



Kemampuan *Trichoderma viride* Isolat PP2 dalam Mengendalikan *Colletotrichum gloeosporioides* pada Tanaman Cabai (*Capsicum annuum* Linnaeus) secara In-Planta

In-Planta Assay of Culture Filtrate Concentration of *Trichoderma viride* PP2 as Biocontrol Agent Against *Colletotrichum gloeosporioides* in Red Chili Pepper Cabai (*Capsicum annuum* Linnaeus)

Gefi Zulmiati Lannur¹⁾, Yenny Liswarni^{1)*}, Martinius¹⁾

¹⁾ Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang

*E-mail: yenniliswarni@gmail.com

Diterima: 22 Juli 2021

Disetujui: 21 November 2021

Dipublikasi: 31 Desember 2021

ABSTRACT

The culture filtrate is a secondary metabolite produced from the multiplication of fungi in a liquid medium during the incubation period, separated between the fungal cell and their supernatants. *Trichoderma viride* culture filtrate testing has been widely carried out and used as a biocontrol agent. This study aimed to determine the ability of *Trichoderma viride* PP2 culture filtrate concentration in suppressing anthracnose disease caused by *C. gloeosporioides* on the red chili pepper. The study was conducted with a randomized block design (RBD) consisting of 5 treatments and five replications. The treatments were the concentration of *T. viride* PP2 culture filtrate, i.e., 0% (control), 25%, 50%, 75% and 100%. Parameters observed were incubation period, percentage of infected, and infected intensity. The results showed that the application of filtrate of *T. viride* isolate PP2 with different concentrations has not been able to suppress the development of anthracnose disease caused by *C. gloeosporioides* in-plant. It is necessary to conduct further research on the effect of temperature and time application on suppressing the filtrate of *T. viride* isolate PP2.

Keywords: Anthracnose, concentration, filtrate, secondary metabolite

PENDAHULUAN

Cabai (*Capsicum annuum* Linnaeus) merupakan salah satu sayuran penting bagi masyarakat Indonesia. Cabai umumnya dimanfaatkan sebagai penyedap dan pelengkap menu masakan khas Indonesia. Ada kecenderungan peningkatan kebutuhan cabai di Indonesia seiring dengan semakin beragamnya jenis dan menu masakan yang menggunakan bahan baku cabai (Barus, 2006). Oleh sebab itu, usaha peningkatan produksi harus setara dengan peningkatan kebutuhan konsumsi tersebut.

Sumatera Barat merupakan salah satu daerah yang banyak menanam cabai untuk memenuhi kebutuhan cabai daerah. Dilihat dari data Badan Pusat Statistik (2019), terjadi peningkatan luas panen cabai dari 69 ha pada tahun 2017 menjadi 81 ha pada tahun 2018, akan tetapi diikuti dengan penurunan produksi dari 424,1 ton pada tahun 2017 menjadi 338,5 ton di tahun 2018, sehingga produktivitas cabai di dua tahun terakhir menurun dari 6,14 ton/ha pada tahun 2017 menjadi 4,17 ton/ha pada tahun 2018.

Penurunan produksi cabai disebabkan banyak faktor, antara lain adanya penyakit antraknosa yang disebabkan oleh *Colletotrichum gloeosporioides*, dengan kerugian mencapai 90% (Syukur et al., 2007). *C. Gloeosporioides* dapat menyerang buah cabai yang matang maupun yang belum matang, sehingga menurunkan produksi (Robert et al., 2015). Salah satu alternatif pengendalian yang disarankan adalah pengendalian hayati dengan menggunakan agen biokontrol (Soenartiningsih et al., 2014), seperti *Trichoderma viride*, dengan memanfaatkan hasil metabolit sekundernya.

Metabolit sekunder dari *Trichoderma* dapat dihasilkan melalui kultur filtrat, yang diperoleh dari perbanyakan dalam medium cair selama masa inkubasi tertentu, kemudian dipisahkan antara sel jamur dengan supernatannya. Metabolit sekunder yang dihasilkan berupa senyawa poliketida yang antara lain terdiri dari pyron, isocyanates, butenolides, gliovirin, peptaibol, gliotoxin dan terpen (Oktaviani, 2015). Senyawa tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pengendalian patogen.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Perveen dan Najat (2012), metabolit dari filtrat *Trichoderma viride* isolat TvDPs dapat menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* dengan efektivitas penekanan sebesar 40,91%. Harni et al. (2017) juga melaporkan bahwa metabolit sekunder *Trichoderma* spp. dapat mengendalikan penyakit *vascular streak dieback* (VSD) pada bibit kakao dengan efektivitas penekanan sebesar 81,8%. Selanjutnya Nurbailis et al. (2019) melaporkan bahwa isolat *Trichoderma* PP2 yang berasal dari rizosfer tanaman cabai dapat menghambat pertumbuhan *C. gloeosporioides* secara *in vitro* dengan efektivitas sebesar 67,80 %. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan filtrat *Trichoderma viride* isolat PP2 dalam menekan pertumbuhan *C. gloeosporioides*

pada cabai secara *in-planta* dengan konsentrasi yang berbeda.

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai Oktober 2020 di Laboratorium Fitopatologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Laboratorium Pengendalian Hayati dan Rumah Kaca Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang.

Metode

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), yang terdiri dari 5 perlakuan dan 5 ulangan. Setiap ulangan terdiri dari 3 buah cabai pada masing-masing batang dengan titik inokulasi sebanyak dua titik pada tiap buah. Konsentrasi kultur filtrat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari konsentrasi 0% (kontrol), 25%, 50%, 75% dan 100%. Pengujian efektivitas kultur filtrat terhadap penghambatan patogen dilakukan setelah tanaman cabai berbuah.

Pengambilan Sampel

Sampel buah cabai yang bergejala penyakit antraknosa, yang diduga terserang oleh *C. gloeosporioides* diambil dari lahan petani, di Kecamatan Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat. Sampel dimasukkan ke dalam kantong plastik dan dibawa ke Laboratorium Fitopatologi Fakultas Pertanian Universitas Andalas untuk pengamatan selanjutnya.

Isolasi dan perbanyakan *C. gloeosporioides*

Sampel buah cabai bergejala dibersihkan dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada permukaan buah, kemudian dikeringkan dengan tisu steril. Buah yang bergejala dipotong dengan ukuran 1x1 cm yang terdiri dari bagian jaringan yang sakit dan sehat sebanyak 5 potong. Kemudian dilakukan sterilisasi permukaan menggunakan akuades, dicelupkan ke dalam petridish yang berisi alkohol 70% selama ± 1 menit.

Selanjutnya dibilas dua kali dengan aquades steril dan dikering-anginkan di atas tisu. Potongan buah cabai tersebut diletakkan pada petridish berisi media *Potato Dextrosa Agar* (PDA) dan diinkubasi selama 3 hari.

Biakan murni patogen didapatkan dengan cara mengambil *fungus mat* yang dipotong menggunakan *cork borer* berdiameter 5 mm, kemudian dipindahkan ke dalam tabung reaksi yang berisi akuades sebanyak 10 ml, dan dihomogenkan menggunakan vortex selama 1 menit. Suspensi jamur digoreskan pada media *Water Agar* (WA) menggunakan jarum ose dan diinkubasi selama 3 hari. Spora tunggal jamur yang tumbuh dipindahkan ke dalam media PDA dengan cara mengambil 1 koloni untuk masing-masing perbanyakkan, dan diinkubasi selama 3 hari.

Uji Patogenisitas

Buah cabai yang sehat dilukai pada bagian tengah buahnya menggunakan jarum steril, lalu dioles dengan jamur *C. gloeosporioides* menggunakan kuas kecil. Sampel diletakkan di dalam petridish dan diinkubasi pada suhu ruang. Selanjutnya dilakukan reisolasi patogen terhadap hasil inokulasi yang harus menunjukkan gejala yang sama dengan gejala yang terdapat di lapangan.

Penyiapan Suspensi *C. gloeosporioides*

Biakan murni jamur *C. Gloeosporioides* yang berumur 14 hari ditambah dengan akuades steril sebanyak 10 ml, lalu dibuat suspensi dengan cara melepaskan konidia dan hifa menggunakan kuas kecil steril. Suspensi dimasukkan ke dalam tabung reaksi lalu dihomogenkan menggunakan vortex selama ± 1 menit. Suspensi tersebut diambil sebanyak 1 ml dan konsentrasi konidia dihitung menggunakan *haemocytometer*. Konsentrasi yang digunakan untuk perlakuan adalah 10^6 konidia/ml.

Persiapan Filtrat *T. viride* Isolat PP2

Jamur *T. viride* isolat PP2 diremajakan dalam petridish yang telah berisi media

PDA, lalu diinkubasi selama 14 hari. Sebanyak 3 potong *T. viride* isolat PP2 berdiameter 5 mm dimasukkan ke dalam tabung *erlenmeyer* berukuran 250 ml yang berisi 150 ml media *Potato Dextrosa Broth* (PDB) dan diinkubasi selama 15 hari pada suhu ruang. Selanjutnya, biakan *T. viride* isolat PP2 disaring, dan disentrifugasi dengan kecepatan 2000 rpm selama 30 menit untuk memisahkan kultur cair antara sel dan filtrat.

Supernatan hasil sentrifugasi disaring menggunakan kertas saring *whattman* No. 01, kemudian disentrifugasi kembali. Selanjutnya, biakan disaring dengan kertas saring *whattman* No. 41 dan disentrifugasi kembali. Pada tahap akhir, filtrat disaring menggunakan *membrane filter milipore* (0,22 μm) dan dimasukkan ke dalam botol *scott* sebelum diaplikasikan (Gambar 1).



Gambar 1. Filtrat *T. viride* isolat PP2 yang telah siap diaplikasikan

Persiapan Media Tanam

Media tanam cabai terdiri dari tanah yang telah dicampur dengan pupuk kandang dengan perbandingan 2 : 1. Tanah dimasukkan ke dalam plastik berukuran 10 kg dan dimasukkan ke dalam autoklaf untuk disterilkan selama 1 jam.

Benih cabai yang digunakan adalah cabai varietas Lokal yang berasal dari lahan petani, Kecamatan Pauh Kota Padang. Penyemaian benih dilakukan pada media tanam *seedtray* berisi tanah steril. Benih cabai diperoleh dari hasil seleksi biji buah cabai sehat yang telah dijemur (tidak terkena matahari langsung) sampai kering.

Penyeleksian dilakukan dengan cara memasukkan biji cabai ke dalam ember dan diaduk-aduk. Biji yang tenggelam merupakan biji yang baik digunakan untuk benih.

Penyemaian dan Penanaman

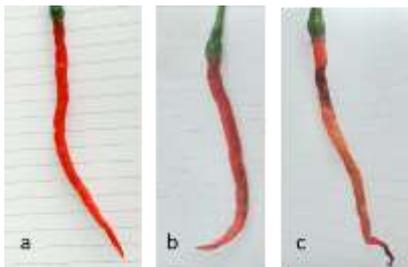
Penyemaian dilakukan dengan cara menebar benih sedalam 0,5 cm, dan dilindungi dari sinar matahari dan hujan. Dua batang bibit berumur 3 minggu setelah semai dipindahkan ke dalam polibag berukuran 10 kg yang berisi tanah steril. Setelah cabai tumbuh baik, diseleksi yang terbaik dan disisakan satu batang saja. Pengendalian hama dilakukan dengan cara membunuh langsung.

Perlakuan Buah Cabai

Buah cabai yang diberikan perlakuan adalah buah cabai yang masih lengket pada tanaman. Buah cabai dilukai terlebih dahulu menggunakan jarum steril pada bagian tengah dan pangkal buah. Filtrat dioleskan pada bagian yang dilukai sesuai konsentrasi perlakuan. Untuk kontrol, perlakuan hanya dengan mengoleskan akuades steril.

Inokulasi *C. gloeosporioides*

Pengujian virulensi isolat jamur *C. gloeosporioides* yang telah diremajakan dilakukan terhadap buah cabai sehat. Permukaan buah dilukai pada bagian pangkal dan tengah, lalu suspensi *C. gloeosporioides* dioleskan menggunakan kuas halus pada permukaan buah cabai. Selanjutnya, buah diinkubasi dan dilakukan pengamatan terhadap gejala yang muncul (Gambar 1.)



Gambar 2. Gejala serangan *C. Gloeosporioides* pada buah cabai; a. tanpa gejala, b. Gejala awal (3 hsi), dan c. Gejala lanjut (9 hsi).

Inokulasi patogen dilakukan setelah tujuh hari aplikasi filtrat *T. viride* isolat PP2 dengan cara membuat suspensi konidia dari *C. gloeosporioides*. Konidia jamur *C. Gloeosporioides* dilepaskan dengan cara menambahkan sebanyak 10 ml akuades pada biakan yang berada dalam petridish dan permukaan biakan tersebut dikikis dengan bantuan kuas halus. Suspensi dipindahkan ke dalam *testube* dan dihomogenkan menggunakan *vortex*. Selanjutnya sebanyak 1 ml suspensi diambil menggunakan pipet tetes dan dilakukan penghitungan jumlah konidia dengan *haemocytometer improved neubauer nesco* dengan kerapatan 10^6 ml. Teknik inokulasi dilakukan dengan cara mengoleskan sebanyak 0,5 ml suspensi konidia *C. gloeosporioides* secara merata menggunakan kuas halus pada permukaan buah cabai.

Parameter Pengamatan

Masa inkubasi

Pengamatan masa inkubasi dilakukan mulai hari pertama setelah dilakukan inokulasi sampai munculnya gejala awal penyakit antraknosa. Gejala awal ditandai dengan bintik kecil pada buah. Bintik akan melebar, membusuk dan jika diraba akan terasa cekungan pada permukaan buah dan miselium berubah menjadi lebih gelap.

Presentase buah terserang

Presentase buah terserang diamati dengan menghitung jumlah buah yang terserang *C. gloeosporioides* pada setiap perlakuan. Pengamatan dimulai sejak awal munculnya gejala pertama sampai 18 hari setelah inokulasi dengan interval 3 hari. Presentase buah terserang dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan :

P = persentase buah cabai terserang

A = jumlah buah yang bergejala antraknosa

B = jumlah buah secara keseluruhan

Efektivitas tiap perlakuan terhadap per-sentase buah terserang dihitung menggunakan rumus:

$$E = \frac{PK-PP}{PK} \times 100\%$$

Keterangan:

E = efektivitas penekanan

PK = presentase buah terserang pada kontrol

PP = presentase buah terserang pada perlakuan

Intensitas serangan

Intensitas serangan ditentukan dengan mengamati buah yang bergejala antraknosa. Pengamatan dimulai 3 hari setelah inokulasi sampai 18 hari setelah inokulasi dengan interval 3 hari. Intensitas serangan antraknosa ditentukan berdasarkan presentase buah yang terserang, dengan rumus (Zadoks dan Schein, 1979):

$$I = \frac{\sum(n \times v)}{N \times V} \times 100\%$$

Keterangan :

I = intensitas penyakit

n = jumlah buah setiap kategori serangan

v = nilai setiap kategori serangan

N = jumlah buah yang diamati

V = nilai skala tertinggi

Nilai kategori serangan (skala) untuk penyakit antraknosa didasarkan pada skala kerusakan tanaman yang terserang penyakit (Herwidyarti, 2011 dimodifikasi) berikut:

Skala 0 = tidak ada gejala

Skala 1 = gejala terjadi \geq 1-20%

Skala 2 = gejala terjadi \geq 21-40%

Skala 3 = gejala terjadi \geq 41-60%

Skala 4 = gejala terjadi $>$ 60%

Efektivitas tiap perlakuan terhadap intensitas serangan dihitung dengan rumus:

$$E = \frac{IK-IP}{IK} \times 100\%$$

Keterangan :

E = efektivitas penekanan

IK = intensitas serangan pada kontrol

IP = intensitas serangan pada perlakuan

Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan sidik ragam (ANOVA) dan uji lanjut Tukey HSD pada taraf 5% (Aplikasi Statistix 8).

HASIL

Masa Inkubasi

Pemberian filtrat *T. viride* isolat PP2 dengan konsentrasi berbeda tidak mempengaruhi masa inkubasi *C. Gloeosporioides*. Efektivitas filtrat berkisar antara 18,18 - 27,27%. Peningkatan konsentrasi filtrat tidak sekaligus meningkatkan efektivitas penekanan masa inkubasi (Tabel 1).

Tabel 1. Masa inkubasi *C. gloeosporioides* pada buah cabai dengan beberapa konsentrasi filtrat *T. viride* isolat PP2

| Konsentrasi | Masa inkubasi (hari) | Efektivitas (%) |
|-------------|----------------------|-----------------|
| 0% | 2,75 a | 00,00 |
| 25% | 3,50 a | 27,27 |
| 50% | 3,50 a | 27,27 |
| 75% | 3,50 a | 27,27 |
| 100% | 3,25 a | 18,18 |

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

Persentase Buah Terserang

Pemberian filtrat *T. viride* isolat PP2 dengan konsentrasi berbeda, tidak secara nyata menurunkan persentase buah terserang. Efektivitas filtrat berkisar antara 6,25–16,67%. Peningkatan konsentrasi filtrat tidak sekaligus meningkatkan efektivitas penekanan persentase buah terserang (Tabel 2).

Intensitas Serangan

Pemberian filtrat *T. viride* isolat PP2 dengan konsentrasi berbeda tidak secara nyata menurunkan intensitas serangan. Efektivitas filtrat berkisar antara 3,21 – 10,36%. Peningkatan konsentrasi filtrat tidak sekaligus meningkatkan efektivitas penekanan intensitas serangan (Tabel 3).

Tabel 2. Persentase serangan *C. gloeosporioides* pada buah cabai pada beberapa konsentrasi filtrat *T. viride* isolat PP2

| Perlakuan | Serangan (%) | Efektivitas (%) |
|-----------|--------------|-----------------|
| 0 % | 100 a | 0,00 |
| 25% | 83,33 a | 16,67 |
| 50% | 87,50 a | 12,50 |
| 75% | 86,66 a | 13,34 |
| 100% | 93,75 a | 6,25 |

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

Tabel 3. Intensitas serangan *C. gloeosporioides* pada buah cabai pada beberapa konsentrasi filtrat *T. viride* isolat PP2

| Konsentrasi | Intensitas serangan (%) | Efektivitas (%) |
|-------------|-------------------------|-----------------|
| 0% | 86,45 a | 0,00 |
| 25% | 77,49 a | 10,36 |
| 50% | 83,59 a | 3,30 |
| 75% | 80,29 a | 7,12 |
| 100% | 83,67 a | 3,21 |

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

PEMBAHASAN

Pemberian filtrat *T. viride* isolat PP2 dengan konsentrasi berbeda tidak mempengaruhi masa inkubasi *C. Gloeosporioides* (Tabel 1), tidak secara nyata menurunkan persentase buah terserang (Tabel 2), dan tidak secara nyata menurunkan intensitas serangan (Tabel 3). Peningkatan konsentrasi filtrat yang diberikan tidak sekaligus meningkatkan efektivitas penekanan masa inkubasi (Tabel 1), persentase buah terserang (Tabel 2), dan intensitas serangan (Tabel 3).

Hal ini diduga dipengaruhi oleh jarak waktu yang dekat antara aplikasi filtrat *T. viride* isolat PP2 dan inokulasi *C. Gloeosporioides* yang berselang satu minggu saja. Selain itu, rendahnya efektivitas penekanan serangan penyakit antraknosa pada buah cabai diduga terjadi karena filtrat *T. viride*

tersebut tidak dapat bertahan lama pada permukaan buah cabai.

Menurut Reino *et al* (2008) metabolit sekunder *Trichoderma* terdiri dari dua tipe utama, yaitu metabolit volatil dan non-volatil. Metabolit volatil seperti poloketida termasuk terpen, pyron, isocyanates dan butenolides bersifat mudah menguap, yang semuanya merupakan zat nonpolar dengan tekanan uap yang cukup besar. Hal ini sesuai dengan pendapat Jelen *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa *T. viride* dapat menghasilkan senyawa antifungi volatil 6-n-pentyl-2H-pyran-satu (6-PAP) yang mudah menguap sehingga filtrat tidak dapat bertahan lama dan melekat pada permukaan buah cabai.

Selain itu, fenomena ini terjadi diduga akibat cepatnya perkembangan penyakit yang disebabkan oleh mudahnya penyebaran spora jamur. Menurut Soepena *dalam* Mahneli (2007), jamur *C. gloeosporioides* dapat menghasilkan konidia dalam jumlah banyak. Konidia yang terbentuk pada permukaan bercak yang terinfeksi dan konidia tersebut mudah lepas bila ditiup angin dan terkena percikan air.

Banyaknya buah cabai yang terserang *C. gloeosporioides* diduga dapat terjadi karena adanya faktor pendukung, seperti suhu. Jamur *C. gloeosporioides* membutuhkan kelembaban relatif di atas 95% untuk perkecambahan konidia dan pembentukan apresorium. Konidia dapat bertahan selama 1-2 minggu pada kelembaban terendah 62% dan kemudian berkecambah jika kelembaban 100%. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Andalas, suhu rumah kaca saat dilakukan inokulasi konsentrasi filtrat *T. viride* isolat PP2 berkisar 32°C dan saat dilakukan inokulasi patogen *C. gloeosporioides* suhu ruangan berkisar 25°C. AVRDC (2003) melaporkan bahwa jamur *C. gloeosporioides* dapat tumbuh dengan optimal pada suhu ± 28°C. Menurut Grahovac *et al.* (2012), tingkat

pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* lebih cepat dan dapat berkembang dengan baik pada suhu 23-25°C.

KESIMPULAN

Pemberian filtrat *T. viride* isolat PP2 dengan konsentrasi yang berbeda, belum mampu menekan perkembangan penyakit antraknosa yang disebabkan oleh jamur *C. gloeosporioides* secara in-planta. Perlu dilakukan penelitian lanjut tentang pengaruh suhu dan jarak waktu aplikasi terhadap penekanan filtrat *T. viride* isolat PP2.

DAFTAR PUSTAKA

- Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC). 2003. Evaluation of phenotypic and molecular criteria for the identification of *Colletotrichum* species causing pepper anthracnose in Taiwan. Taiwan: AVRDC- The World Vegetable Center: 92-93.
- Badan Pusat Statistik. 2019. Produksi Tanaman Hortikultura Provinsi Sumatera Barat 2019.
- Barus WA. 2006. Pertumbuhan dan Produksi Cabai (*Capsicum annum* L) dengan Menggunakan Mulsa dan Pemupukan. Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian 4(1): 41-44.
- Grahovac M, D Indic, S Vukovic, J Hrustic, S Gvozdenac, M Mihajlovic, dan B Tanofic. 2012. Morphological and ecological features as differentiation criteria for *Colletotrichum* species. Zemdirbyste Agriculture 99(21): 89-196.
- Harni R, W Amaria, Syafaruddin, dan AH Mahsunah. 2017. Potensi metabolit sekunder *Trichoderma* spp. untuk mengendalikan penyakit *Vascular Streak Dieback* (VSD) pada bibit kakao. Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar 4(2): 57-65.
- Jelen H, B Lidia, C Jerzy, R Katarzyna dan S Judyta. 2014. Foration of 6-n-pentyl-2H-pyran-1-one (6-PAP) and other volatiles by different *Trichoderma* spesies. Mycological progress 13:1-12.
- Mahneli R. 2007. Pengaruh pupuk organik cair dan agensia hayati terhadap pencegahan penyakit antraknosa (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.) pada pembibitan tanaman kakao (L.). [Diakses pada 17 Oktober 2020].
- Nurbailis, A Djamaan, H Rahma dan Y Liswarni. 2019. Potential of culture filtrate from *Trichoderma* spp. as biofungiside to *Colletotrichum gloeosporioides* causing antracnose disease in Chili. Biodiversitas 20(10):2915-2920.
- Oktaviani EA. 2015. Potensi *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. untuk pengendalian *Botryodiplodia* sp. pada jabon (*Anthocephalus cadamba*) [Thesis]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Perveen dan A. Najat. 2012. Antagonistic activity of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride* isolated from soil of date palm field against *Fusarium oxysporum*. African Journal of Microbiology Research 6(13): 3348-3353.
- Reino JL, FF Guerrero, Herna'ndez – Gala'n R, Collado IG. 2008. Secondary Metabolites from species of the biocontrol agent *Trichoderma*. Phytochemistry Reviews 7: 89 – 123.
- Robert PD, KL Pernezny, dan TA Kucharek. 2015. Anthracnose on pepper in Florida. UF/IFAS Extension University of California. Los Angeles.
- Soernartiningsih, Nurashiah, dan Saenong. 2014. Efektivitas *Trichoderma* sp dan *Gliocladium* Sp sebagai agen biokontrol hayati penyakit busuk pelepah daun pada jagung. Jurnal

Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 33(2): 129 – 135.

Syukur M, S Sujipriati, J Koswara dan Widodo. 2007. Pewarisan ketahanan cabai (*Capsicum annum* L) terhadap antraknosa yang disebabkan oleh *Colletotrichum acutatum*. Jurnal Agronomi Indonesia 35(2): 112-117.