menggunakan medium cair yang diperbanyak selama 3 hari dan inkubasi menggunakan *rotary shaker* dengan kecepatan 180 rpm/menit. Nurbailis *et al.*, (2008) melaporkan bahwa aplikasi menggunakan formulasi kultur cair *T. viride* T1sk efektif dalam menekan penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* F.sp. *cubence* penyebab penyakit layu fusarium pada pisang.



BAB III METODOLOGI DAN METODE

A. Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Fitopatologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Laboratorium Mikrobiologi, Rumah Kawat, Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, dan Laboratorium Kimia Bahan Alam Fakultas Farmasi Universitas Andalas Padang. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Juli sampai November 2018.

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah isolat *T. viride* yang berasal dari koleksi Prof.Dr.Ir.Nurbailis,MS, bibit cabai dari petani di daerah kurunji, isolat jamur patogen *S. rolfsii* yang berasal dari koleksi pengendalian hayati, media PDA (*Potato Dextrosa Agar*), media cair (*PDB*), *water agar* (*WA*), metanol 70 %, Natrium hipoklorit 1% (*NaOCl*), *Acetonitrile*, pupuk NPK mutiara, tanah steril, Polibag 5 kg, Metanol 98%, akuades, akuabides, kertas millimeter, kertas tisu, alkohol 70%, *aluminium foil*, air, kantong plastik, kertas saring whatman no.2 dan kertas label.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, *erlenmeyer*, kompor listrik, batang pengaduk, lumpang, pinset, kuas halus, *handspayer*, botol kaca 50 ml, *sentrifus*, *laminar air flow*, *haemocytometer*, *high-performance liquid chromatography* (*HPLC*), *HPLC injection filter*, jarum ose, *autoclave*, tabung reaksi, rak tabung reaksi, oven, *vortex*, mikroskop, ajir, gelas objek, *cork borer*, *rotary shaker*, pipet tetes, *Membran Filter Milipore srynge 0.22 µm*, bunsen, *Seebed*, gunting, meteran, dan alat tulis.

C. Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri 2 unit. 1. Aplikasi formula *T. viride* pada media pembibitan dan pengaruhnya terhadap perkembangan penyakit rebah kecambah pada bibit cabai yang terdiri dari 4 perlakuan dan 4 ulangan 2. Aplikasi sediaan *T. viride* terhadap pertumbuhan tanaman cabai yang terdiri dari 4 perlakuan dan 6 ulangan.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Perlakuaannya adalah sediaan *T. viride* yang terdiri dari:

- A. Kultur cair *T. viride*
- B. Suspensi konidia *T. viride*
- C. Filtrat *T. viride*
- D. Kontrol (Aquadest)

Data yang didapatkan dari hasil pengamatan diolah menggunakan sidik ragam dan bila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji *Tukey* pada taraf 5 %.

D. Pelaksanaan Penelitian

I. Pengaruh Aplikasi Sediaan *T. viride* Terhadap Perkembangan Penyakit Rebah Kecambah pada Bibit Cabai

a. Penyiapan Benih

Benih yang digunakan adalah benih cabai varietas lokal yang berasal dari petani cabai di kecamatan Kuranji Padang. Benih diambil dari buah tanaman cabai sehat, besar, dan sudah dipanen. Selanjutnya buah cabai dibelah secara horizontal dan diambil bijinya. Biji cabai dimasukkan ke dalam wadah yang berisikan air. Biji cabai yang telah didapatkan, selanjutnya dilakukan seleksi biji untuk mendapat biji yang digunakan sebagai benih. Kriteria biji sehat yang digunakan sebagai benih yaitu tidak berubah warna (*discoloration*), tidak keriput (bernas), ukuran biji normal, tidak busuk, tidak terdapat hifa jamur pada biji tersebut. Biji yang mengapung tidak dipakai sebagai benih, setelah itu biji kering-anginkan selama 24 jam.

b. Persiapan Jamur *Trichoderma viride*

Jamur *T. viride* berasal dari koleksi Prof.Dr. Ir. Nurbailis, MS. Jamur tersebut ditumbuhkan dalam media *Potato Dextrosa Agar* (PDA) yang diambil menggunakan *cock borer* berdiameter 5 mm. Setelah jamur tumbuh, dipindahkan

kembali ke dalam cawan petri baru dan diinkubasi selama 7 hari dalam suhu ruangan.



Gambar 1. Koloni Jamur *T. viride* berumur 7 hari media PDA

c. Peremajaan Jamur patogen *S. rolfii*

Jamur *S. rolfii* didapatkan dari koleksi laboratorium Pengendalian Hayati, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas. Jamur tersebut ditumbuhkan dalam media *Potato Dextrosa Agar* (PDA) yang diambil menggunakan *cock borer* berdiameter 5 mm. Setelah jamur tumbuh, dipindahkan kembali ke dalam cawan petri baru dan diinkubasi selama 15 hari dalam suhu ruangan.



Gambar 2. Jamur *S. rolfii* yang diinkubasi 15 hari

d. Persiapan Sediaan Jamur *T. viride*

1) Pembuatan suspensi konidia jamur *T. Viride*

Jamur *T. viride* diperbanyak pada media *Potato Dextrosa Agar* (PDA) dan diinkubasi selama 7 hari. Setelah cawan petri penuh, ditambahkan 10 ml akuades

dan konidia dilepaskan menggunakan kuas halus. Suspensi dipindahkan ke dalam tabung reaksi dan dihomogenkan menggunakan *vortex* selama 1 menit, sehingga menghasilkan tingkat pengenceran 10^{-1} . Selanjutnya pada tingkat pengenceran 10^{-2} dilakukan dengan cara mengambil sebanyak 1 ml dari pengenceran tingkat 10^{-1} dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisikan 9 ml akuades. Demikian seterusnya dengan tahapan yang sama untuk mendapatkan tingkat pengenceran 10^{-5} .

Jumlah konidia dihitung menggunakan *Haemocytometer Improved Neubauer* dengan cara meneteskan pengenceran suspensi menggunakan mikropipet ke atas permukaan *Haemocytometer*, kemudian ditutup dengan gelas objek. Perhitungan kerapatan konidia dapat dilakukan dengan menggunakan rumus (Sulistyorini *et al.*, 1995 dalam Dwiastuti dan Fitriyani 2013):

$$S = R \times K \times F \dots\dots\dots \text{rumus 1}$$

Keterangan:

S = jumlah konidia/ml suspense

R = jumlah rata-rata konidia pada 80 kotak terkecil

K = konstanta koefisien alat (4×10^6)

F = faktor pengenceran yang dilakukan



Gambar 3. Suspensi Konidia *T. viride*

2) Pembuatan kultur cair Jamur *T. viride*

Jamur *T. viride* dibiakkan dalam medium PDA selama 7 hari, selanjutnya jamur *T. viride* diambil menggunakan *cock borer* 5 mm sebanyak 2 potongan ke dalam erlenmeyer 250 ml yang telah berisi medium PDB 150 ml. Kemudian diinkubasi menggunakan *rotary shaker* pada kecepatan 180 rpm/menit selama 72 jam pada suhu ruangan.



Gambar 4. Inkubasi kultur cair *T. viride* dengan *rotary shaker*

3) Pembuatan filtrat *Trichoderma viride*

Kultur cair yang telah diinkubasi selama 72 jam, selanjutnya dipisahkan antara sel jamur (konidia dan miselium) dengan filtrat menggunakan *sentrifuge* dengan kecepatan 4000 rpm selama 30 menit. Setelah itu hasil *sentrifuge* disaring kembali menggunakan kertas saring *whatman* no 2 dan ditampung ke dalam tabung *sentrifuge* yang baru. Filtrat yang telah disaring, di-*sentrifuge* kembali dengan kecepatan 4000 rpm selama 30 menit. Kemudian filtrat disaring menggunakan *Membran Filter Milipore srynge 0.22 µm*.



Gambar 5. Filtrat *T. viride*

e. Persiapan Media Tanam

Media tanaman yang digunakan adalah campuran pupuk kandang dan tanah dengan perbandingan volume 2:1. Kemudian tanah yang telah tercampur, dimasukkan ke dalam plastik 3 kg dan dilakukan sterilisasi selama 2 jam menggunakan dandang pada suhu 100^o C.

f. Perlakuan benih cabai menggunakan sediaan *T. viride* di persemaian

Benih cabai yang sudah diseleksi, selanjutnya dilakukan sterilisasi permukaan. Benih yang telah di steril, kemudian direndam dengan Natriumhipoklorit 1 % selama 5 menit, selanjutnya benih dicuci dengan akuades steril, kemudian benih dikering-anginkan. Benih yang telah kering, kemudian direndam menggunakan sediaan *T. viride* yang telah dipersiapkan selama 15 menit.

Media persemaian (*seedbed*) berukuran 31 x 24 cm dicuci bersih menggunakan air mengalir, selanjutnya menggunakan alkohol 70 %, kemudian dikering anginkan selama 30 menit. Setelah kering, tanah yang sudah steril dimasukkan ke dalam *seedbed* yang sudah dipersiapkan. Tanah diinokulasi dengan jamur *S. rolfii* dengan menambahkan sebanyak 2 cawan petri untuk 1 *seedbed*, kemudian jamur *S. rolfii* diaduk secara merata dengan tanah. Benih yang sudah direndam dengan sediaan *T. viride* dipindahkan dan ditanam pada tanah yang sudah diinokulasikan jamur *S. rolfii* sedalam 1 cm sebanyak 25 benih per *seedbed* dan diberi jarak sekitar 5 cm.



Gambar 6. Perlakuan benih cabai menggunakan sediaan *T. viride* di persemaian (a) Perendaman benih cabai dengan sediaan *T. viride* (b) Benih cabai ditanam ke dalam *seedbed*

g. Persiapan inokulasi Patogen *S. rolfii* ke dalam Tanah

Tanah yang sudah dicampur dengan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1 dimasukkan kedalam plastik sebanyak 5 kg per polibag, kemudian disterilisasi selama 1 jam. Setelah disterilkan, dimasukkan ke dalam polybag, selanjutnya tanah diinokulasikan jamur *S. rolfii* sebanyak 2 cawan petri per polibag, setelah itu diletakkan di atas permukaan tanah, kemudian di campurkan dan diratakan.

h. Perendaman Akar Bibit Cabai dengan Formula *T. Viride*

Bibit cabai berumur 21 hari yang telah memiliki 4 helai daun dengan tinggi 8-10 cm dicabut, kemudian dibersihkan dari tanah yang menempel menggunakan *aquades*. Akar bibit cabai terlebih dahulu diberi perlakuan dengan cara menggunting ujung akar utama sepanjang 1 cm dengan gunting yang sudah dibersihkan dengan alkohol 70%, selanjutnya direndam dengan sediaan *T. viride* selama 15 menit (Lusi, 2016). Selanjutnya bibit cabai yang telah diberi perlakuan, ditanam ke dalam polibag berisikan 5 kg tanah yang telah diinokulasikan jamur patogen *S. rolfii* dengan membuat lubang tanam 5-8 cm.



Gambar 7. Perendaman bibit cabai dengan sediaan *T. viride*

i. Pemeliharaan Tanaman

Bibit cabai yang telah ditanam dipelihara dengan disiram setiap hari yaitu pagi dan sore hari dengan menyiram tanah di polibag sampai lembab, apabila cuaca terlalu panas dan kering intensitas penyiraman akan ditambah. Pemeliharaan juga dilakukan dengan mencabut gulma yang tumbuh untuk mengurangi kompetisi unsur hara. Pemasangan tiang ajir dari ajir bambu dengan panjang 1 m dan ditancapkan pada masing masing polibag pada saat tanaman berumur 3 MST. Pupuk diberikan pada saat tanaman berumur 3 minggu, 6 minggu, dan 9 minggu dengan pupuk SP-36 120 kg/ha dan KCl 48 kg/ha.

E. Pengamatan

Tingkat serangan penyakit rebah kecambah pada bibit cabai dideteksi dengan mengamati beberapa parameter diantara lain:

1. Pengamatan Penyakit rebah kecambah Bibit Cabai di persemaian

a. Daya Muncul Lapang

Perhitungan daya muncul lapang benih yaitu dengan melakukan pengamatan persentase benih yang muncul pada permukaan tanah (P). Menurut Kamil (1979) pengamatan dilakukan selama 15 hari mulai dari benih disemaikan mengetahui apakah benih yang dipakai mampu muncul atau tumbuh di lapangan

dan dipakai dalam menentukan persentase *pre-emergence damping-off*. Rumus yang digunakan untuk menghitung daya muncul lapang (P):

$$P = \frac{b}{B} \times 100\% \dots\dots\dots \text{rumus 2}$$

Keterangan:

P = Daya muncul lapang

b = Jumlah bibit yang muncul

B = Jumlah benih yang disemai

b. Persentase *Pre-emergence damping-off*

Persentase benih terserang sebelum muncul ke permukaan tanah (*Pre-emergence damping-off*) dihitung berdasarkan jumlah benih yang gagal berkecambah dengan cara menghitung sejak hari ke-1 sampai ke-10 setelah semai menggunakan rumus:

$$s = \left[\frac{A-B}{A} \times 100\% \right] - [100\% - P] \dots\dots\dots \text{rumus 4}$$

Keterangan

S = Presentase *Pre-emergence damping-off*

A = Jumlah benih yang disemai

B = Jumlah kecambah yang muncul ke permukaan tanah

P = Persentase daya kecambah

c. Persentase *post-emergence damping-off*

Persentase *post-emergence damping-off* dihitung berdasarkan banyaknya kecambah yang rebah, setelah benih muncul di atas permukaan tanah. Penghitungan dimulai sejak munculnya kecambah ke permukaan tanah sampai hari ke-21 setelah semai menggunakan rumus:

$$K = \frac{n}{N} \times 100\% \dots\dots\dots \text{rumus 6}$$

Keterangan:

K = Persentase *post-emergence damping-off*

n = Jumlah bibit yang terserang

N = Jumlah seluruh benih yang disemai

2. Pengamatan Pertumbuhan Tanaman Cabai dengan formula *T. viride*

a. Muncul gejala pertama

Pengamatan muncul awal penyakit dilakukan setelah bibit dipindahkan ke polibag. Pengamatan dilakukan dengan mengamati gejala awal penyakit muncul sampai tanaman tersebut mati.

b. Tinggi tanaman

Tinggi bibit cabai diukur setelah bibit berumur 21 hari dan dipindahkan ke polibag. Pengamatan dilakukan mengukur tinggi tanaman (cm) dari titik tumbuh sampai pangkal batang. Pengamatan dilakukan setiap 1 kali seminggu pada umur tanaman 14 hari setelah tanam sampai tinggi tanaman konstan.

c. Jumlah Daun

Pengamatan jumlah daun dilakukan menghitung daun yang ada pada cabai tanpa menghitung daun yang kecil dan belum terbuka. Pengamatan dilakukan setiap 1 kali seminggu dimulai setelah tanaman berumur 14 hari setelah tanam sampai jumlah daun konstan.

d. Muncul Bunga Pertama

Pengamatan muncul bunga pertama dilakukan dari munculnya bunga pertama sampai mekar sempurna.

e. Analisis Asam Salisilat pada daun Cabai dengan *High-Performance Liquid Chromatography* (HPLC)

Deteksi kandungan asam salisilat pada bibit cabai pada fase generatif. Analisis dilakukan pada daun cabai dengan menggunakan metode Rasmussen *et al* (1991) yang dimodifikasi.

Daun tanaman cabai yang telah keringkan ditimbang sebanyak 5 gram, kemudian digerus menggunakan mortal. Hasil gerusan diekstraksi menggunakan metanol 70% sebanyak 10 ml. Kemudian direndam selama 3 hari. Sambil menunggu 3 hari diaduk agar pelarut dapat meresap. Selanjutnya hasil ekstraksi dipindahkan dan disaring ke botol kaca 50 ml. Ekstraksi dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali sampai hasil ekstraksi sebanyak 30 ml.

Kandungan asam salisilat dianalisis dengan *High-Performance Liquid Chromatography* (HPLC). Sebanyak 5 μ l methanol 70% ekstrak daun cabai diinjeksikan pada C18 column (4.6 ID x 250 mm: *Lichrospher 100 Rp 18, Altech, Deerfield, IL*), kemudian dilakukan ekulibrasi dengan 5% (v/v) *buffer acetonitrile* (50 mm *buffer sodium acetat*, pH 4,5). Asam Salisilat dielusi dengan *isocratically* selama 15 menit setelah injeksi. Kosentrasi asam salisilat diukur menggunakan jarak. linier dan standar kalibrasi yang mengandung 0-1.3 mg/50 mL asam salisilat

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Pengamatan Penyakit Rebah Kecambah Bibit Cabai di Persemaian

a. Daya Muncul Lapang

Hasil pengamatan daya muncul lapang dengan perlakuan sediaan *T. viride* memperlihatkan hasil yang berbeda nyata (Lampiran 2). Hasil uji lanjut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Presentase daya muncul lapang bibit cabai dengan sediaan *T. viride*

Perlakuan	Daya Muncul Lapang (%)	Efektivitas (%)
C = Filtrat	89,50 a	60,54
A= Kultur cair	79,00 a	41,70
B = Suspensi	59,00 b	5,83
D = Kontrol	55,75 b	0,00

Angka-angka yang terletak pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji Tukey pada taraf nyata 5%.

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa pengaruh sediaan *T. viride* yang diaplikasikan ke benih cabai mampu meningkatkan daya muncul lapang. Perlakuan filtrat *T. viride* pengamatan daya muncul lapang tidak berbeda nyata dengan kultur cair, tapi berbeda nyata dengan suspensi konidia *T. viride* dan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa filtrat *T. viride* mampu meningkatkan perkecambahan benih cabai dengan efektivitas 60,54%, sedangkan efektivitas terendah pada perlakuan suspensi *T. viride* yaitu 5,83% (Gambar.8)



Gambar 8. Daya muncul lapang benih cabai pada sediaan *T. viride* (a) kultur cair (b) suspensi (c) filtrat (d) kontrol

a. *Pre-Emergence Damping-off*

Hasil pengamatan *pre-emergence damping-off* dengan perlakuan sediaan *T. viride* tidak berbeda nyata pada masing-masing perlakuan (Lampiran 2). Hasil uji lanjut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Presentase bibit cabai terserang *S. rolfsii* sebelum muncul ke permukaan tanah (*pre-emergence damping-off*) dengan sediaan *T. viride*

Perlakuan	<i>Pre-emergence</i> (%)	Efektivitas (%)
C = Filtrat	9,50 a	70,31
A= Kultur cair	29,50 a	7,81
B = Suspensi	26,25 a	17,97
D = Kontrol	32,00 a	0,00

Angka-angka yang terletak pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji Tukey pada taraf nyata 5%.

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa pengamatan *pre-emergence damping-off* merupakan pengamatan benih cabai yang terserang oleh *S. rolfsii* sebelum benih muncul ke permukaan tanah. Perlakuan sediaan *T. viride* tidak berpengaruh dalam menekan penyakit *pre-emergence damping-off*. Perlakuan filtrat *T. viride* memiliki efektivitas tertinggi yaitu 70,31 %, sedangkan efektivitas terendah yaitu 17,97% untuk perlakuan suspensi *T. viride*.

b. *Post-Emergence Damping- Off*

Hasil pengamatan *post-emergence damping-off* dengan perlakuan sediaan *T. viride* memperlihatkan hasil yang berbeda nyata (Lampiran 2). Hasil uji lanjut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Presentase bibit cabai terserang *S. rolfsii* setelah muncul kepermukaan tanah (*post-emergence damping-off*) dengan sediaan *T. viride*

Perlakuan	<i>Post emergence</i> (%)	Efektivitas (%)
C = Filtrat	40,25 a	53,19
A= Kultur Cair	62,00 b	27,90
B = Suspensi	80,75 c	6,10
D = Kontrol	86,00 c	0,00

Angka-angka yang terletak pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji Tukey pada taraf nyata 5%.

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa perlakuan filtrat *T. viride* berbeda nyata dengan perlakuan kultur cair, suspensi, dan kontrol dengan efektivitas tertinggi 53,19%. Perlakuan kultur cair juga berbeda nyata dengan perlakuan suspensi konidia dengan efektivitas penekanan yaitu 6,10 %.

b. Pengamatan Pertumbuhan Tanaman Cabai dengan Formula *T. viride*

a. Muncul Gejala Pertama

Hasil pengamatan muncul gejala pertama dengan perlakuan sediaan *T. viride* tidak berbeda nyata pada masing-masing perlakuan (Lampiran 2). Hasil uji lanjut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Muncul gejala penyakit rebah kecambah cabai yang diaplikasikan dengan sediaan *T. viride*

Perlakuan	Muncul Gejala (Hst) ± SD	Efektivitas (%)
C = Filtrat	*	-
A= Kultur cair	*	-
B = Suspensi	4,75 a ± 1, 83	5,79
D = Kontrol	4,49 a ± 0,16	0,00

Angka-angka yang terletak pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji Tukey pada taraf nyata 5%.

*: Tidak muncul gejala sampai hari ke 15

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa perlakuan sediaan *T. viride* tidak memberi pengaruh nyata dalam menekan munculnya gejala pertama penyakit rebah kecambah pada bibit cabai. Perlakuan filtrat *T. viride* memiliki efektivitas tertinggi hanya 10 %.

b. Tinggi Tanaman

Hasil pengamatan tinggi tanaman dengan sediaan *T. viride* memperlihatkan hasil yang berbeda nyata (Lampiran 2). Hasil uji lanjut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Tinggi tanaman cabai yang diaplikasikan dengan sediaan *T. viride*

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Efektivitas (%)
C = Filtrat	87,06 a	141,83
A= Kultur cair	66,33 ab	84,25
B = Suspensi	49,33 bc	37,02
D = Kontrol	36,00 c	0,00

Angka-angka yang terletak pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut Tukey pada taraf nyata 5%.

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa perlakuan filtrat *T. viride* berbeda tidak nyata pada kultur cair *T. viride*, tapi berbeda nyata dengan perlakuan suspensi dan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa filtrat *T. viride* memiliki kemampuan yang

lebih baik dalam meningkatkan tinggi tanaman dengan efektivitas 141,83%, sedangkan suspensi memiliki efektivitas terendah yaitu 37,0 %.

c. Jumlah Daun

Hasil pengamatan jumlah daun pada masing-masing perlakuan menunjukkan peningkatan jumlah daun yang berbeda nyata pada setiap perlakuan (Lampiran 2). Hasil uji lanjut dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Jumlah daun pada cabai yang diaplikasikan dengan sediaan *T. viride*

Perlakuan	Jumlah Daun (Helai)	Efektivitas (%)
A = Kultur Cair	94, 66 a	189,83
B = Suspensi	76, 83 a	135,24
C = Filtrat	63, 16 ab	93,39
D = Kontrol	32, 66 b	0,00

Angka-angka yang terletak pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji Tukey pada taraf nyata 5%.

Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa perlakuan filtrat *T. viride* berbeda nyata dari perlakuan yang lain dalam meningkatkan jumlah daun dibandingkan perlakuan yang lain. Perlakuan kultur cair berbeda tidak nyata pada suspensi, tapi berbeda nyata dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa filtrat *T. viride* memiliki kemampuan yang lebih baik dibandingkan perlakuan lain dengan efektivitas 189,83 %, sedangkan efektivitas terendah pada perlakuan suspensi yaitu 93,39 %.

d. Muncul Bunga Pertama

Hasil pengamatan muncul bunga pertama pada tanaman cabai memperlihatkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing perlakuan (Lampiran 2). Hasil uji lanjut dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Muncul bunga pertama cabai yang diaplikasikan dengan sediaan *T. viride*.

Perlakuan	Muncul Bunga (Hst)	Efektivitas (%)
C = Filtrat	34,50 a	46,92
A = Kultur cair	42,67 b	34,35
B = Suspensi	53,33 c	17,95
D = Kontrol	65,00 d	0,00

Angka-angka yang terletak pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji Tukey pada taraf nyata 5%.

Pada Tabel 7 dapat dilihat bahwa pemberian perlakuan filtrat *T. viride* berbeda nyata terhadap perlakuan kultur cair, suspensi, yaitu mampu mempercepat munculnya bunga tanaman cabai yaitu 34,50 hari dengan efektivitas 46,92 %, sedangkan pada perlakuan kultur cair muncul bunga 42,67 hari dengan efektivitas perlakuan 34,35 % dan suspensi konidia muncul bunga pada 53,33 hari dengan efektivitas perlakuan 17,95 %.

e. Analisis asam salisilat pada daun cabai

Hasil pengamatan asam salisilat pada tanaman cabai memperlihatkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing perlakuan (Lampiran 2). Hasil uji lanjut dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Analisis asam salisilat daun cabai yang diaplikasikan dengan sediaan *T. viride*.

Perlakuan	Asam Salisilat (ppm)	Efektivitas (%)
C = Filtrat	21.333 a	204,76
A = Kultur cair	14.670 b	109,57
B = Suspensi	8.000 c	14,29
D = Kontrol	7.000 c	0,00

Angka-angka yang terletak pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji Tukey pada taraf nyata 5%.

Pada Tabel 8 dapat dilihat bahwa perlakuan filtrat *T. viride* berbeda nyata dari masing-masing perlakuan dengan efektivitas 204,76 %. Pada perlakuan kultur cair *T. viride* berbeda nyata pada suspensi dengan efektivitas 109,57%, sedangkan suspensi tidak berbeda nyata dengan kontrol. Hal menunjukkan bahwa filtrat *T. viride* dapat meningkatkan senyawa asam salisilat yang berperan penting sebagai elisitor (bahan penginduksi) dalam sistem ketahanan tanaman.

B. Pembahasan

Pada pengamatan muncul daya lapang bibit cabai yang diperlakukan dengan sediaan *T. viride* menunjukkan bahwa filtrat *T. viride* memiliki efektivitas tertinggi yaitu 60,54 % dari perlakuan yang lain. Hal ini diduga bahwa filtrat *T. viride* mengandung hormon pengatur tumbuh tanaman yang dapat memecah dormansi benih, sehingga dapat mempercepat perkecambahan benih. Kaveh *et al.*, (2011) menjelaskan *Trichoderma* yang menghasilkan molekul mirip sitokinin, misalnya zeatyn dan giberellin GA3 atau yang berhubungan dengan GA3, apabila diaplikasikan dapat meningkatkan persentase perkecambahan dan pertumbuhan bibit Ali *et al.*, (2014) melaporkan bahwa persentase perkecambahan biji kacang buncis meningkat dengan aplikasi *Trichoderma*, stimulator perkecambahan biji yang paling aktif adalah *T. harzianum*, *T. viride* dan *T. koningii*.

Perlakuan sediaan *T. viride* tidak memiliki pengaruh dalam menekan penyakit *pre-emergence damping-off* di persemaian. Hal ini diduga karena benih yang direndam selama 15 menit dengan berbagai sediaan *T. viride* tidak memberikan pengaruh pada benih cabai yang disebabkan kurangnya kemampuan proses imbibisi ke benih cabai. Hal ini dijelaskan dari hasil penelitian Dini *et al.*, (2019) bahwa benih cabai varietas lokal yang direndam menggunakan *T. harzianum* selama 25 menit dapat mengendalikan serangan patogen *C. capsici* yaitu 37,67 %, sehingga semakin lama waktu perendaman benih, maka semakin tinggi pengaruh *Trichoderma* dalam mengendalikan penyakit. Pada pengamatan *post-emergence damping-off* memiliki pengaruh yang berbeda nyata pada masing-masing perlakuan. Perlakuan filtrat *T. viride* dapat menekan penyakit *S. rolfsii* pada pengamatan *post-emergence damping-off* dengan efektivitas penekanan 53.19 %,

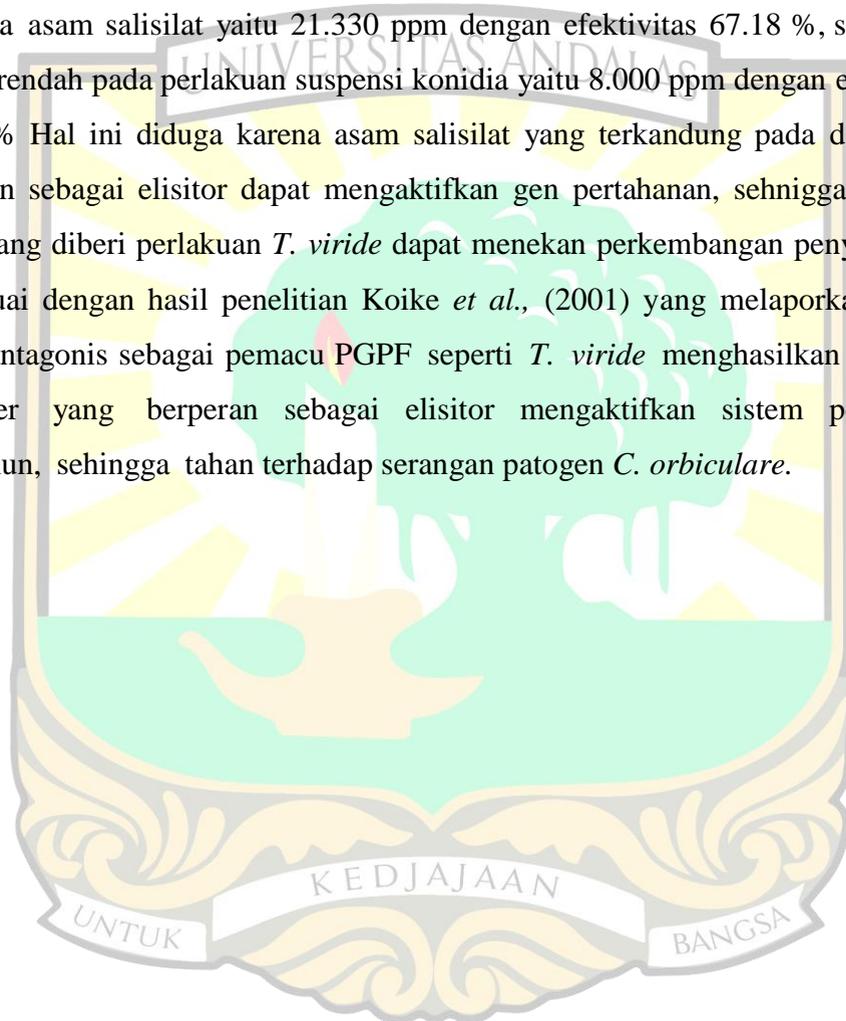
sedangkan pada perlakuan kultur cair dan suspensi konidia *T. viride* memiliki efektivitas 27,90 % dan 6,09 %. Hal ini menunjukkan bahwa filtrat *T. viride* memiliki metabolit sekunder dapat berupa enzim, toksin, antibiotik, dan hormon yang dihasilkan *T. viride*, sehingga dapat menekan *S. rolfsii*.

Brian and Mc Gowan (1945) dalam Chet *et al.*, (2005) melaporkan bahwa antibiotik yang diisolasi dari *T. viride* mempunyai kemampuan menghambat perkecambahan spora dari berbagai jamur. Kombinasi *viridin* dan *glitoksin* terbukti dapat menekan penyakit *black scurf* yang disebabkan *R. solani* pada kentang. *Viridin* juga dapat menekan secara langsung pertumbuhan *R. solani* dan *P. ultimum* dan menekan perkecambahan sklerotia dari *S. rolfsii*. Senyawa antibiotik yang terkandung pada filtrat yaitu *viridin*, *glitoksin*, *kinningin*, *cytosperone*, *trichodermol*, *manitol* dan *2-hidroksimalonate acid* yang menekan perkembangan penyakit (Vinale *et al.*, 2009).

Aplikasi sediaan *T. viride* juga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman baik pada fase vegetatif dan generatif. Hasil pengamatan vegetatif tanaman cabai yaitu pengamatan tinggi tanaman dan jumlah daun memiliki pengaruh yang berbeda nyata pada masing-masing perlakuan. Hasil pengamatan tinggi tanaman yang diaplikasikan dengan formula *T. viride* menunjukkan bahwa filtrat *T. viride* memiliki pengaruh dalam meningkatkan tinggi tanaman dan mempercepat pertumbuhan dibandingkan perlakuan yang lain dengan efektivitas 141,83 % dan efektivitas terendah yaitu suspensi konidia 37,02 %. Selain itu filtrat *T. viride* juga dapat meningkatkan jumlah daun cabai dengan efektivitas yaitu 189,83 %, sedangkan pada suspensi konidia memiliki efektivitas terendah yaitu 93,39 %. Pada fase generatif filtrat *T. viride* yang diaplikasikan ke akar bibit cabai dapat mempercepat munculnya bunga pada hari ke 34,50 dengan efektivitas 46,92 %, sedangkan kultur cair dan suspensi konidia dapat mempercepat muncul bunga yaitu 42,67 dan 53,33 hari dengan efektivitas 34,35 % dan 17,25 %. Hal ini diduga senyawa yang terkandung pada filtrat *T. viride* dapat merangsang aktivitas PGPF sehingga menghasilkan senyawa pemicu pertumbuhan tanaman yaitu IAA (*Indole Acetic Acid*) yang dapat mempercepat pemanjangan akar dan batang, merangsang pembungaan, pertumbuhan buah, dan meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Menurut susanto *et al.*, (2005) filtrat jamur antagonis trichoderma memiliki mekanisme PGPF (*Plant Growth Promoting Fungi*).

Ketahanan terimbas akan aktif jika diinokulasikan oleh agensia hayati, akan terjadi pengurangan gejala penyakit dan perubahan terhadap faktor-faktor biokimiawi di dalam tanaman inang, sehingga tanaman tersebut tahan terhadap serangan patogen penyebab penyakit. Hasil pengamatan analisis asam salisilat pada tanaman cabai menunjukkan bahwa perlakuan filtrat *T. viride* mampu meningkatkan senyawa asam salisilat yaitu 21.330 ppm dengan efektivitas 67.18 %, sedangkan yang terendah pada perlakuan suspensi konidia yaitu 8.000 ppm dengan efektivitas 12,50 % Hal ini diduga karena asam salisilat yang terkandung pada daun yang berperan sebagai elisitor dapat mengaktifkan gen pertahanan, sehingga tanaman cabai yang diberi perlakuan *T. viride* dapat menekan perkembangan penyakit. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Koike *et al.*, (2001) yang melaporkan bahwa jamur antagonis sebagai pemacu PGPF seperti *T. viride* menghasilkan metabolit sekunder yang berperan sebagai elisitor mengaktifkan sistem pertahanan mentimun, sehingga tahan terhadap serangan patogen *C. orbiculare*.



BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Perlakuan sediaan filtrat *T. viride* merupakan sediaan yang dapat meningkatkan daya muncul lapang benih cabai di persemaian dengan efektivitas 60,54 %, mengendalikan serangan penyakit rebah kecambah *Pre-emergence damping-off* dengan efektivitas 70,31 % dan *Post-emergence damping-off* dengan efektivitas 53,19%.

Pada pengamatan fase vegetatif filtrat *T. viride* memiliki kemampuan dalam meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun dengan efektivitas 141,83 % dan 189,83 %. Pada fase generatif cabai filtrat *T. viride* dapat mempercepat pembungaan pada hari ke 34,50 dengan efektivitas 46,92 % dan meningkatkan senyawa asam salisilat sebagai senyawa ketahanan tanaman terhadap penyakit cabai dengan efektivitas 204,76 %.

B. Saran

Perlu dilakukannya kosentrasi filtrat dan lama perendaman jamur *T. viride* pada benih cabai sebagai pengendalian rebah kecambah yang disebabkan oleh *S. rolfsii* secara *in planta*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, A., Haider, M. S. Ashfaq, M., S. Hanif. 2014. Effect of Culture Filtrates of *Trichoderma* Spp. on Seed Germination and Seedling Growth in Chickpea – An *In-Vitro* Study. Pakistan Journal of Phytopathology.
- Agrios, G.N.1997. Plant pathology. Fourth Edition. Academic Press. New York.
- Alexopolus, C. J and C.W Mims. 1979. Introductory Mycology. John Wiley and Sons. New York.
- Angelova Z., Georgiev S, Roos W. 2006. Elicitation of Plants, Biotechnol. & Biotechno.72-83.
- Arifin, K dan Lubis K. 2003. Teknik PHT pada Tanaman Cabai. Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Baker K.F and Cook R.J.1974. *Biological Control of Plant Pathogens*. San Fransisco: Freeman and Company.
- Besty, N. 2011. Kolonisasi *Trichoderma spp* pada Akar Pisang dan Efek Penekanannya terhadap Penyakit Layu Fusarium. [Skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. 34 hal.
- Chet, I, N. Benhamou, and S. Haran. 2005. Mycoparasitism and Lytic Enzymes. in Harman, G. E. And C. P. Kubicek (Eds), *Trichoderma and Gliocladium enzymes biological control and commercial applications* Volume 2. Taylor and Francis. London.
- Chellenbaum, L., L. Zimmerli, J.P. Metraux and B. Mauch-mani. 1998. Systemic Aquired Resistance, Chemical Induction. Induced Systemic Resistance: A Comparison.
- Dini Puspiyanti dan Siti H.W. 2019. Pengaruh perendaman *T. harzianum* terhadap pertumbuhan cabai lokal. Jurnal Pertanian Tropik. Vol 6. No 3. Desember 2019. (58) (477-481).

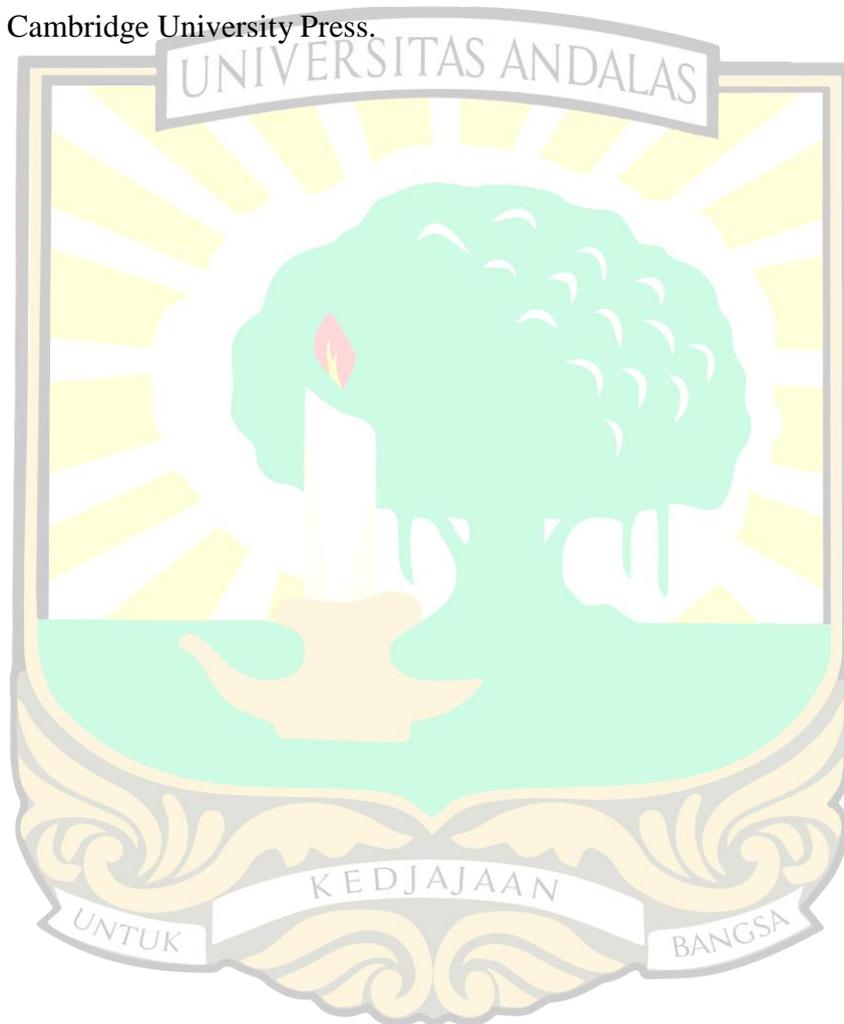
- Direktorat Jendral Bina Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian. 2004. Pedoman Umum Pelaksanaan Proyek Pengembangan Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian. Jakarta.
- Direktorat Jendral Hortikultura. 2017. Produktivitas Sayuran di Indonesia. Diunduh 17 november 2018. <http://www.hortikultura2.Pertanian.go.id/produksi/sayuran>
- Dwiastuti, ME and Fitriasari, PD 2013, 'Exploration of *Trichoderma* spp. and Fungal Pathogen That Causes Strawberry Anthracnose and Examine of *In-Vitro* Antagonistic Activity', Paper on International Tropical Horticulture Conference, Yogya 2-4 Oktober 2013, pp. 17.
- El-Katatny M.H., Somitch W., Robra K.H, El-Katatny M.S., and Gubitz G.M. 2000. Production of *Chitinase* and β -1,3-glucanase by *Trichoderma harzianum* for Control of The Phytopathogenic Fungus *Sclerotium rolfsii*. Food Technol Biotechnol.38:173-180.
- Fichtner, E.J. 2006. *Sclerotium rolfsii*. 'Kudzu of the Fungal World'.
- Ferreira, S.A and Boyle, R.A. 2006. *Sclerotium rolfsii*. Departement of Plant Pathology. University of Hawaii at Manoa.
- Frazier, W.C and Westhoff, D.C. 1981. Food Microbiology. Tata McGraw Hill. Published Co. Ltd. New Dehli.
- Gunaeni, N., Wulandari, A.W, Xan Hudayya, A.015 Pengaruh Bahan Ekstrak "tanaman Terhadap *Pathogenesis Related Protein* dan Asam Salisilat dalam Menginduksi Resistensi Tanaman Cabai Merah terhadap Virus Kuning Keriting J. Hort. 25:160-170.
- Harman, G. E., Petzoldt, R., Comis, A., and Chen, J. 2004. Interaction between *Trichoderma harzianum* Strain T- 22 and Maize Inbred Line Mo17 and Effects of These Interactions on Deaseas Caused by *Phytium ultimum* and *Colletotrichum graminicola* Phytopathology. 94:147–153
- Hurtado, O. 2004. Study and Manipulation of The Salicylic Acid-Dependent Defense Pathway Inplants Parasitized by *Orobanche Aegyptiaca* Pers. [Thesis]. Plant Physiology, Virginia Polytechnic Institute and State University, USA.

- Nurnberger, T. 1999. Signal Perception in Plant Patogen Defense. *Cell. Mol. Life Sci.* 55:167- 182.
- Kamil, J. 1979. *Teknologi Benih 1*. Angkasa Raya.Padang.
- Kandou. F.E., S. Magenda dan S.D. Umboh 2011. Karakteristik Isolat Jamur *Sclerotium rolfsii* dari Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* inn.). *Jurnal biologi.* 1(1): 1-7.
- Kaveh, H., S. V. Jartoodeh., H. Aruee and M. Mazhabi. 2011. Would Trichoderma Affect Seed Germination and Seedling Quality of Two Muskmelon Cultivars, Khatooni and Qasri and Increase Their Transplanting Success. Department of Horticulture, Ferdowsi University of Mashhad, Azadi square, Mashhad, Iran. *J. Biol. Environ. Sci.*, 2011, 5(15), 169-175.
- Kiromi, S. 2015. Optimasi Suspensi Konidia *Trichoderma harzianum* dalam Penghambatan Pertumbuhan *Fusarium Oxysporum* Penyebab Layu Tanaman Tomat Secara *In Planta*. Skripsi. Yogyakarta. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Sunan Kalijaga. 56 Hal.
- Koike N, HyakumachyM, Kageyama K, Tsuyumu S, and Doke N. 2001. Induction of Systemic Resistance in Cucumber Againsts Several Diseases Plant Growth Promoting Fungi: Lignification and Superoxide Generation. *Europe J Plant Phatol* 107:523-533.
- Larry, R. 1977. Food and Beverage Mycology Departement of Food Science Agricultural Experimental Station. University of Georgia.
- Larroque, M., E. Belmas, T. Martinez, S. Vergnes, N. Ladouce, C. Lafitte, E. Gaulin, and B.Dumas. 2013. Pathogenecity Ciatedmolecular Pattern-Triggered Immunity and Resistance the Root Patogen *Phytophthora Parasitica* in *Arabidopsis*. *Journal of Experimental Botany.* 64(12):3615–3625.
- Lusi, A. 2016. Kolonisasi Beberapa Jamur Antagonis pada Akar Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) dan Pengaruhnya Terhadap Penekanan Penyakit Antraknosa yang disebabkan oleh *Colletotrichum gloeosporioides*
- Lyon, G. 2007. The Oxidative Burst in Plant Disease Resistance. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 48:251-275.
- Mardinus. 2006. *Jamur Patogenik Tumbuhan*. Andalas University Press. Padang.

- Nurbailis, Mardinus, Natsir N., Dharma, A. dan Habazar, T. 2008. Penapisan *Trichoderma* spp. Dari Rizosfir Pisang untuk Menekan Pertumbuhan *Fusarium oxysporum* f.sp, cubense *in Vitro*. Jurnal Manggaro 10: 16-21.
- Papavizas, G.C. and Lewis, J.A. 1984. New Approach Population Proliferation of *Trichoderma* species and Other Potential; Biocotrol Fungi Introduced into Natural Soils. Journal of Phytopatology. 74:1240-1244.
- Pieterse, C.M.J., Leon-Reyes, A., Van der Ent, S. And M Van Wees S. C.2009. Networking by *Small-Molecule Hormones* in Plant Immunity. Nature Chemical Biology. 5: 308 – 316.
- Pelezar, M. J and Reid, D. 1974. Microbiology. McGrow Hill Book Company. New York.
- Porter, MD, HD Smith dan RR Kabana 1984. Compendium of Peanut Deases. The American Phytipathological Society. United States of America.
- Pracaya, 2010. Hama dan Penyakit Tanaman EdisiRevisi.PT. Penebar Swadaya Cimanggis. Depok. Press, Yogyakarta.
- Rasmussen, K. And Vester, B. 1991.*High Performance Liquid Chromaography* Method for Rapid and Accurate Determination of Homocysteine in Plasma and Serum.Walter de Gruyter Ä Co. Berlin · New York. 29:549-554.
- Salas-Marina, M. A., Silva-Flores, M A.,Uresti-Rivera, E., Castro-Longiria, Herrera Estella, A., and Casas Flores, S. 2011. Colonization of Arabdopsis Root by *Trichiderma Atroviride* Prootes Growth Chances Systemic Resistance Through Jasmnic Acid Ethylence and Salicylic Acid Pathway.Plant Pathol. 131, 15-26 doi :10.1111/j.I365.313X.2010.4224.x.
- Schellenbaum, L., L. Zimmerli, J.P. Metraux and Mauch-mani. 1998. Systemic Aquired Resistance, Chemical Induction. Induced Systemic Aquired Resistance: A Comparison.
- Semangun, H. 1993. Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia.Universitas Gajah Mada. Yogjakarta.
- . Semangun, H. 2007. Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia Edisi II. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- Shivana, M.B., Merra, M.S., and Hyakumachi, M. 1996. Role of Root Colonization Ability of *Plant Growth Promoting of Fungi* in The Sppression of Take-All and Common Root Rot of Wheat. *Crop Proec.* 15:497-504.
- Singh, B.N., Singh, A., Singh, S.P., and Singh, H.B. 2011. *Trichoderma harzianum* – Mediated Reprogramming of Oxidative Stress Response in Root Apoplast of Sunflower Enhances Defence against *Rhizoctonia solani*. *Eur J Plant Pathol* 131:121–134.
- Soelaiman, V dan A. Ernawati. 2013. Pertumbuhan dan Perkembangan Cabai Keriting (*Capsicum annuum*) secara *in vitro* pada Beberapa Konsentrasi BAP dan IAA. *Bul. Agrohorti.* 1:62-66.
- Sugiharso dan Suseno. 1985. Penuntun Praktikum Penyakit Tumbuhan 1 (Simtomatologi). Departemen Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan. IPB. Bogor.
- Sukanto dan Wahyuno, D. 2013. Identifikasi dan Karakterisasi *Sclerotium rolfsii* Sacc. Penyebab Penyakit Busuk Batang Nilam (*Pogostemon ablin*) Benth. *Bul. Littro* 24(1): 35-41
- Susanto A, PS Sudharto PS, dan RY Purba. 2005. Enhancing Biological Control of Basal Stem Rot Disease (Ganodermaboninese) in oil palm plantation. *Mycopathologian* 159, 153-7.
- Suwahyono, U. 2010. Cara membuat dan Petunjuk Penggunaan Biopestisida. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Timper P., N. A. Minton, A. W. Johnson, T. B. Brenneman, A. K. Culbreath, K. G. W. Burton, S. H. Baker, And G. J. Gascho. 2001. Influence of Cropping System on Stem Rot (*Sclerotium rolfsii*), *Meloydogyne arenaria*, and The Nematode Antagonist *Pasteuria penetrans* in Peanut. *Plant Disease.* 85 (7): 767-772
- Van Loon, L.C., Bakker, P., and Pieterse, M.J. 1998. Systemic Resistance Induced by Rhizobacteria. *Ann Rev Phytopathol.* 36:453-483.
- Vinale F, Ghisalberti EL, and Sivasithamparam K. 2009. Factors Affecting The Production of *Trichoderma Harzianum* Secondary Metabolites During The Interaction with Different Plant Pathogens. *Let Appl Microbiol* 2009; 48:705-11.

- Walters, DR, Ratsep, J and Havis, ND 2013, 'Controlling Crop Diseases Using Induced Resistance: Challenges For The Future', *Journal of Experimental Botany* Advance Access, Published February 5, 2013., Pp. 1-18, Viewed 27 Mei 2015, . 35. Zeng, J, Sun, J, Yang, X, Chen, F, Ji
- Watanabe T. 2002. *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species*. CRC Press LLC. U.S.A
- Webster J and Weber RWS. 2007. *Introduction to Fungi*. Third Edition. New York: Cambridge University Press.



Lampiran 2. Analisis sidik ragam

A. Pengamatan Penyakit Rebah Kecambah Bibit Cabai di Persemaian

8. Daya Muncul Lapang

Sumber	Db	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%
Perlakuan	3	18.750	6.2500	7.31*	0.0087
Sisa	3	146.750	48.9167		
Total	9	225.750	6.6944		
KK	8.19				

* =berbeda nyata

2. Pre-Emergence Dumping-off

Sumber	Db	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%
Perlakuan	3	21.500	7.1667	3.09	0.0822
Sisa	3	81.500	27.1667		
Total	9	182.000			
KK	79.5				

3. Post- Emergence Dumping-off

Sumber	Db	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%
Perlakuan	3	2.9521	0.9840	13.85	0.0010
Sisa	9	33.1182	11.0394		
Total	15	7.1724	0.7969		
KK	8.68				

* =

B. PENGAMATAN TANAMAN CABAI DI POLIBAG

1.Muncul Gejala penyakit

Sumber	Db	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%
Perlakuan	3	0.23545	0.04709	1.23	0.3322
Sisa	15	0.27884	0.09295		
Total	23	1.64435	0.07534		

* = Tidak berbeda nyata

2. Tinggi Tanaman

Sumber	Db	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%
Perlakuan	3	1361.9	272.37	16.24*	0.0001
Sisa	15	20737.8	6912.60		
Total	23	6386.6			
KK	26.2				

* = Berbeda nyata

3. Jumlah Daun

Sumber	Db	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%
Perlakuan	3	2509.8	501.97	14.30*	0.00001
Sisa	15	16063.0	5354.33		
Total	23	24189.3			
KK	30.0				

* = Berbeda nyata

4. Muncul Bunga Pertama

Sumber	Db	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%
Perlakuan	3	65.87	13,17	122.7*	0.0000
Sisa	15	3150.46	1050.15		
Total	23	128.29			
KK	5.98				

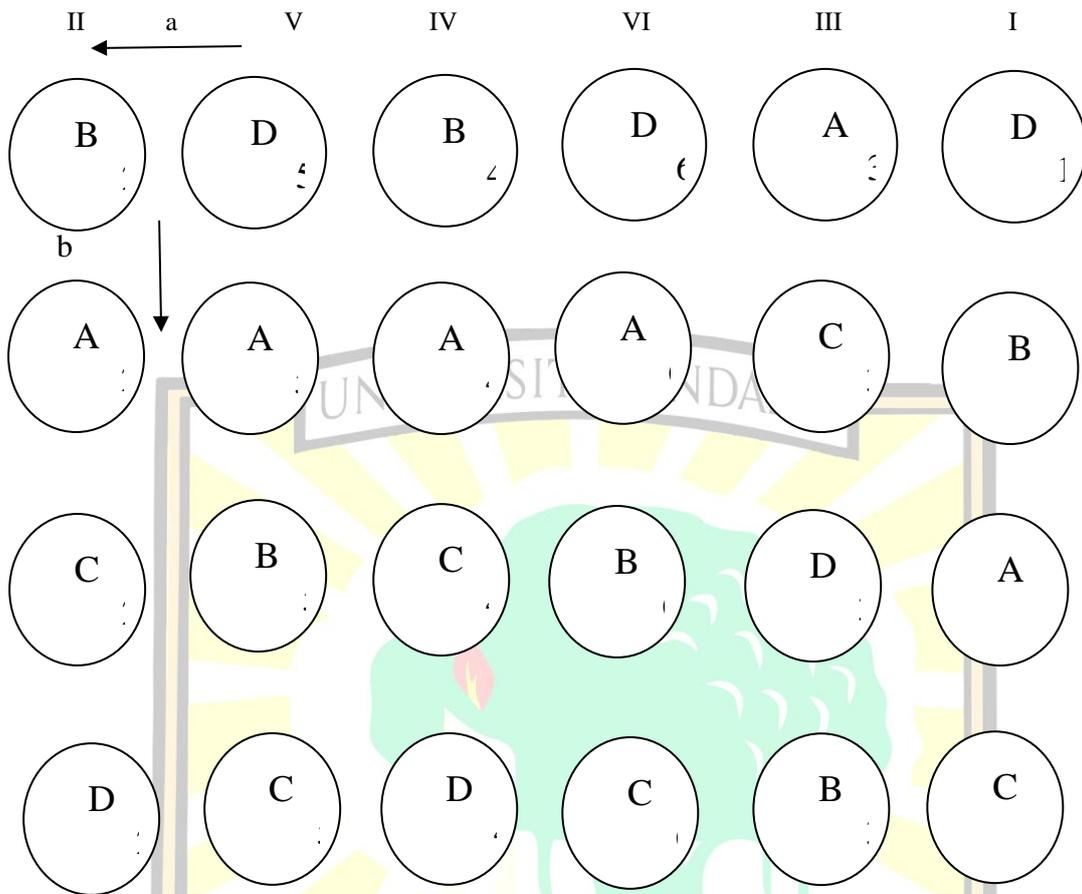
* = Berbeda nyata

5. Analisis Asam Salisilat

Sumber	Db	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%
Perlakuan	3	8.000	4.000	27.20*	0.0007
Sisa	15	398.917	132.972		
Total	11	29.333			
KK	17.3				

* = Berbeda nyata

Lampiran 3. Denah Penempatan sampel



Keterangan:

- A. =Kultur cair *T. viride*
- B. =Suspensi konidia *T.viride*
- C. = Filtrat *T.viride*
- D. =Kontrol (aquades)

I,II,III,IV,V,VI= Kelompok

a=Jarak antar kelompok (20 cm)

b =Jarak antarperlakuan (20 cm)kk,...