

**LAPORAN PENELITIAN DANA PNBP**

**FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS ANDALAS**



**KEMAMPUAN TRICHODERMA ENDOFIT DALAM MENGENDALIKAN  
JAMUR PATOGEN TULAR BENIH CABAI**

Oleh :

**Ir. Martinius, MS/NIDN. 0015055914**

**Dr.Ir. Darnetty, M.Sc/NIDN. 0022025809**

**Prof.Dr.Ir. Trizelia,M.Si/NIDN.0024126411**

**Sri Herdina/BP. 1310211127**

**Dibiayai oleh Dana DIPA Universitas Andalas Tahun Anggaran 2017, sesuai dengan  
Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Nomor 17/PL/SPK/PNP/Faperta-Unand 2017  
Tanggal 3 Juli 2017**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**UNIVERSITAS ANDALAS**

**2017**

**HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN DANA PNBP  
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS ANDALAS**

Judul Penelitian : Kemampuan Trichoderma endofit dalam mengendalikan jamur patogen tular benih cabai

Tema : Ketahanan Pangan

Ketua Peneliti :  
 a. Nama Lengkap : Ir. Martinius,MS  
 b. NIDN : 0015055914  
 c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
 d. Program Studi : Proteksi Tanaman  
 e. Nomor HP : 085274738559  
 f. Alamat surel (e-mail) : martiniustin@gmail.com

Anggota Peneliti (1) :  
 a. Nama Lengkap : Dr. Ir. Darnetty, M.Sc  
 b. NIDN : 0022025809  
 c. Perguruan Tinggi : Universitas Andalas

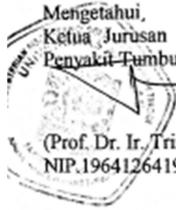
Anggota Peneliti (2) :  
 a. Nama Lengkap : Prof. Dr. Ir. Trizelia, M.Si  
 b. NIDN : 0024126411  
 c. Perguruan Tinggi : Universitas Andalas

Nama Mahasiswa : Sri Herdina, BP 1310211127  
 Lokasi Penelitian : Lab. Fitopatologi dan Rumah Kawat  
 Lama Penelitian : 6 bulan  
 Biaya Penelitian : Rp. 12.500.000

Padang 23 November 2017

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Hama dan  
Penyakit Tumbuhan

(Prof. Dr. Ir. Trizelia, MS)  
NIP.196412641989032004



Ketua Peneliti,

(Ir. Martinius, MS)  
NIP. 195905251986032001

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Pertanian

(Della Munzir Busniah, M.Si)  
NIP. 1964060819890314001



## RINGKASAN

Penggunaan benih yang bermutu baik menjadi kunci pertama keberhasilan penanaman cabai. Suplai benih unggul dan bermutu memiliki peranan yang sangat penting dalam upaya untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Mutu benih tersebut mencakup mutu genetis, fisiologis, fisik, dan patologis. Rendahnya produktivitas tanaman terutama disebabkan oleh rendahnya mutu benih yang digunakan. Mutu patologis berhubungan dengan infeksi patogen terbawa benih baik yang terdapat di dalam maupun di permukaan benih. Beberapa jamur yang bersifat patogen terbawa benih cabai antara lain *Colletotrichum capsici* (antraknosa), *Phytophthora capsici* (busuk phytophthora), dan *Rhizoctonia solani* (*damping off*). Untuk mengatasi masalah penyakit benih pada cabai dapat dilakukan secara hayati menggunakan jamur endofit. Potensi jamur endofit sebagai agen pengendali hayati, antara lain karena endofit hidup dalam jaringan tanaman sehingga dapat berperan langsung dalam menghambat perkembangan patogen. Jamur endofit juga mampu menghasilkan senyawa metabolit yang berperan melindungi inang tanaman dari kondisi lingkungan ekstrim dan infeksi patogen

Salah satu jamur endofit yang berpotensi mengendalikan penyakit benih pada cabai adalah *Trichoderma* sp. *Trichoderma* endofit ini mampu menghambat perkembangan jamur patogen *Sclerotium rolfsii*, dengan daya hambat berkisar antara 65.40-78.27%. *Trichoderma* mempunyai mekanisme biokontrol sangat efektif dalam menekan perkembangan patogen diantaranya mikoparasitisme, antibiosis, dan kompetisi. Kemampuan *Trichoderma* endofit ini dalam mengendalikan penyakit tular benih cabai belum pernah dilaporkan. Berdasarkan hal tersebut perlu dikaji kemampuan *Trichoderma* endofit dalam mengendalikan penyakit tular benih pada cabai. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan jamur endofit *Trichoderma* sp dalam mengendalikan penyakit tular benih pada cabai. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium dan Rumah Kawat. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan tersebut adalah tiga isolat jamur endofit *Trichoderma* (SD324, SD327, A116) dan Kontrol. Benih berasal dari petani di kelurahan Korong Sungai Lareh, Kecamatan Koto Tangah, Kota Padang. Benih yang diuji dipilih secara acak untuk masing-masing perlakuan sebanyak 400 biji. Jamur endofit *Trichoderma* yang digunakan (tiga isolat) merupakan koleksi laboratorium Pengendalian Hayati. Aplikasi *Trichoderma* endofit dilakukan dengan cara merendam benih cabai dalam suspensi isolat *Trichoderma* selama 2 jam pada suhu 26°C. Benih yang telah diberi perlakuan kemudian dikeringanginkan dalam *laminar air flow cabinet* selama 60 menit. Benih yang tidak diberi perlakuan dijadikan sebagai control. Benih cabai yang sudah diberi perlakuan tersebut diuji menggunakan metode *blotter test* dan *growing on test*. Pada pengujian di rumah kawat, 50 butir benih cabai yang diberi perlakuan dan yang tidak diberi perlakuan disemaikan pada bak kecambah. Parameter yang diamati adalah Identifikasi jamur patogen tular benih, Persentase benih cabai yang

terserang jamur patogen tular benih, Persentase bibit muncul lapang dan Persentase bibit cabai yang terserang jamur patogen.

Hasil penelitian menunjukkan ketiga isolat *Trichoderma* endofit mampu mengendalikan jamur patogen tular benih cabai (*Colletorichum capsici*) dengan efektivitas penurunan persentase benih terinfeksi jamur 47,17% – 51,89% , peningkatan daya kecambah normal 54,11% - 68,28% , peningkatan persentase bibit muncul lapang 31,90% - 41,43% dan penurunan persentase bibit terserang jamur 89% - 91,16%. Isolat *Trichoderma* endofit A116 yang paling efektif dalam mengendalikan patogen tular benih cabai.

## DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	ii
.....	
DAFTAR ISI	iii
.....	
DAFTAR TABEL	iv
.....	
DAFTAR	v
GAMBAR.....	
BAB 1. PENDAHULUAN	1
.....	
BAB 2. TINJAUAN	4
PUSTAKA.....	
BAB 3. METODE	10
PENELITIAN.....	
BAB 4. HASIL DAN	13
PEMBAHASAN.....	
BAB 5.	18
KESIMPULAN.....	
DAFTAR	19
PUSTAKA.....	

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
1. Persentase Benih Cabai Yang Terserang <i>Colletotrichum capsici</i> ....	13
2. Persentase Daya Kecambah Normal Benih Cabai .....	15
3. Persentase Bibit Muncul Lapang.....	15
4. Persentase Bibit Terserang Jamur Patogen .....	15

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
1. Jamur <i>colletotrichum capsici</i> pada benih cabai .....	13
2. Invasi Trichoderma endofit terhadap <i>C. capsici</i> .pada metode blotter test .....	14
3. Gejala bibit cabai terserang jamur <i>Colletotrichum</i> <i>capsici</i> .....	16
4. Pertumbuhan bibit cabai pada masing-masing perlakuan (28 HST)..	17

## BAB 1. PENDAHULUAN

Cabai (*Capsicum annum* L.) merupakan salah satu jenis sayuran yang banyak dibudidayakan secara komersil, khususnya di daerah tropis (Kusandriani & Permadi, 1996). Buah cabai digunakan sebagai bumbu masak, obat-obatan, kosmetik dan bahan baku industri makanan. Buah cabai juga banyak mengandung vitamin A dan vitamin C (Samsudin, 1982). Rasanya yang khas, memiliki nilai gizi dan juga sebagai bahan baku, menyebabkan komoditi ini mempunyai nilai ekonomi tinggi, sehingga tidak mengherankan jika cabai menjadi sumber pendapatan sebagian besar petani sayuran (Duriat & Sastrosiswojo, 2001).

Produksi cabai di Indonesia pada tahun 2013 mencapai 1012,879 ton dengan luas area tanam 124,110 ha atau dengan tingkat produktivitas 8,16 ton / ha. Di tahun 2014, produksi cabai di mencapai 1074,602 ton dengan luas area tanam 128,734 ha atau dengan tingkat produktivitas 8,35 ton / ha (Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura, 2015). Jika diperhatikan tingkat produktivitas pertanaman cabai di Indonesia, maka angka-angka tersebut masih jauh dari potensi yang dapat dihasilkannya. Menurut Dinas Pertanian Tanaman Pangan (2000), produksi cabai dapat mencapai angka 10 ton / ha jika dilakukan pemeliharaan intensif. Selanjutnya Siswanto, Sudarman & Kusumo (2001) menyatakan bahwa produksi cabai dapat mencapai 12 ton / ha.

Penggunaan benih yang bermutu baik menjadi kunci pertama keberhasilan penanaman cabai. Suplai benih unggul dan bermutu memiliki peranan yang sangat penting dalam upaya untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Mutu benih tersebut mencakup mutu genetis, fisiologis, fisik, dan patologis. Rendahnya produktivitas tanaman terutama disebabkan oleh rendahnya mutu benih yang digunakan. Mutu patologis berhubungan dengan infeksi patogen terbawa benih baik yang terdapat di dalam maupun di permukaan benih. Beberapa jamur yang bersifat patogen terbawa benih cabai antara lain *Colletotrichum capsici* (antraknosa), *Phytophthora capsici* (busuk phytophthora), dan *Rhizoctonia solani* (*damping off*). Busuk phytophthora merupakan penyakit yang masih sulit dikendalikan karena belum tersedianya varietas yang resisten, metode pengendalian masih terbatas, dan patogen bersifat terbawa benih dan tular tanah (Miller *et al.* 1996; Roberts *et al.*

2000; Lows *et al.* 2002; Naik *et al.* 2008). *Phytophthora capsici* bersifat patogenik terhadap 25 genotipe cabai, lima genotipe dengan intensitas penyakit tertinggi diantaranya adalah Taro F1, Hot Pepper Tornado, F1 Hybrid Chilli, Bintoro, dan Marconi hot dengan persentase serangan 70–92 % (Syamsudin 2010). *R. solani* merupakan patogen tular tanah yang menyerang cabai baik pada masa pembibitan maupun ketika sudah pindah tanam.

Pengendalian terhadap patogen ini biasanya dilakukan dengan cara kultur teknis maupun dengan menggunakan fungsi- sida sintetik yang berbahan aktif kaptan, propineb, dan mankozeb (Komisi Pesticida 2001). Akan tetapi, penggunaan fungisida sintetik secara terus menerus dan tidak bijaksana dapat membahayakan organisme bukan sasaran yang bermanfaat bagi pertanian, lingkungan, dan keberadaan manusia (Walker & Stachecki 2002). Penggunaan fungisida sintetik dalam jangka waktu yang panjang dapat menyebabkan terjadinya perkembangan populasi resisten (Wood 1997). Menghadapi hal tersebut, sejalan dengan konsep pengendalian ter- padu yang tidak semata-mata mengandal- kan pengendalian dengan menggunakan bahan kimia sintetik, maka alternatif pengendalian perlu terus dicari dan dikembangkan.

Dewasa ini pemanfaatan jamur antagonis menjadi pilihan pengendalian alternatif karena metode ini dianggap aman baik bagi pengguna, konsumen, dan lingkungan. Jamur antagonis yang telah banyak dimanfaatkan sebagai pengendali hayati adalah *Trichoderma* sp. Biakan jamur *Trichoderma* dalam media aplikatif seperti dedak dapat diberikan ke areal pertanaman dan bersifat sebagai biodekomposer serta sebagai biofungisida. *Trichoderma* juga mempunyai mekanisme biokontrol sangat efektif dalam menekan perkembangan patogen diantaranya mikoparasitisme, antibiosis, dan kompetisi. *T.harzianum* dan *T. virens* telah diketahui dapat mengendalikan *Plasmodiophora brassicae*, *Fusarium oxysporum*, *Phytium ultimum*, *P. aphanidermatum*, *Rhizopus oryzae* (Elad *et al.* 1980, Djatmiko 1997, Hadiwiyono 1999, Suwahyono 2000, Wahyudi & Nugroho 2000, Wahyudi & Suwahyono 2000, Howel 2003). Hasil penelitian Misni *et al.* (2004) menunjukkan bahwa *T. harzianum* dapat menekan perkembangan penyakit layu *F. oxysporum* f.sp. lycopersici (Sacc.) pada tanaman tomat sebesar 80% dan dapat mempertahankan persentase bunga

menjadi buah sebesar 71,47% serta meningkatkan produksi tanaman. Selian (2010) melaporkan bahwa dosis *T. virens* member pengaruh yang positif terhadap persentase perkecambahan benih, masa inkubasi, panjang lesion yang terbentuk pada pangkal batang dan bobot kering biji tanaman<sup>-1</sup>. Dosis *T. virens* sebanyak 300 g polibag<sup>-1</sup> (volume 10 kg) mempengaruhi rata-rata persentase perkecambahan benih mencapai 84,38%, rata-rata masa inkubasi 8 hari, rata-rata panjang lesion yang terbentuk pada pangkal batang kedelai sebesar 1,35 cm dan bobot kering biji tanaman<sup>-1</sup> sebesar 24,13 g polibag<sup>-1</sup>.

Selain bisa hidup di rizosfer, jamur *Trichoderma* juga bisa hidup dalam jaringan tanaman atau bersifat endofit. Trizelia, Rahma dan Martinius (2016) melaporkan bahwa jamur *Trichoderma* sp bisa hidup dalam jaringan daun tanaman cabai. *Trichoderma* endofit ini mampu menghambat perkembangan jamur patogen *Sclerotium rolfsii*, dengan daya hambat berkisar antara 65.40-78.27%. Kemampuan *Trichoderma* endofit ini dalam mengendalikan penyakit tular benih cabai belum pernah dilaporkan. Berdasarkan hal tersebut perlu dikaji kemampuan *Trichoderma* endofit dalam mengendalikan penyakit tular benih pada cabai Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan jamur endofit *Trichoderma* sp dalam mengendalikan penyakit tular benih pada cabai.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Jamur Patogen Tular Benih Cabai

#### 1. Jamur *Colletotrichum capsici*

Antraknosa merupakan istilah khas penyakit yang disebabkan oleh jamur genus *Colletotrichum*. Jamur ini termasuk divisi Ascomycotina, subdivisi Eumycota, kelas Pyrenomycetes, ordo Sphaerrales, family Polystigmataceae (Singh, 1998). Penyakit ini menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan pada tanaman sereal, legume, tanaman hias, sayuran dan buah yang tersebar di Negara - Negara tropikal, subtropikal dan Negara empat musim (Grahovac *et al.*, 2012). Ada lima spesies dari genus *Colletotrichum* sp yang menjadi patogen yakni *C. capsici*, *C. acutatum*, *C. gloeosporioides*, *C. coccodes* dan *C. graminicola* (Sahitya *et al.*, 2014) Diantara kelima patogen tersebut yang paling banyak ditemui yang menyerang tanaman cabai merah di Indonesia adalah *Colletotrichum capsici* (Syd) Butler dan Bisby, *C. acutatum* dan *C. gloeosporioides* (Duriat *et al.*, 2007).

*Colletotrichum capsici* adalah salah satu jamur penyebab penyakit antraknosa pada cabai (Semangun, 2000). Busuk buah yang disebabkan oleh *Colletotrichum capsici* (Syd) Butler dan Bisby telah diidentifikasi sebagai patogen yang menyebabkan penyakit pada tanaman cabai sehingga menimbulkan kerugian 25-30 % pada buah setelah panen dan juga pada tempat penyimpanan.

*Colletotrichum capsici* mempunyai aservulus yang tersebar di bawah kutikula, atau permukaan jaringan dengan diameter 100 um, dengan banyak setae. Setae berwarna coklat tua sampai hitam meruncing ke atas, berukuran 75–100 x 2–6,2 um, konidia tumpul atau bengkok seperti sabit dengan ukuran 18,5–25,0 x 3,5–5,3 um (Semangun, 2000). Konidiofor sederhana, memanjang dengan konidia hialin, satu sel, berbentuk silinder (Barnett and Hunter, 1972), kaku, keras dan mempunyai 1–5 sekat serta terdapat aservulus (Holiday, 1980).

Gejala serangan *C. capsici* dapat muncul pada buah, yang dipanen sebelum matang dan disimpan pada suhu rendah selama transportasi dan pemasaran (Chauhan *et al.*, 2012). Buah yang belum matang menyebabkan patogen berada pada kondisi laten dalam jaringan inang dan saat buah menjadi

matang, patogen kembali aktif sehingga dapat menimbulkan kerusakan pada buah. Hal tersebut menyebabkan patogen mampu berkembang dan menjadi sumber inokulum (Aradhya *et al.*, 2005).

Pertumbuhan dan perkembangan jamur *C. capsici* dipengaruhi oleh faktor lingkungan antara lain temperatur, pH dan kelembaban. Temperatur minimum untuk pertumbuhan adalah 5°C, optimum 28°C, maksimum 35°C, pH yang cocok untuk perkembangan dan pertumbuhan jamur adalah 2,5–7. Kelembaban optimum untuk pertumbuhan jamur adalah 92%. Cara penyebaran *C. capsici* adalah melalui angin, benih yang terinfeksi dan percikan air hujan. Penyebaran melalui angin dengan konidia yang berasal dari jamur yang dapat bertahan di lapangan secara saprofit pada sisa tanaman. Percikan air hujan dapat membantu penyebaran konidia pada buah sehingga dapat berkembang dengan cepat (Mehrotra, 1980).

*Colletotrichum capsici* dapat menyerang mulai dari benih, bibit, daun dan buah yang pada umumnya terjadi pada buah yang masak. Gejala buah yang terserang antraknosa diawali adanya aservulus (Mehrotra, 1980). Pada keadaan lembab aservulus dapat menembus dinding biji melalui rongga biji. Pembusukan dapat terjadi sampai seluruh permukaan buah, sehingga menyebabkan buah berwarna pucat serta ditutupi oleh bintik - bintik hitam (Holiday, 1980).

Pertumbuhan jamur pada media PDA membentuk koloni yang menyebar membentuk zona-zona melingkar secara konsentris, berwarna abu-abu kehitaman, areal miselia tumbuh jarang seperti rambut halus dan berkumpul kearah pusat. Setelah beberapa hari terbentuk banyak aservulus berwarna putih keabu-abuan, orange muda kemudian berubah menjadi abu - abu kehitaman (Than, 2008). Tahap awal dari infeksi *C. capsici* umumnya konidia dapat berkecambah cepat pada permukaan buah, tabung kecambah akan segera membentuk apresorium. Setelah penetrasi akan terbentuk jaringan hifa. Hifa intra dan interseluler menyebar melalui jaringan tanaman. Spora *C. capsici* dapat disebarkan oleh air hujan dan pada inang yang cocok akan berkembang dengan cepat (Kronstad,2000).

## **2. *Phytophthora capsici***

*Phytophthora capsici* telah dikenal sebagai salah satu jamur atau jamur patogen yang mampu menimbulkan kerusakan parah pada hampir semua bagian

tanaman cabai. Lantaran itu pula, jamur ini sering disebut sebagai plant destroyer of capsicums atau perusak tanaman cabai-cabaian. Selain menyerang cabai *Phytophthora capsici* juga memiliki beragam tanaman inang lainnya, terutama dari keluarga Solanaceae (misalnya: tomat dan terong) dan Cucurbitaceae (misalnya: mentimun, semangka, dan melon). Bagian tanaman yang diserangnya pun juga beragam, mulai dari akar, batang, hingga buah cabai. Apabila menyerang bibit, tanaman cabai yang terserang penyakit ini bisa langsung mati. Sementara pada tanaman dewasa, seluruh bagian tanaman itu akan layu, busuk, dan mati. Jamur *Phytophthora capsici* sendiri memang menghendaki kondisi lingkungan yang basah dan hangat untuk berkembang biak. Suhu idealnya sekitar 80 0F atau sekitar 26 0C. Dengan kondisi seperti itu, spora jamur yang terbentuk akan berkembang lebih cepat, yang berarti pula penularan penyakit ini juga akan lebih cepat.

Selain karena kondisi lingkungan yang hangat dan basah, patogen *Phytophthora capsici* juga mudah menyebar melalui angin, air hujan atau air yang mengalir di atas permukaan tanah. Kondisi tanah yang basah juga menjadi pemicu perkembangan patogen tersebut. Pasalnya, patogen ini mampu bertahan di dalam tanah dan menginfeksi akar atau biji yang tumbuh di dalam tanah. Penyebaran patogen ini juga bisa melalui peralatan yang digunakan selama bercocok tanam. Selain itu, pemindahan tanah dari satu lahan ke lahan yang lain juga bisa menjadi perantara pindahnya patogen *Phytophthora capsici*. Meskipun habitat utamanya ada di dalam tanah, jamur *Phytophthora capsici* sendiri bisa menginfeksi hampir seluruh bagian tanaman cabai, mulai dari akar, batang, daun, hingga buah. Dampak serangannya pun bisa sangat hebat, petani cabai bisa mengalami kehilangan hasil hingga 100% jika serangan patogen ini tidak terkendali.

Tanaman cabai yang terserang penyakit ini umumnya menunjukkan gejala layu yang berlangsung cepat sebagai akibat dari busuknya akar dan atau titik tumbuh tanaman. Jika diamati, akar tanaman cabai yang terserang itu akan tampak kecokelatan dan lembek. Bagian daun yang terserang akan menunjukkan gejala berupa munculnya bercak berwarna coklat. Bercak itu akan meluas hingga terlihat seperti tersiram air panas. Daun itu sendiri pada akhirnya akan busuk dan rontok yang dimulai dari bagian daun paling bawah. Serangan busuk tersebut akan terus menjalar ke bagian bawah tanaman dan menyerang kuncup bunga yang ada,

hingga seluruh bagian atas tanaman cabai layu terkulai. Pada bagian batang, serangan patogen ini akan membuat batang tanaman membusuk, kering, dan kulitnya mudah terkelupas. Jika sudah seperti ini, tanaman akan lebih cepat mati. Sementara pada buah cabai, serangan jamur *Phytophthora capsici* akan memunculkan bercak coklat kebasah-basahan yang cepat meluas hingga menyebabkan buah itu terlepas dari tangkainya atau rontok. Pada bagian yang terinfeksi tersebut juga tampak adanya hifa yang berwarna putih keabu-abuan dan bentuknya seperti kapas atau benang-benang halus.

### 3. *Cercospora capsici*

Tanda-tanda serangan penyakit ini biasanya tampak pada daun. Daun biasanya akan dipenuhi bercak-bercak berwarna keputihan yang awalnya berukuran kecil akhirnya secara perlahan membesar. Pada bagian pinggiran daun terdapat bercak berwarna lebih tua (sering berwarna kecoklatan) dari berwarna coklat di bagian tengahnya. Selain itu, sering terjadi sobekan di pusat tersebut. Biasanya jika sudah begini, daun akan langsung gugur walaupun adakalanya daun tidak langsung gugur, tetapi berubah warna menjadi kekuningan dahulu sebelum akhirnya gugur (Setiadi, 2004).

Penyakit bercak pada daun cabai (*Capsicum annum*) sangat mudah kelihatan dengan mata telanjang, karena *Cercospora capsici* hanya menyerang bagian daun cabai saja (menyerang tanaman inangnya) tidak menyerang pada bagian batang maupun akar. Bercak yang dibuatnya bisa sampai berlubang, dengan ukuran berlubang bisa mencapai 0,5 cm (Matnawy, 1989).

Cendawan *Cercospora capsici* menyerang tanaman inangnya pada bagian daun cabai saja. Cendawan ini sangat berbahaya karena dapat mengganggu proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman cabai (mengganggu metabolisme tubuh tanaman cabai). Apabila curah hujan yang sangat tinggi atau tingkat kelembapan pada suatu areal pertanaman cabai dan pola jarak tanam tanaman cabai akan mempercepat proses perkembangbiakan cendawan tersebut (Setiadi, 2004).

### B. Jamur Endofit *Trichoderma*, spp

*Trichoderma* sp. merupakan jenis jamur yang tersebar luas di tanah, dari Subdivisi Deuteromycotina, Kelas Hyphomycetes, Ordo Moniliales. Secara

mikroskopis konidiofor jamur tegak, bercabang banyak dan teratur, agak berbentuk kerucut, konidia berbentuk oval, dan dapat membentuk klamidospora. *Trichoderma* mempunyai habitat yang tersebar luas pada berbagai jenis tanah dan substrat organik. Jamur ini terdiri dari berbagai spesies dan strain dengan kriteria yang berbeda-beda. Koloni *Trichoderma* sp dalam media biakan tumbuh dengan cepat, miselium hialin, berseptata dengan banyak percabangan hifa berdinding lembut. Warna koloni ada yang kekuningan, kuning dan hijau. Pada ujung konidiofor terbentuk fialid dengan bentuk seperti botol. Konidia berwarna hijau dan jernih, bentuk konidia sebagian besar bulat (Rifai, 1969; Watanabe, 2002).

Koloni *Trichoderma* pada awal inkubasi akan bewarna putih yang selanjutnya berubah menjadi kuning dan akhirnya berubah menjadi hijau tua pada umur inkubasi lanjut. Konidiumnya berbentuk bulat, agak bulat sampai bulat telur pendek, berukuran  $(2,8-3,2) \times (2,5-2,8) \mu\text{m}$  dan berdinding halus (Soesanto, 2008).

Kemampuan *Trichoderma* dalam mengendalikan berbagai jenis patogen karena memiliki beberapa mekanisme antara lain : menghasilkan enzim, dapat menginduksi ketahanan tanaman, bersifat antagonis (mikoparasit, antibiosis, kompetisi), meningkatkan ketersediaan hara dan menonaktifkan enzim patogen (Harman, 2000).

Lilik *et al.* (2010) menyatakan, bahwa jamur *Trichoderma* sp. merupakan salah satu jamur antagonis yang telah banyak diuji coba untuk mengendalikan penyakit tanaman. Pengendalian hayati dengan menggunakan agens hayati seperti *Trichoderma* sp. yang terseleksi ini sangatlah diharapkan dapat mengurangi ketergantungan dan mengatasi dampak negatif dari pemakaian pestisida sintetik yang selama ini masih dipakai untuk pengendalian penyakit tanaman di Indonesia (Purwantisari dan Hastuti, 2009).

*Trichoderma* spp. merupakan salah satu genus jamur yang dominan terdapat di dalam tanah. Keberhasilan penggunaan *Trichoderma* spp. sebagai agen pengendalian hayati beberapa patogen tanaman telah banyak dilaporkan. Howell (1997) melaporkan bahwa aplikasi *T. virens* yang dikombinasikan dengan fungisida metalaksil sebagai perlakuan benih pada kapas efektif menekan penyakit pada bibit yang disebabkan oleh *R. solani* dan *P. ultimum* di lapangan. Hasil penelitian Zhang *et al.*, (1996) menunjukkan bahwa aplikasi *T. virens* dalam

fomulasi butiran pada benih kapas dapat mengurangi kolonisasi *Fusarium* spp. pada akar kapas dan menekan penyakit layu Fusarium yang disebabkan oleh *F. oxysporum* f.sp. *vasinfectum*. Isolat *Trichoderma* spp. (Ts-20 dan Ts-21) mampu menghambat pertumbuhan koloni *Foc* lebih dari 70 % dan juga mampu memarasit miselium *Foc* dengan cara melilit dan penetrasi ( Bernal *et al.*, 2004).. Hajieghvari *et al.*, (2008) melaporkan isolat *Trichoderma* spp. yang berasal dari Iran mampu menghambat pertumbuhan berbagai jenis patogen tular tanah. Isolat *T. hamatum* T612 merupakan isolat yang paling efektif menghambat pertumbuhan *Fusarium graminearum* dengan daya penghambatan 48.65%. Yedidia *et al* (1999) melaporkan bahwa *T. harzianum* strain T-203 mampu mengkolonisasi dan bersifat endofit pada akar bibit mentimun yang menyebabkan bibit tahan terhadap serangan patogen.

### **BAB 3. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Fitopatologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan dan rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang, dari bulan Juli sampai dengan November 2017.

#### **Metode Penelitian**

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan tersebut adalah tiga isolat jamur endofit *Trichoderma* (SD324, SD327, A116) dan kontrol.

#### **Penyediaan Benih Cabai**

Benih berasal dari petani di kelurahan Sungai Lareh, Kecamatan Koto Tangah, Kota Padang. Benih tersebut telah dikeringanginkan selama beberapa hari. Benih diambil dan dibawa ke laboratorium untuk diuji. Benih yang diuji dipilih secara acak untuk masing-masing perlakuan sebanyak 400 biji.

#### **Pelaksanaan Penelitian Di Laboratorium**

##### **Perbanyakan Jamur Endofit *Trichoderma* Dan Pembuatan Suspensi**

Jamur endofit *Trichoderma* yang digunakan (tiga isolat) merupakan koleksi laboratorium Pengendalian Hayati. Perbanyakan jamur endofit dilakukan dengan cara memindahkan biakan murni jamur seluas 1 cm<sup>2</sup> ke dalam cawan petri yang berisi media PDA (Potato Dextrosa Agar Yeast) dan diinkubasi selama 2 minggu sampai konidia jamur terbentuk. Biakkan ini siap untuk dipakai. Suspensi jamur didapatkan dengan menambahkan akuades sebanyak 5 ml dan bahan perekat Agristik 0.05% ke dalam cawan petri yang berisi biakan jamur kemudian konidia dilepas dari biakan jamur dengan menggunakan kuas halus. Untuk mendapatkan konsentrasi jamur yang diinginkan, dilakukan penghitungan konsentrasi konidia di bawah mikroskop dengan bantuan *haemocytometer*. Konsentrasi yang digunakan adalah 10<sup>8</sup> konidia/ml, untuk memperoleh konsentrasi yang diinginkan dilakukan pengenceran.

##### **Perlakuan Benih Dengan *Trichoderma***

Benih cabai sebelum diberi perlakuan terlebih dahulu didisinfeksi dengan merendam benih dalam Natriumhipoklorit 1 % selama lima menit. Selanjutnya

benih dicuci sebanyak tiga kali dengan aquades yang telah disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C, tekanan 1.02 atm selama 15 menit. Benih yang telah dicuci dikering-anginkan dalam *laminar air flow cabinet* selama 60 menit. Benih yang telah dikering-anginkan diberi perlakuan dengan cara direndam dalam suspensi isolat *Trichoderma* selama 2 jam pada suhu 26°C. Benih yang telah diberi perlakuan kemudian dikering-anginkan dalam *laminar air flow cabinet* selama 60 menit sebelum ditanam. Benih yang tidak diberi perlakuan dijadikan sebagai kontrol. Benih cabai yang sudah diberi perlakuan tersebut diuji menggunakan metode *blotter test*, *germination test* dan *growing on test*. Pada metode blotter test, sebanyak 25 butir benih cabai yang diberi perlakuan dan yang tidak disusun dengan jarak yang sama dalam cawan petri kaca yang telah dialas dengan 3 lembar kertas saring lembab. Selanjutnya benih diinkubasi selama 7 hari dalam ruangan ADL. Pada *germination test* sebanyak 400 butir cabai baik yang diberi perlakuan *Trichoderma* dan yang tidak diuji daya kecambahnya dengan metode kertas gulung memakai kertas stensi sebanyak 3 lapis. Kertas stensil sebanyak 2 lapis direndam dalam akuades dan disemaikan 50 biji/kertas, setelah itu ditutup dengan satu kertas stensil yang telah direndam akuades, lalu diinkubasi dalam germinator datar selama 14 hari atau sampai tidak ada lagi benih yang berkecambah. Pada *growing on test* sebanyak 400 biji cabai yang diberi perlakuan dan yang tidak disemai sebanyak 50 biji/seedbed.

## **Pelaksanaan Penelitian Di Rumah Kawat**

### **Penyiapan Media Tumbuh**

Tanah dan pupuk kandang dicampur dengan perbandingan 2:1, lalu diayak, kemudian ditimbang seberat 5 kg, lalu dimasukkan kedalam kantong plastic tahan panas untuk disterilkan secara tyndalisasi di dalam dandang dengan uap panas 100°C. Sterilisasi dilakukan selama 1 jam lalu didinginkan selama 24 jam dan dilakukan sebanyak 3 kali

### **Penyiapan Bak Kecambah Dan Penyemaian**

Bak kecambah sebanyak 16 buah dengan ukuran 40x30x10 cm dibilas, dicuci bersih kemudian permukaannya disterilkan dengan alcohol dan dibiarkan selama 30 menit dan selanjutnya bak kecambah siap diisi dengan tanah sebanyak

5 kg. Setiap bak kecambah disemaikan 50 butir benih cabai yang diberi perlakuan dan yang tidak diberi perlakuan. Penyemaian ini dilakukan dengan menanam benih ke dalam lubang sedalam kira-kira 1 cm, diatur dengan jarak yang sama kemudian ditutup dengan tanah dan diamati hingga berumur 1 bulan untuk mengamati persentase bibit cabai yang terserang

## **Pengamatan**

### **1. Identifikasi jamur patogen tular benih**

Identifikasi jamur pathogen tular benih dilakukan pada hari ke-8 setelah inkubasi dengan menggunakan mikroskop stereo binokuler langsung dari benih atau bibit (mengamati karakteristik pertumbuhan jamur) dan dengan mikroskop monokuler (melihat hifa dan konidia jamur) yang telah diinkubasi pada pengujian secara blotter dan merujuk kepada buku identifikasi

### **2. Persentase daya kecambah benih**

Pengamatan daya kecambah normal dilakukan pada hari ke-14 dengan menggunakan rumus :  $P = \text{Jumlah benih berkecambah normal} / \text{jumlah benih yang dikecambahkan} \times 100\%$

### **3. Persentase benih cabai yang terserang jamur patogen tular benih**

Persentase benih cabai yang terserang jamur pathogen tular benih dihitung pada hari ke-8 sesudah inkubasi dengan menggunakan rumus  $B = \text{Jumlah benih yang terserang} / \text{jumlah benih yang dikecambahkan} \times 100\%$

### **4. Persentase bibit muncul lapang**

Pengamatan dilakukan mulai benih disemaikan sampai tidak ada lagi benih yang berkecambah (15 hari setelah semai). Persentase bibit muncul lapang dihitung dengan rumus  $L = \text{Jumlah bibit yang muncul} / \text{jumlah benih yang disemaikan} \times 100\%$ .

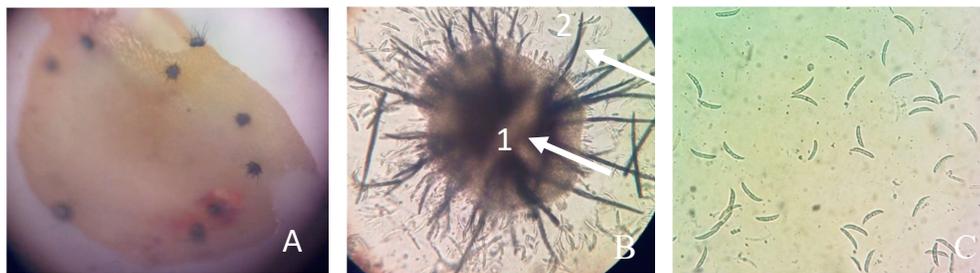
### **5. Persentase bibit yang terserang jamur patogen**

Persentase bibit cabai yang terserang jamur pathogen dihitung pada saat bibit berumur 30 hari, berdasarkan gejala yang ditimbulkannya, dengan menggunakan rumus  $T = \text{Jumlah bibit yang terserang} / \text{Jumlah bibit seluruhnya} \times 100\%$

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Identifikasi Jamur Patogen Tular Benih dan Persentase Serangannya

Hasil identifikasi terhadap jamur yang terdapat pada benih cabai dari semua perlakuan ditemukan satu spesies jamur patogen tular benih yaitu *Colletotrichum capsici* (Gambar 1). Persentase serangan jamur *Colletotrichum capsici* dari setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Jamur *colletotrichum capsici* pada benih cabai. A. Jamur pada permukaan benih (40x), B.(1) aservulus dan (2) setae (400x), C. konidia(400x)

Tabel 1. Persentase Benih Cabai Yang Terserang *Colletotrichum capsici*

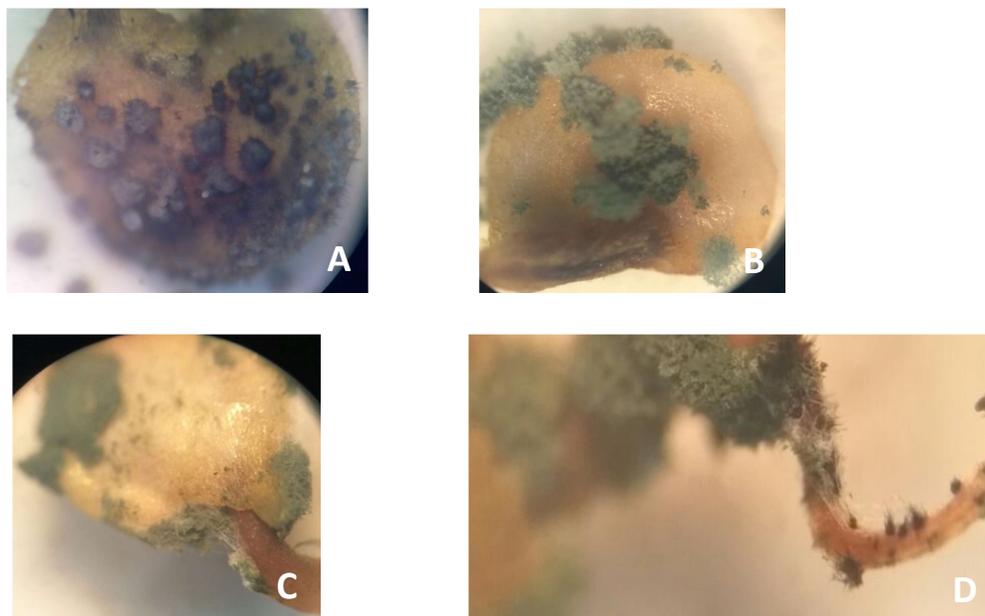
Perlakuan	Benih terserang jamur (%)	Efektifitas (%)
Kontrol	26,5 ± 3,89 a	0,00
Trichoderma endofit (SD324)	14,0 ± 3,26 b	47,17
Trichoderma endofit (SD 327)	13,5 ± 3,82 b	49,06
Trichoderma endofit (A116)	12,75 ± 3,33 b	51,89

Angka-angka pada lajur yang sama dan diikuti oleh huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD taraf nyata 5%.

Dari Gambar 1 tampak bahwa jamur *Colletotrichum capsici* memiliki aservulus dan pada aservulus tersebut terdapat setae yang berwarna hitam, kaku dan meruncing tersebar di sekitar aservulus. Konidia hialin dan berbentuk bulan sabit tanpa sekat (Barnet dan Hunter 1972). Hanya ditemukan satu jenis jamur patogen tular benih (*C. capsici*) berkaitan dengan sumber benih yang berasal dari lahan yang terserang *C. capsici* penyebab penyakit antraknosa yaitu

Kelurahan Sungai Lareh, Kecamatan Koto Tangah, Kota Padang. Salaisek (2016) melaporkan bahwa dilahan tersebut persentase tanaman terserang antraknosa oleh *C. capsici* sebesar 100% , persentase buah terserang 39,55% , dan intensitas serangan 28,71%.

Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan Trichoderma endofit pada benih cabai dapat menekan persentase benih terserang jamur. Perlakuan ketiga Trichoderma endofit ini memberikan pengaruh berbeda nyata dengan kontrol. tetapi, berbeda tidak nyata sesamanya. Trichoderma endofit selain menurunkan persentase benih cabai yang terserang *C. capsici* juga dapat tumbuh di atas kumpulan aservulus *C. capsici* (Gambar 2). Hal ini diduga karena ketiga isolat Trichoderma endofit ini mempunyai kemampuan antagonis yang hampir sama terhadap jamur *C. capsici*. Hasil penelitian Sari (2017) menunjukkan bahwa isolat Trichoderma endofit SD 324, SD 327 dan A116 mempunyai kemampuan antagonis (kompetisi, antibiosis dan mikoparasitisme) yang berbeda tidak nyata terhadap *Colletotrichum gloeosporioides* penyebab penyakit antraknosa pada cabai secara invitro. Mekanisme mikoparasitisme ini dapat diamati pada metode blotter test yaitu adanya invasi Trichoderma endofit di atas aservulus *C. capsici* (Gambar 2).



Gambar 2. Invasi Trichoderma endofit terhadap *C. capsici* pada metode blotter test A. Kontrol, B. Trichoderma endofit (SD324), C. Trichoderma endofit (SD327) Trichoderma endofit (A116)

## 2. Daya Kecambah Normal, Persentase Bibit Muncul Lapang Dan Persentase Bipbit Terserang Jamur

Perlakuan benih cabai dengan ketiga isolat *Trichoderma* endofit dapat meningkatkan daya kecambah normal benih cabai (Tabel 2) , persentase bibit muncul lapang (Tabel 3) dan menurunkan persentase bibit terserang jamur (Tabel 4) bila dibandingkan dengan kontrol. Dari pengamatan bibit yang bergejala tampak bahwa penyebabnya adalah jamur *C. capsici* (Gambar 3).

Tabel 2. Persentase Daya Kecambah Normal Benih Cabai

Perlakuan	Daya kecambah normal (%)	Efektifitas (%)
Trichoderma (A116)	61,25 ± 4,65 a	68,28
Trichoderma (SD 327)	59,25 ± 5,65 a	62,33
Ttichoderma (SD 324)	56,25 ± 5,39 a	54,11
Kontrol	36,50 ± 4,24 b	0,00

Angka-angka pada lajur yang sama dan diikuti oleh huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD taraf nyata 5%.

Tabel 3. Persentase Bibit Muncul Lapang

Perlakuan	Bibit muncul lapang (%)	Efektifitas (%)
Trichoderma (A116)	74,25 ± 5,99 a	41,43
Trichoderma (SD 327)	70,75 ± 6,31 a	34,76
Ttichoderma (SD 324)	69,25 ± 6,31 a	31,90
Kontrol	52,5 ± 5,63 b	0,00

Angka-angka pada lajur yang sama dan diikuti oleh huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD taraf nyata 5%.

Tabel 4. Persentase Bibit Terserang Jamur Patogen

Perlakuan	Bibit terserang patogen (%)	Efektifitas (%)
Kontrol	19,45 ± 5,65 a	0,00
Trichoderma (A116)	2,14 ± 0 b	89
Trichoderma (SD 327)	1,76 ± 0 b	90,95
Ttichoderma (SD 324)	1,72 ± 0 b	91,16

Angka-angka pada lajur yang sama dan diikuti oleh huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD taraf nyata 5%.

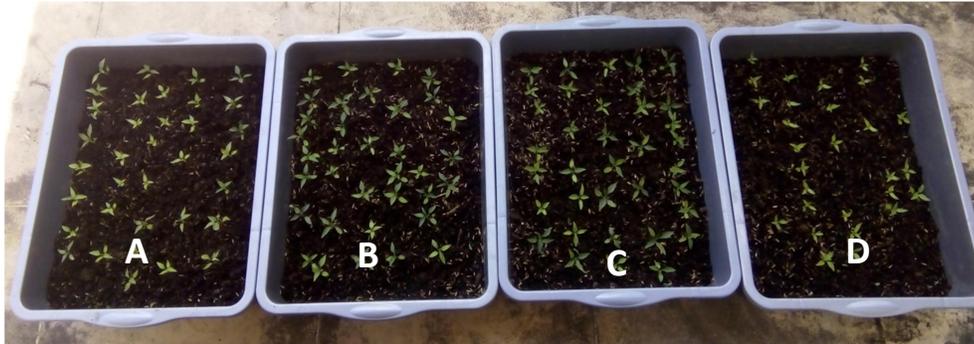


Gambar 3. Gejala bibit cabai terserang jamur *Colletotrichum capsici*. 1. Gejala pada batang, 2. Aservulus

Terjadinya peningkatan daya kecambah normal (Tabel 2) disebabkan perlakuan benih cabai dengan ketiga *Trichoderma* endofit dapat menurunkan persentase benih yang terserang jamur (Tabel 1). Salah satu faktor penting penyebab menurunnya perkecambahan benih cabai adalah jamur patogen, perlakuan benih cabai dengan *Trichoderma harzianum* IMI 392432 secara nyata dapat meningkatkan perkecambahan benih dan indeks vigor (Islam et al, 2011). Carvallo et al (2011) melaporkan bahwa seed treatment dengan *T. harzianum* dapat menurunkan persentase benih buncis (*Phaseolus vulgaris*) terserang jamur patogen dan meningkatkan pertumbuhan bibit. Meningkatnya daya kecambah normal menyebabkan semakin banyak kecambah yang dapat menembus permukaan tanah sehingga persentase bibit muncul lapang akan meningkat (Tabel 3). Penurunan persentase bibit terserang jamur akibat perlakuan *Trichoderma* endofit juga disebabkan karena terjadinya penurunan persentase benih terserang jamur, dan diduga pada pembibitan dengan perlakuan *Trichoderma* endofit tidak terjadi inokulum sekunder (penyebaran) dari bibit yang sakit akibat *Trichoderma* endofit invasi pada kumpulan aservulus *Colletotrichum capsici*.

Ketiga isolat *Trichoderma* endofit mampu mengendalikan jamur patogen tular benih (*C. capsici*) dengan kemampuan yang berbeda tidak nyata, tapi bila dilihat dari segi efektivitas dalam penurunan persentase benih terinfeksi, peningkatan daya kecambah normal serta penurunan persentase bibit terserang jamur, isolat *Trichoderma* endofit A116 lebih efektif dari yang lainnya. Mancini

(2014) menyatakan bahwa *Trichoderma* spp efektif sebagai seed-treatment untuk mengendalikan jamur patogen tular benih dan tular tanah pada sayur-sayuran.



Gambar 4. Pertumbuhan bibit cabai pada masing-masing perlakuan (28 HST). A. *Trichoderma* endofit SD324, B. *Trichoderma* endofit SD327, C. *Trichoderma* endofit 116, D. Kontrol.

## BAB 5. KESIMPULAN

Ketiga isolat *Trichoderma* endofit mampu mengendalikan jamur patogen tular benih cabai (*Colletorichum capsici*) dengan efektivitas penurunan persentase benih terinfeksi jamur 47,17% – 51,89% , peningkatan daya kecambah normal 54,11% - 68,28% , peningkatan persentase bibit muncul lapang 31,90% - 41,43% dan penurunan persentase bibit terserang jamur 89% - 91,16%. Isolat *Trichoderma* endofit A116 yang paling efektif dalam mengendalikan patogen tular benih cabai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alexopolus, C.J., Mims, C.W., and Black Well, M. 1996. Introductory Mycology Fourth Edition. Jhon Wiley and Sons Inc. New York.
- Ali-Shtayeh, M.S., Mara'I, A.B., Jamous, R.M. 2003. Distribution, occurrence and characterization of entomopathogenic fungi in agricultural soil in the Palestinian area. *Mycopathologia* 156(3):235-244.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2015. Produksi, Luas Panen dan produktivitas sayuran di Indonesia. Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura. Jakarta.
- Barnett H.L., and Hunter, B.B. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Third Edition. Burges Publishing Company. Minneapolis.
- Barker C.W, and Barker G.M. 1998. Generalist entomopathogens as biological indicators of deforestation and agricultural land use impacts on Waikato soils. *New Zealand Journal of Ecology* 22(2):189-196.
- Bidochka M.J., Kamp A.M and de Croos J.N.A. 2000. Insect pathogenic fungi: from genes to populations. Di dalam: Kronstad JW. editor. *Fungal Pathology*. Netherlands; Kluwer Academic Publishers. Hlm 171-193.
- Bing LA, Lewis LC. 1991. Suppression of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Hubner) (Lepidoptera: Pyralidae) by endophytic *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin. *Environ Entomol* 20:1207-1211.
- Boucias D.G., and Pendland J.C. 1998. *Principles of Insect Pathology*. London:Kluwer Academic Publisher
- Budiprakoso B. 2010. Pemanfaatan Cendawan Endofit Sebagai Penginduksi Ketahanan Tanaman Padi Terhadap Wereng Coklat *Nilavaparta lugens*. Bogor .IPB.
- Carvalho DDD, Marques SC, Junior ML, Geraldine AM. 2011. Biocontrol of Seed Pathogens and Growth Promotion of Common Bean Seedlings by *Trichoderma harzianum*. *Pesq.agropec.bras*. Vol 46 No.8 Brasilia Aug. 2011.
- Irmawan D.E. 2007. Kelimpahan dan Keragaman Cendawan Endofit pada Beberapa Varietas Padi Kuningan, Tasik Malaya dan Subang, Jawa Barat. [Skripsi]. Bogor. Fakultas Pertanian . IPB
- Islam MS, Rahman MA, Alam MF. 2011. Effect of Trichoderma on Seed Germination and Seedling Parameter in Chili. *Int. J. Expt. Agric*. 2(1) : 21-26.
- Mancini V and Romananzi G. 2014. Seed-treatments to Control Seedborne Fungal Pathogens of Vegetable Crops. *Pest. Manag. Sci*. 2014 ; 70:860-868.
- Petrini O. 1992. Fungal endhophytes of tree leaves. *di dalam* : Andrews JH, Hirano SS, editor. *Microbial Ecology of Leaves*. Berlin : Springer Verlag. hlm : 179 – 196.
- Salaisek, A.N. 2016. Tingkat Serangan Antraknosa pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) di Kota Padang. [Skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian Universitas Andalas.
- Sari, D.P. 2017. Kemampuan Antagonis Beberapa Isolat Trichoderma spp Terhadap Jamur Colletotrichum gloeosporioides Penyebab Antraknosa pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum*) Secara Invitro. [Skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian Universitas Andalas.

- Semangun, H.1996. Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Setiadi. 2004. Bertanam Cabai. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Tanada, Y., dan Kaya, H.K. 1993. *Insect Pathology*. San Diego: Academic Press, INC. Harcourt Brace Jovanovich, Publisher. 666 hlm.
- Trizelia. 2005. Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Deuteromycotina: Hyphomycetes): Keragaman Genetik, Karakterisasi Fisiologi, dan Virulensinya terhadap *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Pyralidae). [Disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Trizelia dan Winarto 2012. Keanekaragaman dan Karakterisasi Cendawan Entomopatogen Endofit Pada Tanaman Kakao Yang Berpotensi Mengendalikan Hama *Conopomorpha cramerella* (Lepidoptera: Gracillaridae). [Laporan Penelitian Fundamental]. Universitas Andalas: Padang.
- Waruwu, A.A.S. 2015. Senyawa Metabolit cendawan Endofit sebagai Alternatif Pengendalian Efektif Cendawan patogen Terbawa Benih Padi. [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

