

**Kode/Rumpun Ilmu : 153/ Ilmu Hama dan
Penyakit Tanaman
Bidang Fokus : Kemandirian Pangan**

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN DASAR UNGGULAN UNAND
KLASTER RISET PUBLIKASI PERCEPATAN KE GURU BESAR**



**PENGEMBANGAN PESTISIDA ORGANIK ASAL *TRICHODERMA* SPP
UNTUK PENGHAMBATAN PERTUMBUHAN *Colletotrichum gloeosporoides*
dan *Xanthomonas axanopodis* pv. *Alii* PENYEBAB PENYAKIT UTAMA
PADA TANAMAN HORTIKULTURA**

TIM PENGUSUL

**Dr. Ir. Nurbailis, MS /NIDN. 0006116113
PROF. Dr. Akmal Djamaan, MS, Apt /NIDN. 0010026418
Dr. Haliatur Rahma, Ssi, MP/NIDN. 0025057205
Ir. Yenny Liswarni, MP/NIDN. 0024016305**

**UNIVERSITAS ANDALAS
November, 2018**

LAPORAN AKHIR PENELITIAN
KLASTER RISET PERCEPATAN KE GURU BESAR

Judul Penelitian : Pengembangan Pestisida Organik Asal *Trichoderma* spp untuk Penghambatan Pertumbuhan *Colletotrichum gloeosporoides* dan *Xanthomonas axanopodis* pv allii Penyebab Penyakit Utama pada Tanaman Hortikultura

Tema Penelitian : Ketahanan Pangan, Obat dan Kesehatan

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 153/Ilmu Hama dan Penyakit Tanaman

Klaster Penelitian : Ketahanan Pangan

Topik Penelitian : Produksi komoditas unggulan hortikultura

Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap : Dr. Ir. Nurbailis, MS

b. NIDN : 0006116113

c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala

d. Program Studi : Proteksi Tanaman

e. Nomor HP/Surel : 08126739006/nurbailis@agr.unand.ac.id

Anggota Peneliti (1)

a. Nama Lengkap : Prof. Dr. Akmal Djamaan, MS, Apt

b. NIDN : 0010026418

c. Perguruan Tinggi : Universitas Andalas

Anggota Peneliti (2)

a. Nama Lengkap : Dr. Haliatur Rahma, S.Si, MP

b. NIDN : 0025057205

c. Perguruan Tinggi : Universitas Andalas

Lama Penelitian Keseluruhan : 4 tahun

Usulan Penelitian Tahun ke- : 1

Biaya Penelitian Keseluruhan : 440.000.000

Biaya Penelitian

- Diusulkan ke DRPM : Rp. 110.000.000

- Dana internal PT : -

- Dana institusi lain : -

Biaya Luaran Tambahan : -

Mengetahui,
Koordinator Prodi Proteksi Tanaman

(Dr. Yulmira Yanti, S.Si, MP)
NIP. 1197806232006042002



Menyetujui,
Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Andalas

Dr. Idris Munzir Busmah, M.Si
NIP. 196406081989031001

Padang, 26 November 2018
Ketua Peneliti,

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

**PENGEMBANGAN PESTISIDA ORGANIK ASAL *TRICHODERMA* SPP
UNTUK PENGHAMBATAN PERTUMBUHAN *Colletotrichum gloeosporoides*
dan *Xanthomonas axanopodis* pv. *Alii* PENYEBAB PENYAKIT UTAMA
PADA TANAMAN HORTIKULTURA**

ABSTRAK

Trichoderma spp berpotensi digunakan untuk pengendalian patogen non tular tanah *C. gloeosporoides* yaitu dengan memanfaatkan metabolit sekunder yang bersifat antijamur yang dihasilkannya. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat *Trichoderma* yang terbaik dalam menghasilkan metabolit sekunder untuk penghambatan pertumbuhan *C. gloeosporoides* penyebab penyakit antraknosa pada cabai. Metode produksi metabolit sekunder dari *Trichoderma* spp terdiri dari perbanyakan tunggal (*Trichoderma*) dan ganda atau dual culture (*Trichoderma* + *C. gloeosporoides*). Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak lengkap dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuannya adalah filtrat dari *T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*, *Trichoderma* PP2, *Trichoderma* PP3 and kontrol. Parameter yang diamati : luas koloni, diameter koloni, pembentukan konidia dan daya kecambah konidia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua filtrat *Trichoderma* spp mampu menghambat pertumbuhan *C. gloeosporoides*. Filtrat dari *Trichoderma* PP2 dan *T. koningii* merupakan yang terbaik dalam menghambat pertumbuhan, pembentukan dan daya kecambah konidia *C. gloeosporoides*.

Kata kunci : Filtrate, Pertumbuhan, *C. gloeosporoides*, *Trichoderma* spp

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanaman hortikultura merupakan tanaman yang memiliki nilai ekonomi cukup tinggi bagi kepentingan manusia. Beberapa anggotanya, seperti : kentang, tomat, bawang merah serta cabai menjadi bagian utama bahan pangan manusia di berbagai belahan dunia. Cabai dan bawang merah merupakan kelompok tanaman hortikultura yang banyak digunakan oleh masyarakat untuk keperluan dapur. Kedua tanaman ini tidak terluput dari serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) baik dari kelompok jamur ataupun bakteri. Menurut Robert *et al* (2008), penyakit antraknosa yang disebabkan oleh *Colletotrichum* spp. merupakan salah satu penyakit utama yang menyebabkan penurunan produksi cabai yang cukup tinggi. Habazar *et al* (2007) melaporkan bahwa penyakit hawar daun bakteri yang disebabkan oleh *Xanthomonas axanopodis* pv. *alii* (Xaa) merupakan salah satu penyakit yang menyebabkan rendahnya produksi bawang merah di Indonesia

Penyakit antraknosa merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman cabai karena menyerang buah yang berakibat langsung pada produksi. Penyakit ini disebabkan oleh *Colletotrichum capsici* dan *Colletotrichum gloeosporioides* yang dapat ditemui baik di dataran rendah maupun di dataran tinggi (Kim *et al*, 2004; Roberts *et al.*, 2008).

Penyakit hawar daun merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman bawang merah yang disebabkan oleh *X. axanopodis pv. alii*. (Schwartz and Gent, 2011). Resti (2007) melaporkan bahwa penyakit ini sudah tersebar di daerah sentra produksi bawang merah di Sumatera Barat dengan persentase serangan mencapai 100% di Kabupaten Solok dan 39,62% di Kabupaten Agam.

Sistem budidaya cabai dan bawang merah di Sumatera Barat pada umumnya dilakukan petani secara konvensional. Pengendalian hama dan penyakit pada sistem konvensional adalah dengan penggunaan pestisida bahkan aplikasinya pada tanaman cabai dan bawang merah sangat intensif sekali. Menurut Van Bruggen and Termorshuizen (2003) sistem pertanian konvensional yang dilaksanakan selama ini telah menyebabkan kerusakan terhadap struktur dan kesuburan tanah serta penurunan keragaman mikrofauna dan mikroflora di lingkungan rizosfir.

Untuk menghindari dampak negatif dari penggunaan pestisida yang berlebihan pada tanaman cabai dan bawang merah maka diperlukan alternatif pengendalian lain yang ramah lingkungan sehingga tidak berdampak negatif terhadap lingkungan dan konsumen. Pengendalian hayati dengan memanfaatkan jamur antagonis untuk pengendalian jamur patogen penyebab penyakit tanaman memberikan harapan untuk dikembangkan.

Trichoderma merupakan salah satu jamur antagonis yang telah banyak dilaporkan keberhasilannya dalam pengendalian jamur patogen tular tanah baik di tingkat rumah kaca maupun di lapangan. 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% (Hajieghvari *et al.*, 2008). *Trichoderma* isolat PP1 dan *Trichoderma* isolate PP3 yang berasal dari rizosfir tanaman cabai efektif menghambat pertumbuhan *C. gloeosporoides in vitro* (Nurbailis *et al.*, 2014). *T. harzianum* juga menunjukkan penghambatan pertumbuhan terhadap bakteri patogen *Staphylococcus aureus* dan *Escheria coli* dengan mekanisme antibiosis (Leelavathy *et al.*, 2014)

Pemanfaatan *Trichoderma* spp. untuk pengendalian patogen tular udara atau patogen yang menyerang permukaan tanaman seperti daun dan buah belum banyak dilaporkan. Kendala dalam aplikasinya adalah ketidakmampuan antagonis ini tumbuh dan berkembang pada bagian tanaman di atas permukaan tanah seperti batang, daun dan buah. Hal ini disebabkan oleh faktor media tumbuh dan lingkungan seperti , suhu dan kelembaban yang tidak sesuai untuk pertumbuhannya. Sebenarnya *Trichoderma* berpotensi dikembangkan untuk pengendalian penyakit yang disebabkan oleh patogen tular udara yakni dengan pemanfaatan metabolit sekunder yang dihasilkannya yang bersifat anti jamur dan bakteri . Hal ini dapat dideteksi dengan terjadinya mekanisme antibiosis pada uji biakan ganda (dual culture) dengan patogen.

Antibiosis merupakan mekanisme dari jamur antagonis yang mampu menghambat pertumbuhan patogen dengan produk kimia antagonistik yang dihasilkan dan dilepaskan *Trichoderma* ke dalam lingkungannya, yang di dalamnya termasuk komponen antibiotik dan sistem enzim ekstra selluler yang merusak patogen. (Cook dan Baker 1983; Leelavathy *et al*, 2014). *Trichoderma* spp merupakan jamur antagonis dan penghasil antibiotika yang kuat (Woo *et al*.2006),. Trichodermin adalah salah satu antibiotika yang dihasilkan oleh *T. brevicompactum* (Tijerino *et al*, 2011). Gliotoksin merupakan antibiotika yang dihasilkan oleh *Trichoderma* yang erat kaitannya dengan perannya sebagai agens pengendalian hayati patogen tanaman (Howell, 2006). Dermadin merupakan produk lain dari antagonis ini yang merupakan suatu asam tak jenuh aktif terhadap kisaran yang luas dari jamur dan bakteri gram positif dan negatif. Suzukacillin dan Alamethicine, keduanya telah terdaftar adalah peptide-peptida yang dihasilkan *Trichoderma* dengan sifat anti jamur dan bakteri (Meyer dan Rousser, 1967).

Nurbailis *et al* (2006) melaporkan bahwa isolat *T. viride* dan *T. harzianum* yang berasal dari rizosfir pisang mampu menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* f.sp. cubense dengan mekanisme antibiosis. Hasil penelitian Nurbailis *et al* (2014) menunjukkan bahwa *Trichoderma* isolat PP1 dan *Trichoderma* isolate PP2 yang berasal dari rizosfir cabai efektif menghambat pertumbuhan *C. gloeosporoides* in

in vitro dengan mekanisme mikoparasit, hiperparasit dan antibiosis. Susilowati *et al* (2016) melaporkan bahwa 2 isolat *Trichoderma* yang berasal dari rizosfir kacang tanah mampu menghambat pertumbuhan *S. rolfii* dengan mekanisme, kompetisi, parasitisme dan antibiosis. Reino *et al* (2008) melaporkan bahwa *T. harzianum*, *T. virens* dan *T. aureoviride* menghasilkan metabolit sekunder berupa viridin dan dermadin yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* dan *Bacillus subtilis*

Salah satu usaha teknik pemanfaatan *Trichoderma* untuk pengendalian patogen non tular tanah ialah dengan memanfaatkan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh jamur antagonis ini. Metabolit sekunder dari suatu mikroorganisme dapat diisolasi dengan cara memperbanyak mikroorganisme tersebut dalam medium cair, kemudian dipisahkan antara propagul dengan filtratnya. Filtrate dapat diuji kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Selanjutnya filtrate dapat , difraksinasi menggunakan berbagai pelarut organik. (Akmal, 1993; Roy and Deddulal, 2010).

Pengembangan pemanfaatan *Trichoderma* spp yang mengindikasikan adanya mekanisme antibiosis untuk pengendalian penyakit tanaman yang disebabkan oleh *Colletotrichum* pada cabai dan *Xanthomonas* pada bawang merah maka perlu dilakukan serangkaian penelitian mengenai pemanfaatan metabolit sekunder dari *Trichoderma* spp untuk pengendalian *C. gloeosporoides* penyebab penyakit antraknosa pada cabai dan *X. axanopodis* pv. alii penyebab penyakit hawar daun pada bawang merah.

Tujuan jangka panjang dari penelitian ini adalah untuk mendapat pestisida yang dihasilkan oleh *Trichoderma* yang dapat dikembangkan sebagai pestisida organik untuk pengendalian patogen yang menginfeksi pada bagian atas permukaan tanah seperti batang dan daun khususnya untuk pengendalian *C. gloeosporoides* penyebab penyakit antraknosa pada cabai dan *X. axanopodis* penyebab hawar daun pada bawang merah.

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk : 1. Mendapatkan *Trichoderma* unggul yang mampu menghasilkan metabolit sekunder yang berperan sebagai

senyawa anti jamur dan bakteri untuk menghambat pertumbuhan *C. gloeosporoides* penyebab penyakit antraknosa pada cabai dan *X. axanopodis* pv. alii penyebab penyakit hawar daun pada bawang merah in vitro. 2) Mendapat pelarut organik yang terbaik untuk menfraksinasi filtrate (metabolit sekunder) dari *Trichoderma* unggul hasil tahun I yang efektif menghambat pertumbuhan *C. gloeosporoides* penyebab penyakit antraknosa pada cabai dan *X. axanopodis* pv. alii penyebab penyakit hawar daun pada bawang merah in vitro. 3) Mendapatkan konsentrasasi yang efektif dari fraksi terbaik hasil tahun II dalam menghambat pertumbuhan *C. gloeosporoides* dan *Xanthomonas axanopodis* pv. alii in planta 4). Mendapatkan zat aktif dari fraksi terbaik (hasil tahun III) yang berperan sebagai pestisida organik untuk penghambatan pertumbuhan *C. gloeosporoides* dan *X. axanopodis* pv. Alii

BAB. II. TINJAUAN PUSTAKA

***Colletotrichum gloeosporioides* Penyebab Penyakit Antraknosa pada Cabai**

Penyakit antraknosa yang disebabkan oleh *Colletotrichum* spp merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman cabai di dunia. Penyakit ini dapat menurunkan produksi baik secara kualitas maupun kuantitas (Than *et al*, 2008)). Kim *et al*, (2004) melaporkan bahwa *C. gloeosporoides* dan *C. capsici* merupakan spesies dari genus *Colletotrichum* sebagai penyebab penyebab penyakit antraknos pada cabai. Menurut Alexopoulos *et al*, (1996) *Colletotrichum gloeosporoides*.dapat diklasifikasikan ke dalam kingdom jamur, Phylum jamur tidak sempurna, ordo melanconiales, genus *Colletotrichum* dan sepsies *gloeosporoides*

Koloni *C. gloeosporioides* berwarna putih, abu-abu gelap, pink pucat atau jingga, menyebar secara kosentris. Miselia berwarna putih. Konidia berbentuk lonjong/ellips atau keduanya dengan ukuran 7.57-15.50 x 3.38-7.52 um (cowdappa *et al*, 2012). Ciri khas dari patogen ini secara mikroskopis adalah tubuh buah berupa aservulus berwarna hitam, garis tengah 100 µm, yang muncul pada permukaan atas dan bawah daun. Aservulus ini membentuk banyak konidium seperti massa lendir, hialin, bersel satu, berbentuk tabung (silinder) dan lurus yang kedua ujungnya tumpul, ukuran 18,6 – 25,0 x 3,5-5,3 um. Konidium terbentuk pada ujung konidiofor

yang sederhana. Diantara konidiofor terdapat setae (rambut-rambut) yang kaku yang berwarna coklat tua, bersekat, dan runcing ke atas dengan ukuran 75-100 x 2-2,6 um (Semangun, 2000, Hafsof, 2007)).

***Xanthomonas axanopodis* pv. alii Penyebab Penyakit Hawar Daun pada Bawang merah**

Penyakit hawar daun bakteri pada bawang merah yang disebabkan oleh *X. axanopodis* pv. alii merupakan salah satu penyakit penting yang dapat menurunkan produksi bawang merah di Indonesia. Resti *et al* (2007) melaporkan bahwa penyakit ini sudah tersebar di daerah sentra produksi bawang merah di Sumatera Barat dengan persentase serangan mencapai 100% di Kabupaten Solok dan 39,62% di Kabupaten Agam.

Gejala awal dari penyakit hawar daun bakteri ditandai dengan munculnya bintik putih dan pucat dengan daerah water soaking disekitarnya. Bintik kecil ini cepat meluas menjadi coklat kehitaman dengan daerah water soaking yang luas. Gejala ini kemudian menyatu menyebabkan terjadinya gejala mati pucuk serta hawar pada daun-daun yang tua sehingga mengurangi area untuk fotosintesis, akibatnya ukuran umbi menjadi mengecil (Schwartz and Gent, 2006)

Beberapa cara pengendalian yang telah dilakukan terhadap penyakit hawar daun bakteri ini antara lain : secara kultur teknis seperti penggunaan benih yang sehat, rotasi tanaman dengan tanaman yang bukan inang, sanitasi lahan dan penggunaan bahan kimia dari kelompok bakterisida seperti Champ DP, Cuprofix, Kocide 2000, nordoxn dan Top Copwiths. Pengendalian hayati dengan aplikasi *Pseudomonas flourescens* strain A 506 dan *Pantoea aglomerans* strain C9-1 (Schwartz dan Gent, 2006). Aplikai Rhizobacteria dari kelompok rizosfir , rhizoplan dan endofit mampu menekan perkembangan penyakit hawar daun bakteri dan meningkat pertumbuhan bawang merah di rumah kaca dan lapangan (Habazar *et al*, 2007)

***Trichoderma* spp dan Metabolit yang Dihasilkannya**

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. 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%.

Salah satu Mekanisme *Trichoderma* spp. dalam pengendalian hayati penyakit tanaman adalah bersifat antagonis terhadap patogen yang meliputi : kompetisi, hiperparasitisme, antibiosis, dan lisis (Cook dan Baker, 1983, Benitez *et al.* 2004). Antibiosis adalah penghambatan pertumbuhan suatu organisme oleh metabolit dari organisme lain, termasuk di dalamnya semua produk kimia antagonistik yang dihasilkan dan dilepaskan ke dalam lingkungannya seperti antibiotik dan sistem-sistem enzim ekstraselluler yang merusak patogen. (Cook dan Baker, 1983).

Pertumbuhan suatu kultur mikroorganisme dapat dibagi dalam beberapa tahap yaitu : fase lag, fase eksponensial, fase stasioner dan fase kematian. Selama fase stasioner mikroba menghasilkan produk metabolit sekunder yang tidak punya fungsi yang nyata dalam proses metabolismenya. Banyak metabolit sekunder yang mempunyai aktivitas anti mikroba , sebagai inhibitor enzim, vitamin dan steroid (Stanbury, 1984)

Trichodermin adalah salah satu antibiotika yang dihasilkan oleh *Trichoderma* (Well, 1986). Dermadin merupakan produk lain dari antagonis ini yang merupakan suatu asam tak jenuh aktif terhadap kisaran yang luas dari jamur dan bakteri gram positif dan negative. Suzukacillin dan Alamethicine, keduanya telah terdaftar adalah peptida-peptida yang dihasilkan *Trichoderma* dengan sifat anti jamur dan bakteri (Meyer dan Rousser, 1967). *Trichoderma* spp. diketahui menghasilkan enzim pendegradasi dinding sel dengan konsentrasi yang relatif tinggi seperti . 1.3 glukonase dan kitinase yang berperan dalam mendegradasi dinding sel jamur patogen. Enzim ini dapat menghambat perkecambahan spora dan perpanjangan konidia jamur patogen (Lorito *et al.*, 1993).

Salah satu usaha tehnik penggunaan *Trichoderma* untuk pengendalian patogen tular tanah ialah dengan memanfaatkan antibiotika yang dihasilkan oleh jamur

antagonis ini. Antibiotika merupakan salah produk metabolit sekunder dari *Trichoderma* spp. Menurut Akmal (1993) metabolit sekunder ini dapat diisolasi dengan cara fermentasi biakan jamur ini dalam medium cair, kemudian dipisahkan antara propagul jamur dengan filtratonya, kemudian filtrate diekstraksi dengan pelarut organik.

Proses perbanyakan dapat dilakukan dengan fermentasi biakan dalam kultur cair. Fermentasi dapat dilaksanakan dengan cara surface fermentation dan submerged fermentation. Pada cara surface fermentation pembiakan dilakukan dalam medium cair yang tidak begitu dalam seperti dalam labu Erlenmeyer. Pada submerged fermentation, fermentasi terjadi pada seluruh bagian media. Untuk itu diperlukan

fermentor yang dilengkapi dengan alat pengaduk dan aerasi (Wibowo, 1993).

Peta jalannya penelitian dapat dilihat pada Gambar 2

PETA JALANNYA PENELITIAN

Penapisan jamur antagonis dari rizosfer tanaman kacang tanah yang berpotensi menghambat pertumbuhan *S. rolfsii* penyebab penyakit busuk pangkal batang kacang tanah

es dan X.axanopodis in planta

antraknos pada cabai dan *X.axanopodis* penyebab hawar daun pada dan *X. axanopodis* in planta

Kegiatan tahun IV

BAB. IV. METO

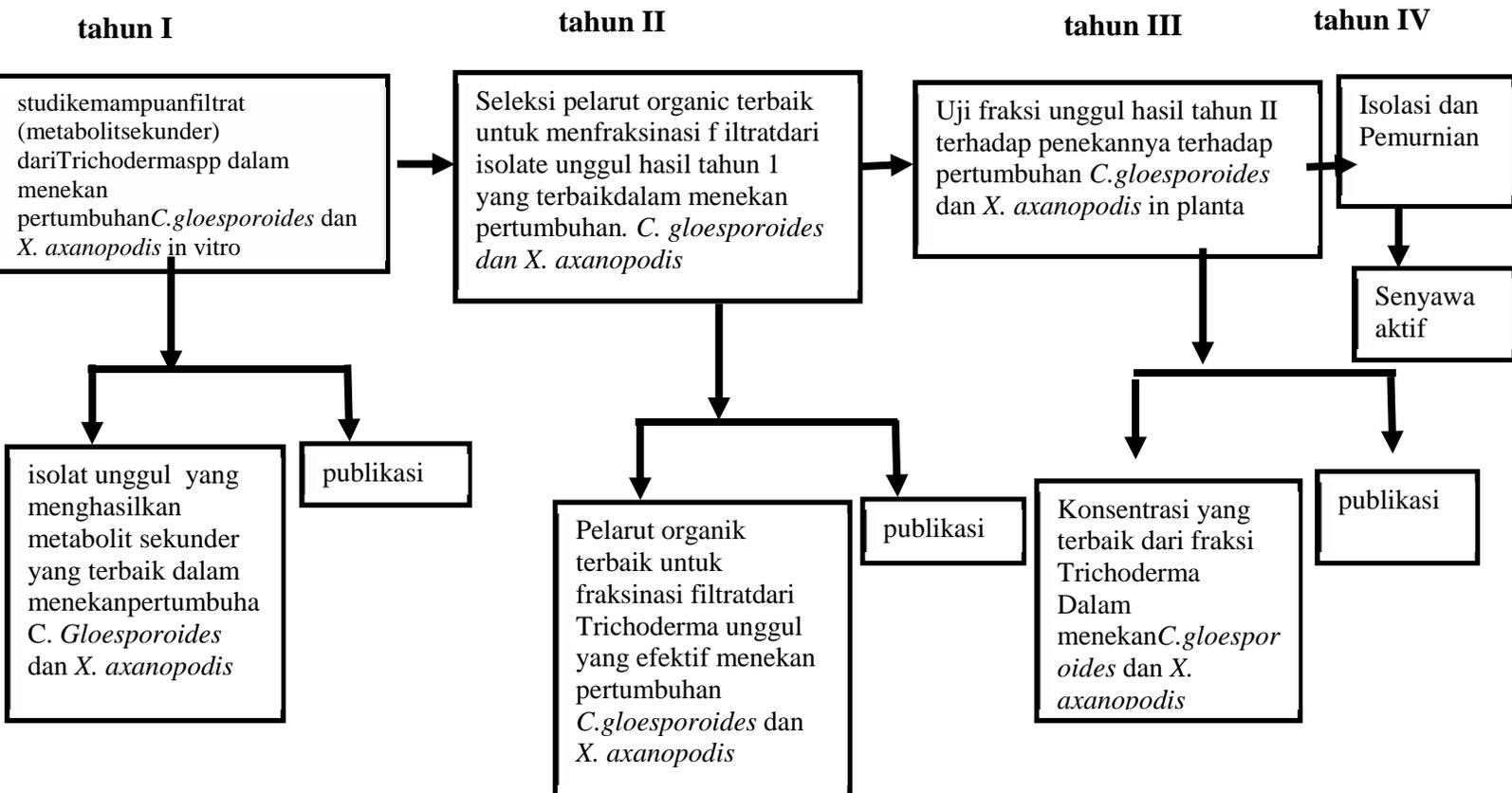
publikasi

Isolas dan Pemurnian

Senyawa aktif

BAB. IV. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dirancang selama tiga tahun mulai dari 2018 sampai 2020, setiap tahunnya terdiri dari beberapa tahap penelitian. Pelaksanaan penelitian akan dilakukan di laboratorium Fitopatologi Fakultas Pertanian dan laboratorium biokimia Fakultas matematika dan Ilmu pengetahuan alam Universitas Andalas Padang, dan rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. Bagan Alir penelitian dapat dilihat pada Gambar berikut :



Tahun 1. Mengkaji Kemampuan Filtrate (Metabolit sekunder) dari *Trichoderma* spp. dalam Menekan Pertumbuhan *C. gloeosporoides* Dan *X. axanopodis* pv. alii

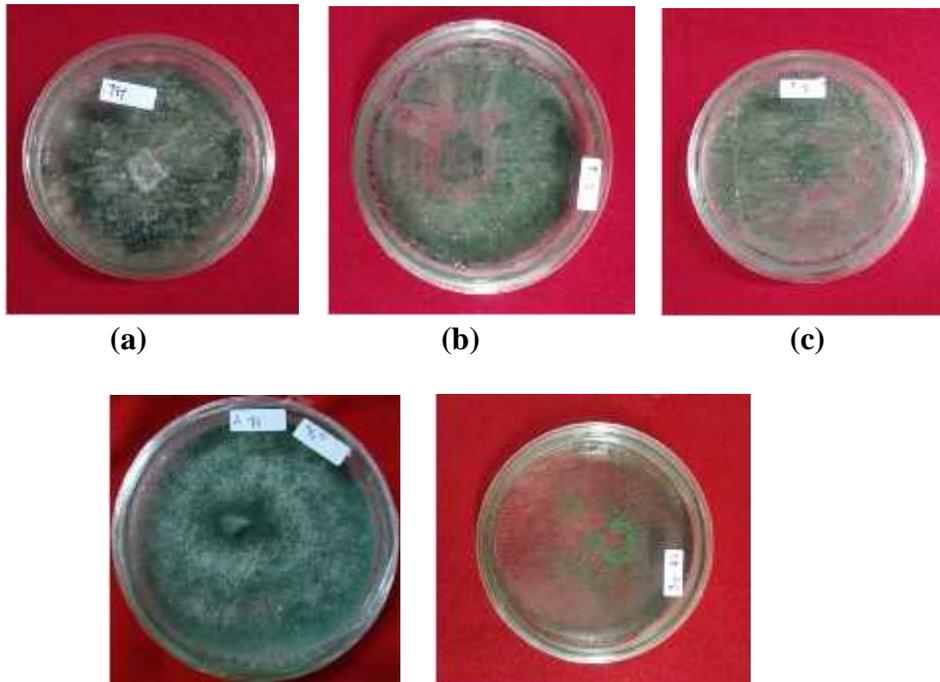
1.1. Rancangan

Percobaan menggunakan faktorial dalam Rancangan Acak lengkap yang terdiri dari 2 faktor dengan 20 kombinasi perlakuan dan 5 ulangan. Faktor I adalah filtrate (metabolit sekunder) dari lima isolat jamur *Trichoderma* yaitu : *T. viride*, *T. harzianum*, *T. koningii*, *Trichoderma* isolat PP1 dan *Trichoderma* isolat PP2 (koleksi pengusul) dan kontrol menggunakan aquades steril. Faktor II adalah konsentrasi masing-masing filtrate yaitu : 0%, 25%, 50% dan 100% . Data diolah secara statistik menggunakan analisis ragam dan uji Tukey pada taraf nyata 5%.

1.2. Pelaksanaan

1.2.1. Perbanyak Isolat *Trichoderma* spp.

Trichoderma spp. : *T. viride*, *T.harzianum*, *T. koningii*, *Trichoderma* isolat PP1 dan *Trichoderma* isolat PP2 yang telah terindikasi mempunyai mekanisme antibiosis dalam menekan pertumbuhan jamur patogen diperbanyak dalam medium Potato Dextrosa Agar (PDA) sampai memenuhi cawan petri.



(d)

(e)

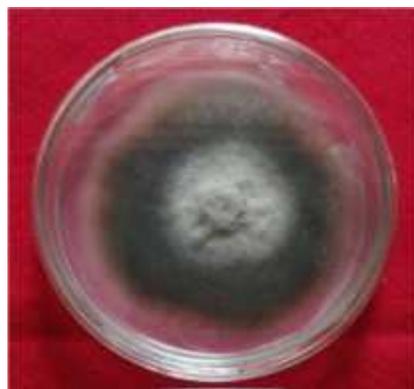
1.2.2. Persiapan Filtrate *Trichoderma* spp.

Trichoderma spp. : *T. viride*, *T. harzianum*, *T. koningii*, *Trichoderma* isolate PP1 dan *Trichoderma* isolat PP2 diperbanyak dalam medium cair seperti tersebut di atas, digunakan untuk memperoleh filtrat. Hasil fermentasi berupa kultur cair diperoleh 3 hari setelah inkubasi. Filtrat diperoleh dengan cara memisahkan kultur cair, antara sel dan filtrat menggunakan kertas saring Whatman, kemudian dilanjutkan menggunakan sentrifuse kecepatan 4000 rpm selama 15 menit. Selanjutnya filtrat disaring kembali menggunakan kertas Whatman ke dalam tabung reaksi lain, kemudian disaring menggunakan membran filter milipore.



1.2.5. Persiapan Jamur Patogen *Colletotrichum gloeosporoides*

Jamur patogen *C. gloeosporoides* diisolasi dari buah cabai yang menunjukkan gejala penyakit antraknosa yang ditandai dengan adanya busuk kering yang berwarna coklat kehitaman yang mencekung ke bagian busuk. Isolasi menggunakan metode moist chamber. Jamur yang tumbuh pada permukaan busuk diisolasi ke dalam medium PDA, setelah jamur tumbuh diamati ciri khas *C. gloeosporoides*. Koloni jamur patogen yang sudah didapat diperbanyak di dalam medium PDA sampai memenuhi cawan petri yang digunakan untuk pengujian selanjutnya.



1.2.6. Persiapan Bakteri Patogen *Xanthomonas axanopodis* pv. *Alii*

Isolasi dan Identifikasi Bakteri

Isolasi bakteri *Xanthomonas axanopodis* pv. *alii* penyebab penyakit hawar daun pada tanaman bawang merah dilakukan dengan cara metode *serial dillution* (pengenceran berseri) yaitu bagian tanaman bergejala dipotong sebanyak 3-5 potongan dengan menyertakan jaringan yang sehat, dan disterilisasi permukaannya dengan cara memasukkan potongan tersebut ke dalam akuades - alkohol 70% - akuades kemudian dikeringanginkan. Potongan sampel digerus dalam lumpang porselen kemudian ditambah 3 ml akuades steril, ditambah lagi 2 ml akuades steril, dicampur hingga merata. Sampel yang sudah digerus dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 10 ml akuades lalu dihomogenkan menggunakan *vortex* sampai rata (pengenceran 10^{-1}), kemudian dibuat seri pengenceran dengan memasukkan 1 ml dari pengenceran 10^{-1} ke dalam 9 ml akuades steril (pengenceran 10^{-2}) selanjutnya diencerkan hingga 10^{-6} . Hasil pengenceran 10^{-5} dan 10^{-6} dipindahkan 0,1 ml suspensi bakteri kedalam cawan petri yang berisi medium NGA padat, diratakan dengan *spreader* dan diinkubasi selama 5 x 24 jam. Isolat bakteri dimurnikan kembali pada medium NGA dengan teknik penggoresan sehingga diperoleh isolat bakteri yang murni untuk identifikasi lebih lanjut bentuk morfologisnya (bentuk koloni, warna koloni, dan permukaan koloni) dan fisiologi (uji Gram, uji patogenisitas dan uji reaksi hipersensitif).

1.2.7. Perlakuan terhadap *C. gloeosporoides* dan *Xanthomonas axanopodis* pv. *Alii*

Filtrate masing-masing jamur yang telah dipersiapkan diambil 1 ml dan dicampurkan secara merata dengan 9 ml medium PDA yang masih panas (45°C). Selanjutnya medium ini didinginkan. Potongan biakan *C.gloeosporoides* dibiakkan pada medium tersebut dengan cara mengambil biakan *C. gloeosporoides* yang sudah

diperbanyak dalam medium PDA menggunakan core borer yang berdiameter 0.5 cm dan ditempatkan pada bagian tengah cawan petri dan diinkubasi pada suhu kamar sampai biakan memenuhi cawan petri.

1.2.8. Pengamatan

1.2.8.1. Diameter dan Luas koloni

Pertumbuhan koloni diamati dengan mengukur diameter dan luas koloni jamur *C. gloeosporoides*. Diameter koloni diamati dengan mengukur diameter koloni yang tumbuh menggunakan penggaris dan luas koloni diukur menggunakan kertas plastik milimeter

1.2.8.2. Evaluasi Daya Kecambah Konidia

Daya kecambah konidia ditentukan menurut metode yang dikemukakan oleh Junianto dan Sukanto (1995). Medium PDA yang berbentuk lempengan dengan ukuran luas sekitar 1 cm² dan tebal 1-2 mm diletakkan di atas gelas objek steril. Di atas medium diteteskan 10 µl suspensi konidia yang mengandung 10⁶ konidia/ml dan dimasukkan ke dalam cawan petri steril yang diisi dengan kertas saring lembab dan diinkubasikan pada suhu 25 - 30⁰C selama 24 jam. Setiap perlakuan diulang empat kali. Pengamatan menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 400 kali. Persentase kecambah dihitung dari 100 konidia.

1.2.8.3. Sporulasi (jumlah pembentukan konidia)

Penghitungan jumlah pembentukan konidia masing-masing isolat jamur dilakukan dengan cara menyiapkan suspensi konidia dengan konsentrasi 10⁶ konidia/ml. 0.1 ml suspensi konidia dimasukkan dalam cawan Petri (ukuran 9 cm) yang telah berisi media PDA. Biakan diinkubasikan selama 15 hari pada suhu 25⁰C. Setelah 15 hari, biakan pada cawan Petri dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer dan ditambahkan 50 ml akuades steril. Biakan divorteks selama 5 menit, disaring dan diencerkan sampai 4 kali. Konsentrasi konidia dari suspensi dihitung dengan haemositometer dan rata-rata jumlah konidia per cawan Petri dibandingkan antar isolat.

1.2.9. Perlakuan terhadap *Xanthomonas axanopodis* pv. *alii*

Pengujian daya hambat filtrat *Trichoderma* spp. terhadap bakteri *Xanthomonas*

axonopodis pv. alli dilakukan dengan teknik biakan ganda. Sebanyak 0,1 ml suspensi bakteri *Xanthomonas axonopodis pv. alli* dituang ke dalam cawan petri, lalu ditambahkan 10 ml NA cair suhu $\pm 45^{\circ}$ C. Cawan petri ditutup dan digoyang-goyangkan sampai homogen dan ditunggu hingga media membeku. Kertas saring yang berdiameter 0,5 cm dicelupkan ke dalam filtrat *Trichoderma* dan diletakkan pada bagian tengah cawan petri dan diinkubasi selama 48 jam dan selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap diameter zona penghambatan yang terbentuk di daerah sekitar kertas saring pada jam ke-24 dan ke-48. Sebelumnya pada bagian tengah cawan petri diberi gambar lingkaran berukuran 1 cm untuk mempermudah pengukuran diameter zona hambat yang terbentuk. Pengujian dilakukan dengan pengulangan sebanyak 5 kali.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Filtrate *Trichoderma* spp Perbanyak Tunggul

1. Luas koloni dan Diameter koloni

Perlakuan beberapa filtrat *Trichoderma* menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan luas koloni dan diameter koloni *Colletotrichum gloeosporoides* di banding tanpa filtrat (kontrol) dapat dilihat pada (tabel 1) . Lima jenis filtrat *Trichoderma* mampu menekan pertumbuhan *Colletotrichum gloeosporoides* dengan luas koloni 1543 - 4514.5 mm² dan diameter koloni 6.6 – 8 cm dibanding kontrol. *Trichoderma* PP2 merupakan filtrat terbaik yang mampu menekan pertumbuhan luas koloni koloni *Colletotrichum gloeosporoides* dengan luas koloni 1543 mm² dan *T. koningi* merupakan filtrat terbaik yang mampu menekan diameter koloni *Colletotrichum gloeosporoides* dengan diameter koloni 7.85 cm di banding tanpa filtrat (kontrol).

Tabel 1. Luas dan Diameter Koloni *Colletotrichum gloeosporoides* dengan Perlakuan Filtrate *Trichoderma* spp Perbanyak Tunggul

Perlakuan	Luas Koloni (mm ²)		Diameter koloni (cm)	
tanpa filtrat (k)	4792.3	A	8.87	a
T. viride	4514.5	Ab	8.0	b
tricho.pp3	4492.3	Ab	7.37	c
T. harzianum	4230.3	B	7.42	c
T. koningi	3551.3	C	6.6	d

tricho.pp2	1543	D	7.85	b
------------	------	---	------	---

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

Tingginya kemampuan filtrate dari *T. koningii* dan *Trichoderma* PP2 dalam menghambat pertumbuhan *C. gloeosporoides* disebabkan metabolit sekunder yang dihasilkannya ada yang bersifat anti jamur sehingga mampu menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporoides*. Vinale *et al* (2006) melaporkan antibiotik dari metabolit sekunder *T. harzianum* strain T22 dan T39 bersifat anti jamur yang dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen *Leptosphaera muculans*, *Phytophthora cinnamomi* dan *Botrytis cinerea*. Nurbailis *et al* (2006) melaporkan bahwa isolate *T. viride* dan *T. koningii* yang berasal dari rizosfir pisang mampu menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* f.sp. cubense dengan mekanisme antibiosis.

2. Jumlah konidia dan Daya kecambah konidia

Perlakuan beberapa filtrat trichoderma menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan Jumlah konidia dan Daya kecambah konidia *Colletotrichum gloeosporoides* di banding tanpa filtrat (kontrol) dapat dilihat pada (tabel 2). Lima jenis filtrat trichoderma mampu menekan pertumbuhan *Colletotrichum gloeosporoides* dengan Jumlah konidia 1.3–1.65 (10^8 /ml supensi) dan persentase daya kecambah konidia 21.33 – 32.37 % dibanding kontrol. Trichoderma PP3 merupakan filtrat terbaik yang mampu menekan pertumbuhan jumlah konidia *Colletotrichum gloeosporoides* dengan jumlah konida 1.3 (10^8 /ml supensi) dan *T. harzianum* merupakan filtrat terbaik yang mampu menekan persentase daya kecambah konidia *Colletotrichum gloeosporoides* dengan persentase daya kecambah konidia 21.33 % dibanding tanpa filtrat (kontrol)

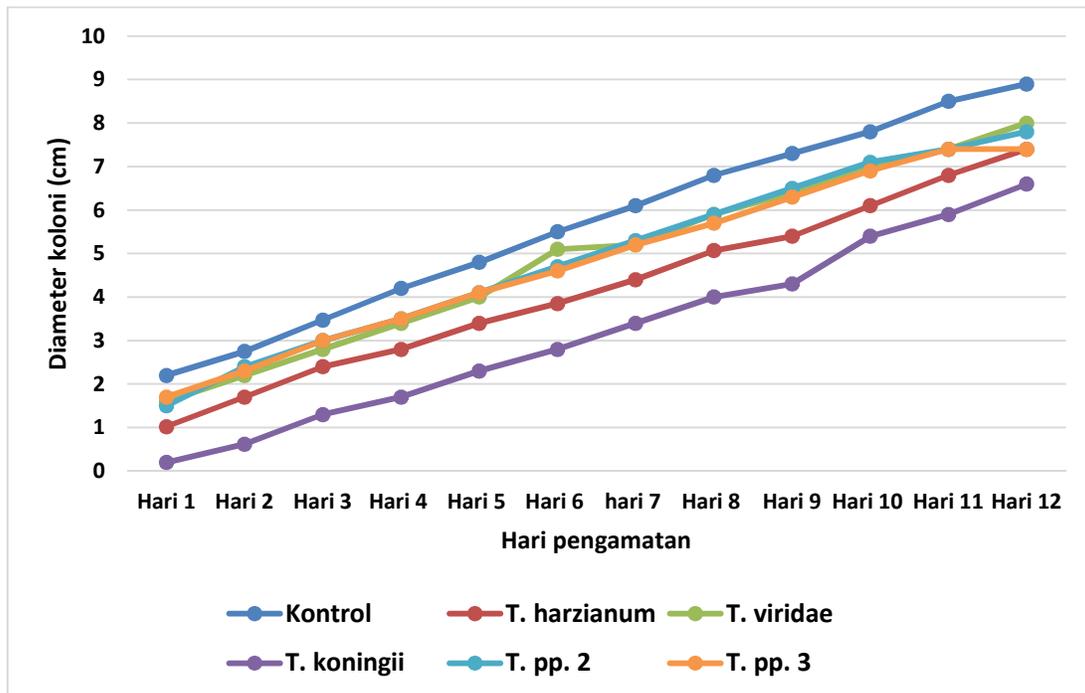
Tabel 2. Jumlah dan Daya Kecambah Konidia *Colletotrichum gloeosporoides* dengan Perlakuan Filtrate *Trichoderma* spp Perbanyakan Tunggal

Perlakuan	Jumlah konidia ($\times 10^8$ /ml supensi)		Daya kecambah konidia (%)	
Tanpa Filtrat (K)	4.6	A	76.76	a
<i>T. viride</i>	16.50	B	32.37	b
<i>T. harzianum</i>	16.00	B	21.33	c
<i>T. koningi</i>	15.00	bc	21.94	c

Tricho.PP2	15.00	bc	31.27	b
Tricho.PP3	13.00	C	23.74	c

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

Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh *Trichoderma* spp dapat menurunkan daya kecambah konidia *C. gloeosporoides*. Menurut Vinale *et al* (2014) viridin merupakan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh *Trichoderma* koningii, *T. virens* dapat menghambat perkecambahan konidia dari jamur *Botrytis alii*, *C. lini*, *F. cauruleum*. Laju pertumbuhan *C. gloeosporoides* dengan perlakuan berbagai filtrate *Trichoderma* spp (Gambar 1)



Gambar 1. Laju Pertumbuhan diameter koloni jamur *Colletotrichum gloeosporoides* dengan perlakuan Filtrat *Trichoderma* spp

Laju pertumbuhan koloni *C. gloeosporoides* memperlihatkan bahwa perlakuan filtrate *Trichoderma* spp dapat memperlambat pertumbuhan koloni dibanding dengan tanpa filtrate. Aplikasi filtrate *T. koningii* menyebabkan pertumbuhan *C. gloeosporoides* menjadi lambat dan tidak stabil. Hal ini disebabkan metabolit

sekunder dari *T. koningii* mengandung senyawa antijamur yang lebih tinggi dari filtrate *Trichoderma* lainnya.

B. Filtrate *Trichoderma* spp Perbanyak Ganda (Dual Culture)

Luas koloni dan diameter koloni

Perlakuan beberapa filtrat campuran *Trichoderma* dengan *Colletotrichum gloeosporoides* menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan luas koloni dan diameter koloni *Colletotrichum gloeosporoides* di banding tanpa filtrat (kontrol) dapat dilihat pada (tabel 1) . Lima jenis filtrat campuran mampu menekan pertumbuhan *Colletotrichum gloeosporoides* dengan luas koloni 1568 - 4470.5 mm² dan diameter koloni 5.37 – 7.85 cm dibanding kontrol. *Trichoderma* PP2 merupakan filtrat terbaik yang mampu menekan pertumbuhan luas koloni koloni *Colletotrichum gloeosporoides* dengan luas koloni 0 mm² dan diameter koloni 0 cm di banding tanpa filtrat (kontrol).

Tabel 1 . Luas koloni dan diameter koloni *Colletotrichum gloeosporoides* dengan perlakuan filtrat *Trichoderma* Perbanyak Ganda

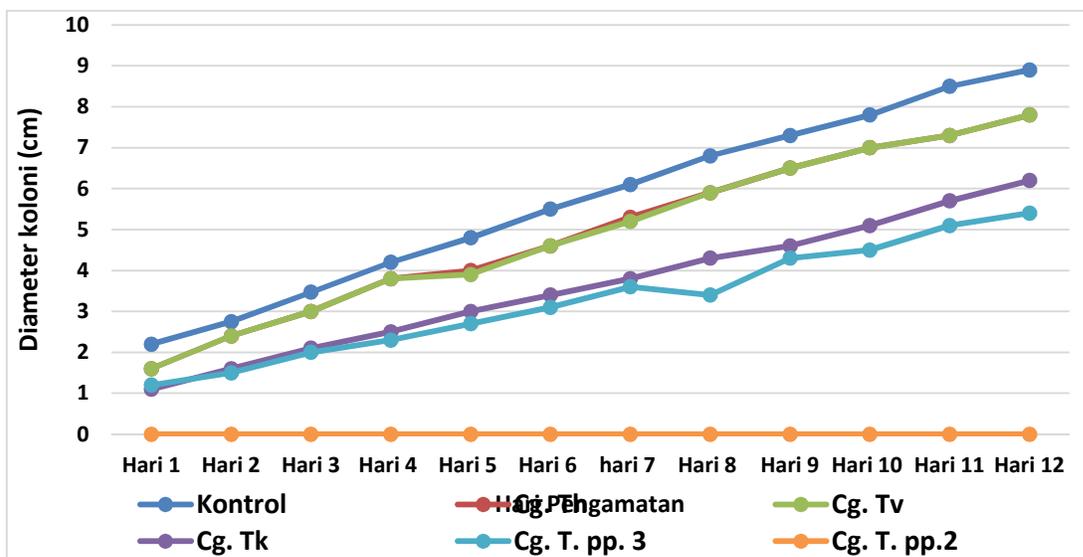
Perlakuan	Luas Koloni (mm ²)		Diameter koloni (cm)	
Tanpa Filtrat (K)	4792.3	a	8.87	A
Tv + Cg	4470.5	a	7.85	B
Tricho.PP3 + Cg	2673.8	b	5.4	C
Tk + Cg	2173.8	b	5.95	C
Th + Cg	1568.8	c	5.37	C
Tricho.PP2 + Cg	0	d	0	D

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

Produksi metabolit sekunder dari *Trichoderma* yang diperbanyak secara ganda dapat menghasilkan filtrat bersifat anti jamur dengan konsentrasi yang lebih tinggi dibanding dengan perbanyak *Trichoderma* secara tunggal. Hal ini disebabkan perbanyak secara ganda menyebabkan *Trichoderma* berusaha untuk menekan pertumbuhan patogen di dalam media yang sama agar pertumbuhannya bisa maksimal. Untuk itu *Trichoderma* akan memproduksi senyawa metabolit sekunder

yang bersifat anti jamur lebih aktif sebagai erpon antagonis untuk menekan pertumbuhan patogen. Menurut Kumar *et al* (2014) metabolit sekunder dari *T. harzianum* (Th Ahad) dan *T. viridae* (01PP) diproduksi dalam medium cair secara bersamaan dengan jamur patogen lebih efektif menekan pertumbuhan *F. oxysporum* f.sp. lenti, *Rhizoctonia solani* dan *Sclerotinia rolfsii*. Serrano-Correon (2005) cit Vinale *et al* (2009) menyatakan bahwa untuk memproduksi senyawa 6-pentyl-pyrone (6pp) sebagai senyawa antijamur dari *T. harzianum* sebaiknya dilakukan perbanyakan bersamaan dengan *R. solani* agar adanya respon antagonis dari inangnya.

Laju pertumbuhan koloni *C. gloeosporoides* dengan perlakuan filtrate *Trichoderma* spp dengan perbanyakan ganda (Gambar 2)



Gambar 2. Laju Pertumbuhan Diameter Koloni *Colletotrichum gloeosporoides* dengan Perlakuan Filtrate *Trichoderma* Perbanyakan Ganda

Laju pertumbuhan koloni *C. gloeosporoides* dengan perlakuan filtrate *Trichoderma* spp perbanyakan ganda lebih lambat bila dibanding dengan perlakuan filtrate tunggal. Perlakuan dengan filtrate *Trichoderma* isolat PP2 menyebabkan patogen tidak dapat tumbuh sampai akhir pengamatan sedangkan perlakuan dengan

Trichoderma isolat PP3 dan *T. koningii* pertumbuhan *C. gloeosporoides* menjadi lambat dan tidak stabil.

Jumlah konidia dan Daya kecambah konidia

Perlakuan beberapa filtrat campuran *trichoderma* dengan *Colletotrichum gloeosporoides* menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap jumlah dan Daya kecambah konidia *C. gloeosporoides* di banding tanpa filtrat (kontrol) dapat dilihat pada (tabel 2). Lima jenis filtrat *Trichoderma* mampu menekan pertumbuhan *C. gloeosporoides* dengan Jumlah konidia 0.85–1.9 (10^8 /ml supensi) dan persentase daya kecambah konidia 32.4 – 34.47 % dibanding kontrol. *Trichoderma* PP2 merupakan filtrat terbaik yang mampu menekan pertumbuhan jumlah konidia *Colletotrichum gloeosporoides* dengan jumlah konida 0 (10^8 /ml supensi) dan persentase daya kecambah 0 % . (tabel 2)

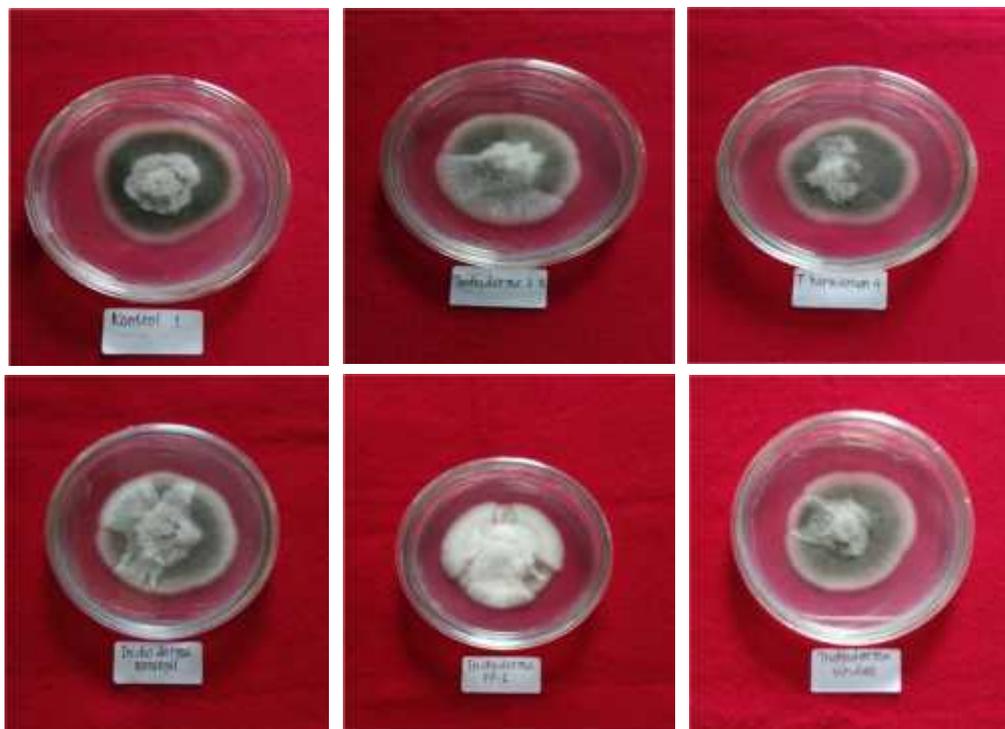
Tabel 2. Jumlah dan Daya kecambah konidia *Colletotrichum gloeosporoides* dengan perlakuan filtrat *Trichoderma* spp Perbanyak Ganda

Perlakuan	Jumlah konidia (X 10^8 /ml supensi)		Daya kecambah konidia (%)	
Tanpa Filtrat (K)	40.60	A	76.76	A
TH + Cg	19.00	B	34.47	B
TK + Cg	16.50	B	33.70	B
TV + Cg	16.00	B	36.19	B
Tricho.PP3 + Cg	8.50	C	32.40	B
Tricho.PP2 + Cg	0	D	0	C

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

Filtrat dari *Trichoderma* PP3, *T. koningii* dan *Trichoderma* PP2. merupakan isolat yang unggul dalam menekan pembentukan konidia *C. gloeosporoides*. Hal ini berkaitan dengan tertekannya pertumbuhan *C. gloeosporoides* (Gambar 1) sehingga pembentukan dan perkecambahan konidia juga terhambat. Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh *Trichoderma* spp dapat menurunkan daya kecambah konidia *C. gloeosporoides*. Menurut Vinale *et al* (2014) viridin merupakan metabolit sekunder

yang dihasilkan oleh *Trichoderma koningii*, *T. virens* dapat menghambat perkecambahan konidia dari jamur *Botrytis alii*, *C. lini*, *F. caeruleum*



Gambar 3. koloni *Colletotrichum gloeosporoides* dengan perlakuan berbagai filtrat dari *Trichoderma* spp Perbanyakan Tunggal

KESIMPULAN

1. Filtrate *Trichoderma* spp hasil perbanyakan tunggal dan ganda secara umum dapat menghambat pertumbuhan *C. gloeosporoides*. Filtrate hasil perbanyakan ganda lebih efektif menekan pertumbuhan *C. gloeosporoides*
2. Filtrate *Trichoderma* PP2 dan *T. koningii* merupakan yang terbaik dalam menghambat pertumbuhan, jumlah dan daya kecambah konidia.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, 1993. Fermentasi antibiotika Gentamisina dari *Mikromonaspora purpurea* CCRC 11563 menggunakan Fermentor Skala lima Liter. Proceeding Seminar Ilmiah Ikatan Sarjana farmasi Indonesia SUMBAR. Padang
- Akmal, 1996). Pengaruh Komposisi Media Fermentasi terhadap Aktivitas Antibiosis dari Metabolit Sekunder yang dihasilkan oleh *Trichoderma harzianum*. Laporan Penelitian FMIPA Universitas Andalas. Padang
- Alexopoulos, CJ., Mims, CW and Blackwell, M (1996). *Introductory Mycology*. Fourth Edition. John Wiley and Sons, INC. New York
- Benitez, T. Rincon, A M, Limon, MC and Codon, AC. 2004. Biocontrol Mechanism of *Trichoderma* Strain. *Internasional Microbiology* 7 : 249 – 260
- Chowdappa, P. Chethana, CS. Bharghavi, R. Sandhya H. and Prasad R. 2012. Morphological and Molecular characterization of *Colletotrichum gloeosporoides* (Penz) Sac. Isolates causing antracnose of orchid in India. *Research Article, Biotechnol. Bioinf.* 2(1) ; 567-572.
- Cook, R. J., and Baker, K. F. 1983. *The nature and practice of biological control of plant pathogens*. Amer. Phytopathology. Soc., St, Paul, Minnesota.
- Ernawati N. 2008. *Karakterisasi Fenotipik dan Molekular Bakteri Patogen serta Epidemi Penyakit Hawar Daun Bakteri pada Bibit Tanaman *Accaccrassia carpa**. Disertasi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Habazar, T, Nasrun, Jamsari, Rusli, I., 2007. Pola penyebaran penyakit hawar daun bakteri (*Xanthomonas axanopodis* pv. *allii*) pada bawang merah dan upaya pengendaliannya melalui imunisasi menggunakan rhizobacteria. Laporan hasil penelitian KKP3T. Universitas Andalas bekerjasama dengan Sekretariat Badan Penelitian dan pengembangan pertanian.
- Hafsof. S. 2007. Studi Patogen Penyebab Antraknosa pada Pepaya. Proceeding Seminar nasional hasil Penelitian Hibah Kompetitif . Bogor 1 – 2 Agustus 2007.
- Hajieghvari, B., Torabi-Giglou, M., Mohamadi, M.R. and Davari, M. 2008. Biological potential of some Iranian *Trichoderma* Isolates in the control of soil borne plant pathogenic Fungi. African Jurnal of Biotechnology 7 (8): 967-972
- Howell, C. R. 2006. Understanding the mechanism employed by *Trichoderma virens* to effect biological control of cotton diseases. Phytopathology 96 (2) ; 178 – 180.
- Leelavathy, MS. Vani, L and Reena, P. 2014. Antimicrobial activity of *Trichoderma harzianum* against bacteria and fungi. Internasional journal of current microbiology and applied sciens (3)1: 96-103
- Lorito, M., Harman, G.E., Hayes, C.K., Broadway, R.M., Tronsmo, A., Woo, S.L. and Di Pietro, A. (1993). Chitinolytic enzyme produced by *Trichoderma harzianum*. Anti fungal activity of purified endochitinase and chitibiosidase. Phytopathology 83 : 302-307
- Junianto, Y.D., dan Sukanto, S. 1995. Pengaruh suhu dan kelembaban relatif terhadap perkecambahan, pertumbuhan dan sporulasi beberapa isolat *Beauveria bassiana*. Pelita Perkebunan 11(2). 64-75.
- Kim, K. H, J. B. Yoon, E. W. Park and Y. H. Kim. 2004. Structure Modification and Programmed Cell Death of Chili Pepper Fruit Related to Resistance Responses to *Colletotrichum gloeosporioides* Infection. J. Phytopathology. 82:213-225.
- Meyer, CE and Rousser. 1967. A Polypeptide Anti Bacterial Agent Isolated from *Trichoderma viride*. Experienta 23 : 85
- Nurbailis, Mardinus, Nasril, N. Dharma, A., 2006. Penapisan Isolat *Trichoderma* yang berasal dari rizosfir tanaman pisang di Sumatera Barat untuk pengendalian penyakit layu Fusarium. Jurnal Akta Agrosia.(9) 1 :
- Nurbailis, martinius dan Azniza V. 2014. Keanekaragaman Jamur pada Rizosfir Cabai Sistem organic dan konvensional dan Potensinya sebagai agens pengendali hayati *Colletotrichum gloeosporioides*. J. HPT Tropika (14) 1 : 16-24
- Reino JL., Guerrero .F., Hernandez. GR., Collado IG. 2008. Secondary metabolites from species of the biocontrol agent *Trichoderma*. Phytochem. Rev. 7 (1): 89–123

- Resti, Z., Yanti, Y., Rahma, H. 2007. Distribusi Penyakit Hawar Daun Bakteri pada tanaman bawang (*Xanthomonas axonopodis* pv *allii*) sebagai penyakit baru di Sumatera Barat. Laporan Penelitian DIPA Unand. Universitas Andalas Padang.
- Roberts, P. D., Pernezny, K. L., and Kucharek, T. A.. 2008. Antracnose Caused By *Colletotrichum* sp on Pepper. <http://edis.ifas.ufl.edu/PP104>.
- Roy, S. and Dehdulal, B. 2010. Isolation of Antimicrobial compound by endophytic bacteria from *Vinca rosea*. *Internasional Journal of Current Research* 5 : 047-051.
- Semangun. H. 2000. Penyakit-penyakit Tanaman Horticultura di Indonesia. Gajah Mada University Press.
- Susilowati. 2016. Penapisan jamur antagonis dari rizosfir kacang tanah untuk pengendalian *Sclerotium rolfsii* penyebab busuk pangkal batang kacang tanah. Skripsi fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.
- Schwartz, I I. F., and Gent, D. H., 2006. *Xanthomonas* Leaf Blight of Onion (<http://www.Extcolestatedu.edu/push/gorden.html> access 22.02-2006)
- Schaad N, Jonas J, Chun W. 2001. *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*. Third. The American Phytopathological Society: APS Press.
- Tijerino, A., Cardoza, R. E., Moraga, J., Malmierca, M. G., Vicente, F. Aleu, J.Collado, I. G., Gutierrez, S., Monte, E. & Hermosa, R. (2011). Overexpression of the trichodiene synthase genetri 5 increases trichodermin production and antimicrobial activity in *Trichoderma brevicompactum*. *Fungal Genet Biol*48 , 285–296
- Than, PP. Prihastuti, H. Pholivong, S, taylor PWJ, Hide. KD. 2008. Chilli Antraknose Disease Cause by *Colletotrichum* spesies. *J Zhejiang Univ Sci B.* ; 9(10): 764–778.
- Wibowo, D. 1993. *Technology Fermentasi*. PAU Biotechnology. UGM. Jogjakarta
- Woo, S.L., Scala, F., Ruocco, M., and M. Lorito, (2006). The molecular biology of the interactions between *Trichoderma* spp., phytopathogenic fungi and plants. *Phytopathology* 96, 181-185

