KEMAMPUAN BERBAGAI ISOLAT *Trichoderma* sp. DALAM MENGHAMBAT PERKECAMBAHAN SPORA *Colletotrichum* sp.

Danar Wicaksono^{1*}, Maftuh Kafiya²

¹ Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta

² Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta

*danarwicaksono@upnyk.ac.id

Abstrak

Penyakit antraknosa pada buah cabai menyebabkan kualitas hasil menurun dan kehilangan hasil yang tinggi. Penyakit itu disebabkan oleh jamur *Colletotrichum* sp. Umumnya, antraknosa pada cabai dikendalikan dengan aplikasi fungisida kimia sintesis pada seluruh permukaan buah. Hal ini sangat berbahaya bila dilakukan menjelang panen karena buah cabai juga dikonsumsi segar. Agens pengendali hayati merupakan alternatif pengendalian *Colletotrichum* sp. pada buah cabai. Penelitian bertujuan untuk memperoleh isolat agens pengendali hayati yang dapat menghambat perkecambahan spora *Colletotrichum* sp. penyebab penyakit antraknosa pada buah cabai besar keriting. Penelitian diawali dengan isolasi *Colletotrichum* sp. dari cabai rawit, besar, dan merah keriting. Isolasi menghasilkan dua buah isolat dari cabai merah besar, 5 isolat diisolasi dari cabai merah keriting, dan 7 isolat dari cabai rawit. Uji virulensi dilakukan untuk memperoleh isolat yang paling virulen terhadap cabai merah keriting. Isolat BA asal cabai besar diketahui memiliki virulensi paling tinggi dibandingkan yang lainnya. Tujuh *Trichoderma*, 1 *Gliocladium*, dan 2 APH yang belum diidentifikasi digunakan biakan dalam media cair. Suspensi APH digunakan untuk mengendalikan penyakit antraknosa pada buah cabai merah keriting. Penambahan suspensi LPT2 menyebabkan persentase perkecambahan paling sedikit.

Kata kunci: *Colletotrichum* sp., Antraknosa, Agens pengendali hayati, *Trichoderma* sp, Cabai.

Abstract

Anthrachnose disease in in large curly chilies causes decreased yield quality and high yield loss. The disease is caused by the *Colletotrichum* sp. In general, anthrachnose in chili is controlled by the application of synthetic chemical fungicides on the entire surface of the fruit. This is very dangerous when done just before harvest because chili is also consumed fresh. Biological control agents are an alternative to control *Colletotrichum* sp. on chilies. The aim of the study was to obtain isolates of biological control agents that could inhibit the germination of *Colletotrichum* sp.. The study was conducted with the isolation of *Tricho* sp. of cayenne pepper, large, and curly red. Two isolates were isolated from large red chilies, 5 isolates from curly red chilies, and 7 isolates from cayenne pepper. The virulence test was carried out to obtain the most virulent isolate to curly red chili. BA isolate from large chilies have the highest virulence compared to others. Seven isolates of *Trichoderma*, one isolate of *Gliocladium*, and two

unidentified fungi were used to control anthrachnose in curly red chili. The addition of *Trichoderma* sp. LPT2 suspension caused the lowest percentage of germination.

Key word: *Colletotrichum* sp., Anthrachnose, Biological control agent, *Trichoderma* sp, Chilli.

Pendahuluan

Beberapa jenis *Colletotrichum* diketahui berasosiasi dengan gejala antraknosa pada tanaman. *Colletotrichum acutatum*, *C. capsici*, dan *C. gloeosporioides* ditemukan pada buah cabai bergejala antraknosa di Indonesia (Than *et al.*, 2008). Penyakit antraknosa pada buah cabai dapat berkembang di lapangan, dalam pengiriman, penyimpanan dingin dan penyimpanan rumah tangga. Antraknosa merupakan masalah utama dalam kualitas pemasaran produk *Capsicum* (Ali *et al.*, 2016). Penyakit ini menyebabkan kerusakan hingga 45% (Saxena *et al.*, 2016).

Colletotrichum membentuk bercak berwarna coklat kehitaman dan berlekuk/cekung ke dalam pada permukaan buah cabai. Bercak tersebut kemudian meluas dan membuat buah membusuk dan lunak. Pada bagian tengah dari bercak terbentuk kumpulan titik-titik hitam yang terdiri atas kelompok seta dan konidium jamur. Pada serangan yang parah dapat menyebabkan buah kering dan kerut (Semangun, 2007).

Penelitian global tentang pengendalian antraknosa pada cabai menunjukkan banyak informasi pengendalian pengendalian hayati. Beberapa daun *Aglaia odorata* L., pepaya (*Carica papaya*), *Piper batte*, dan tembakau (Efri *et al.*, 2017; Yulianty *et al.*, 2018; Oktarina *et al.*, 2017; Trisnawati, 2016). Selain memanfaatkan pestisida nabati, agens pengendali hayati yang diketahui dapat mengendalikan antraknosa cabai diantaranya: *Rhodotorula minuta*, *Issatchenkia orientalis*, *Rhodotorula minuta* dengan pengakayaan gula, *Trichoderma harzianum*, *Actinomyces* dan pemanfaatan mikoriza untuk memicu ketahanan tanaman (Hartati *et al.*, 2018; Dharmaputra *et al.*, 2016; Nurbailis *et al.*, 2017; Khairul *et al.*, 2018; Yani dan Mul 2016; Supriati dan Djaya 2016).

Beberapa formulasi fungisida cair berbahan aktif *Trichoderma harzianum* tidak efektif dalam mengendalikan penyakit antraknosa pada cabai besar (Anitasari, 2016). Konsorsium mikroba (*Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, serta *Trichoderma harzianum*) dengan dosis 30 mL/L lebih tinggi dalam menekan perkembangan penyakit antraknosa dibandingkan perlakuan yang lain kecuali perlakuan fungisida dengan bahan aktif propineb 70% (Putro, 2014). *Trichoderma* sp. menekan intensitas penyakit menjadi 61,25% sedikit lebih rendah dibandingkan kontrol (88,75%). Perlakuan *Trichoderma* sp. tetap menunjukkan 100% insidensi penyakit sama dengan kontrol (Afifah, 2017).

Penggunaan *Trichoderma* dalam pengendalian antraknosa pada buah cabai merupakan teknik pengendalian yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan pengendalian penyakit antraknosa menggunakan *Trichoderma* dengan menemukan isolat *Trichoderma* yang memiliki daya hambat terhadap pertumbuhan *Colletotrichum* sp.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta pada bulan April 2021.

Isolasi *Colletotrichum* sp.

Isolasi *Colletotrichum* sp. dari buah cabai dilakukan dengan modifikasi metode isolasi Wakhidah *et al.*, (2021) dan Rawis *et al.*, (2021). Isolasi *Colletotrichum* sp. dari buah cabai dilakukan di dalam laminar air flow. Isolasi dilakukan dari buah cabai rawit, merah keriting dan besar yang bergejala antraknosa. Alkohol 96% disemprot pada tisu steril lalu diusapkan pada seluruh bagian cabai yang bergejala antraknosa. Buah cabai dikeringanginkan hingga alkohol menguap. Jaringan buah cabai antara yang sehat dan bergejala dipotong sebesar sp. 5 × 5 mm menggunakan pisau scalpel. Bagian tersebut diletakkan pada media PDA + asam laktat dan diinkubasi selama 3 hari. Jamur yang tumbuh lalu dimurnikan hingga diperoleh biakan murni *Colletotrichum* sp.

Uji Pertumbuhan koloni *Colletotrichum* sp.

Uji pertumbuhan *Colletotrichum* sp. dilakukan untuk menemukan isolat yang memiliki pertumbuhan paling cepat dan mengetahui hubungan pertumbuhan dengan virulensi isolat. Pengujian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan 3 ulangan per perlakuan. Pertumbuhan *Colletotrichum*

sp. diamati dari diameter koloni pada media PDA. Media PDA dituang pada cawan petri 90 mm. Bagian bawah cawan petri diberi 2 garis saling tegak lurus yang mengikuti diameter cawan petri. Koloni *Colletotrichum* sp. berumur 8 hari dipotong berbentuk lingkaran dengan diameter 10 mm. Potongan koloni *Colletotrichum* sp. diletakkan pada bagian tengah PDA. Diameter koloni yang tumbuh diamati setelah 10 hari inkubasi. Diameter koloni dianalisis menggunakan Sidik Ragam atau Analysis of Variance (ANOVA) pada taraf $\alpha = 5\%$. Apabila ada beda nyata antar perlakuan maka dilanjutkan menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) pada taraf 5%.

Uji virulensi *Colletotrichum* sp.

Uji virulensi *Colletotrichum* sp. dilakukan untuk menemukan isolat yang memiliki virulensi paling tinggi terhadap cabai merah keriting. Uji virulensi dilakukan di dalam laminar air flow. Berbagai isolat *Colletotrichum* sp. yang diperoleh pada tahap isolasi ditumbuhkan pada media PDA selama 14 hari. Buah cabai dicelupkan pada alkohol 96% selama 1 menit. Kemudian buah cabai dicelupkan pada aquades steril selama 1 menit dan dikeringanginkan di atas tisu kering steril. Permukaan buah ditusuk dengan jarum steril sebanyak 5 tusukan yang saling berdekatan. Koloni *Colletotrichum* sp. pada PDA dipotong dengan bor gabus diameter 5 mm. Potongan koloni diletakkan dengan posisi miselium menempel pada permukaan buah cabai yang telah ditusuk dengan jarum. Buah cabai diletakkan pada nampan dengan alas anyaman kawat sehingga tidak langsung menempel pada permukaan nampan. Pada permukaan nampan diletakkan kapas basah steril. Nampan dimasukkan dalam kantong plastik bening dan ditutup dengan selotip. Pengujian ini dilakukan menggunakan RAL dengan 3 ulangan dan setiap ulangan menggunakan 5 buah cabai. Selain isolat-isolat hasil isolasi pada tahap sebelumnya, media PDA kosong juga digunakan sebagai perlakuan kontrol negatif. Buah cabai diinkubasi selama 1 malam. Setelah satu malam potongan koloni pada buah cabai dilepas. Cabai diinkubasi selama 12 hari dan diamati insidensi dan intensitas penyakit. Analisa dilakukan terhadap data insidensi dan intensitas penyakit serta nilai AUDPC untuk keduanya menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) pada taraf $\alpha = 5\%$. Apabila ada beda nyata antar perlakuan maka dilanjutkan menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) pada taraf 5%.

Pengaruh APH terhadap perkecambahan spora *Colletotrichum* sp.

Uji daya hambat berbagai isolat Agens Pengendali Hayati (APH) terhadap perkecambahan spora *Colletotrichum* sp. dilakukan menggunakan isolat *Colletotrichum* sp. paling virulen. Pengujian ini menggunakan RAL dengan 11 perlakuan yang terdiri

atas 10 APH dan 1 Potato Dextrose Broth (PDB) steril. Setiap perlakuan diulang sebanyak 6 kali dan setiap unit sampel diamati 50 spora. APH yang digunakan adalah *Trichoderma* sp., *Gliocladium* sp. dan 2 APH yang belum diidentifikasi (Tabel 1). Isolat APH tersebut merupakan isolat koleksi Laboratorium Proteksi Tanaman UPN "Veteran" Yogyakarta. Satu potong *Colletotrichum* sp. dan APH ukuran 10 × 10 mm ditumbuhkan pada media PDB secara terpisah selama 20 hari. Media Water Agar (WA) dipotong ukuran 10 × 10 mm kemudian disusun pada cawan

petri kosong steril. Sepuluh mikroliter suspensi APH dari PDB diteteskan pada potongan WA diikuti dengan suspensi *Colletotrichum* sp. dalam volume yang sama. Setelah diinkubasi selama 1 malam jumlah spora *Colletotrichum* sp. yang berkecambah diamati menggunakan mikroskop, dianalisis menggunakan Sidik Ragam atau Analysis of Variance (ANOVA) pada taraf $\alpha = 5\%$. Apabila ada beda nyata antar perlakuan maka dilanjutkan menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) pada taraf 5 %.

Hasil dan Pembahasan

Isolasi *Colletotrichum* sp.

Isolasi *Colletotrichum* sp. dari buah cabai memperoleh 14 isolat *Colletotrichum* sp. (Tabel 2). Dua buah isolat diperoleh dari cabai merah besar (BA dan BB), 5 isolat diisolasi dari cabai merang keriting (DPTK1, DPTK2, KA, KC, dan KD), dan 7 isolat dari cabai rawit (DPTR1, DPTR2, RA, RB, RC, RD, dan UPN4).

Uji Pertumbuhan koloni *Colletotrichum* sp.

Gambar 1 menunjukkan rata-rata diameter koloni berbagai isolat *Colletotrichum* sp. pada media PDA setelah 10 hari inkubasi pada suhu ruang. Isolat BA memiliki diameter paling kecil dan UPN4 berdiameter paling besar dari pada isolat lainnya namun perbedaan ini secara statistik tidak signifikan.

Tabel 1 Agens Pengendali Hayati yang digunakan pada uji daya hambat terhadap perkecambahan spora *Colletotrichum* sp.

No.	Kode isolat	Jenis
1.	LPT 1	<i>Gliocladium</i> sp.
2.	LPT 2	<i>Trichoderma harzianum</i>
3.	LPT 3	<i>Trichoderma</i> sp.
4.	LPT 13	<i>Trichoderma</i> sp.
5.	UPN 16	<i>Trichoderma</i> sp.
6.	UPN 17	<i>Trichoderma</i> sp.
7.	UPN 18	<i>Trichoderma</i> sp.
8.	KAT	<i>Trichoderma</i> sp.
9.	RB	Belum diidentifikasi
10.	DPT RI U	Belum diidentifikasi

Tabel 2 Kode dan asal isolat *Colletotrichum* sp. hasil isolasi.

No.	Kode isolat	Asal isolat
1.	BA	Cabai besar
2.	BB	Cabai besar
3.	DPTK1	Cabai merah keriting
4.	DPTK2	Cabai merah keriting
5.	DPTR1	Cabai rawit
6.	DPTR2	Cabai rawit
7.	KA	Cabai merah keriting
8.	KC	Cabai merah keriting
9.	KD	Cabai merah keriting
10.	RA	Cabai rawit
11.	RB	Cabai rawit
12.	RC	Cabai rawit
13.	RD	Cabai rawit
14.	UPN4	Cabai rawit

Uji virulensi Colletotrichum sp.

Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan grafik insidensi, intensitas penyakit dan nilai AUDPC dari grafik insidensi dan intensitas penyakit antraknosa. Pada uji virulensi perlakuan kontrol negatif tidak menunjukkan gejala antraknosa. Hal ini menunjukkan bahwa metode inokulasi *Colletotrichum* sp. yang digunakan berjalan dengan baik. Kejadian penyakit yang muncul dipengaruhi hanya oleh keberadaan koloni *Colletotrichum* sp.

Seluruh isolat *Colletotrichum* sp. dapat menimbulkan penyakit pada buah cabai merah keriting termasuk isolat yang diisolasi dari buah cabai rawit dan besar. Isolat BA dan BB diperoleh dari cabai merah besar dapat menginfeksi cabai merah keriting dengan insidensi dan intensitas yang beragam. Isolat BB memiliki insidensi penyakit 100% berbeda secara signifikan dengan BA (60%). Isolat BB dan BA memiliki intensitas penyakit yang berbeda meski secara statistik tidak signifikan. Isolat DPTR1, DPTR2, RA, RB, RC, RD, dan UPN4 diisolasi dari buar cabai rawit dapat menginfeksi buah cabai merah keriting. Isolat RB, RC, RD, dan UPN4 menyebabkan insidensi penyakit antraknosa pada buah cabai sebesar 100%. Isolat DPTR1, DPTR2, dan RA menunjukan insidensi penyakit lebih dari 80% pada buah cabai merah keriting. Hal ini menunjukkan meski isolat *Colletotrichum* sp. berasal dari jenis cabai yang berbeda (rawit dan besar) tidak mempengaruhi kejadian penyakit antraknosa pada buah cabai merah keriting.

Isolat BB memiliki insidensi dan intensitas penyakit yang paling rendah dibandingkan dengan isolat lainnya. Isolat yang memiliki insidensi penyakit paling tinggi adalah isolat BA, DPTK1, RB, RC, RD, dan UPN4 yaitu 100%. Insidensi penyakit merupakan parameter penting dalam menentukan virulensi patogen, namun tidak menjadi faktor penentu. Kejadian penyakit yang tinggi tidak

menyebabkan kehilangan hasil yang berarti bila tingkat keparahannya (intensitas penyakit) rendah. Oleh karena itu selain insidensi penyakit, intensitas penyakit juga menjadi parameter penting dalam menentukan virulensi patogen. Diantara isolat-isolat yang menyebabkan insidensi penyakit 100% UPN4 memiliki intensitas penyakit paling tinggi diikuti isolat BA. Berdasarkan insidensi dan intensitas penyakit, isolat UPN4 dan BA memiliki virulensi yang tinggi dibandingkan isolat lainnya.

Area Under The Disease Progress Curve (AUDPC) adalah sebuah model untuk membandingkan kejadian dan keparahan penyakit dengan mempertimbangkan perkembangannya dari awal terjadinya penyakit hingga akhir. AUDPC berbeda dengan cara membandingkan kejadian penyakit berdasarkan intensitas dan insidensi penyakit yang hanya diamati pada satu waktu. Intensitas dan insidensi penyakit diamati pada hari ke 12 setelah inokulasi saat perkembangan penyakit paling tinggi. Data intensitas dan insidensi penyakit tidak mempertimbangkan apakah kejadian penyakit yang tinggi tersebut sudah terjadi sejak awal atau baru saja terjadi pada akhir periode pengamatan. Diantara isolat UPN4 dan BA yang memiliki nilai AUDPC insidensi dan intensitas penyakit tertinggi adalah isolat BA meski tidak signifikan secara statistik. Dengan demikian isolat BA menjadi isolat yang paling virulen diantara isolat lainnya.

Isolat BA memiliki virulensi tinggi meskipun pada uji pertumbuhan memiliki pertumbuhan yang paling kecil dari pada isolat lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa diameter koloni pada media PDA tidak dapat digunakan untuk seleksi isolat virulen. Perlu dilakukan inokulasi isolat patogen pada inangnya untuk mengevaluasi isolat apa yang paling virulen.

Gambar 1 Grafik rata-rata diameter koloni *Colletotrichum* sp. setelah 10 hari inkubasi.

Gambar 2 Grafik insidensi dan intensitas penyakit. (-): Kontrol negatif, buah cabai diinokulasi dengan PDA kosong.

Gambar 3 Grafik nilai AUDPC dari insidensi dan intensitas penyakit. (-): Kontrol negatif, buah cabai diinokulasi dengan PDA kosong.

Pengaruh APH terhadap perkecambahan spora *Colletotrichum* sp.

Gambar 4 menunjukkan grafik persentase perkecambahan spora *Colletotrichum* sp. 16,6% spora berkecambah pada perlakuan kontrol negatif yaitu penambahan PDB steril. Pada penambahan suspensi UPN18, LPT1, UPN16, RBU, dan UPN17 persentase spora *Colletotrichum* sp. yang berkecambah lebih besar dari pada kontrol negatif. Pada penambahan isolat LPT13, DPTRIU, LPT3, KAT, dan LPT2 persentase spora *Colletotrichum* sp. yang berkecambah lebih sedikit dibandingkan kontrol. Penambahan LPT2 menunjukkan persentase perkecambahan spora *Colletotrichum* sp. yang paling kecil diantara lainnya meski tidak signifikan secara statistik.

Mekanisme antagonis yang terjadi antara *T. harzianum* terhadap *C. capsici* dan *C. acutatum* berupa kompetisi dan antibiosis. Senyawa antibiosis

bersifat antifungal dapat diperoleh dari metabolit sekunder *Trichoderma* sp (Einy *et al.*,2015). Metabolit sekunder non volatil *Trichoderma* sp. menunjukkan penghambatan sebesar 20,58% terhadap *Colletotrichum* sp. Sedangkan sekunder volatil *Trichoderma* sp. menunjukkan penghambatan sebesar 41,11% terhadap *Colletotrichum* sp. Metabolit sekunder *Trichoderma* sp. Diketahui mengandung senyawa golongan alkaloid (Putri, 2018).

Dalam penelitian ini APH ditumbuhkan pada media PDB selama 20 hari agar membentuk senyawa antibiosis dalam jumlah yang cukup banyak. Namun pengujian menunjukkan tidak ada perbedaan persentase perkecambahan spora yang signifikan secara statistik. Hal ini menunjukkan bahwa isolat APH yang digunakan tidak membentuk atau

membentuk tidak cukup banyak senyawa antibiosis untuk dapat menghambat perkecambahan spora *Colletotrichum sp.* Senyawa antibiosis yang dibentuk oleh APH dalam media PDB akan lebih efektif menghambat pertumbuhan patogen bila diekstrak sehingga terpisah dari senyawa lain.

Salah satu cara untuk memisahkan senyawa antibiosis adalah setelah masa inkubasi jamur APH pada PDB, suspensi jamur ditambah 10% metanol. Metanol dan etil asetat digunakan sebagai pelarut organik untuk mengekstraksi metabolit melalui prosedur ekstraksi pelarut. Metanol dan etil asetat 1:1 dengan suspensi jamur dicampur rata selama 10 menit kemudian didiamkan selama 5 menit sampai terbentuk dua lapisan bening yang tidak bercampur.

Dengan menggunakan mikropipet, dilakukan pemisahan lapisan atas pelarut yang berisi senyawa hasil ekstraksi. Metabolit kasar didapatkan dengan menguapkan pelarut dalam rotary evaporator dalam kondisi vakum hingga didapatkan endapan. Ekstrak kasar kemudian dilarutkan dalam dimetil sulfoksida pada konsentrasi 1 mg/mL-1 dan disimpan pada suhu 4° C selama 24 jam sebelum digunakan (Leylaie dan Zafari, 2018).

Penghambatan pada perkecambahan spora bukan satu satunya mekanisme APH dalam mengendalikan *Colletotrichum sp.*. APH juga dapat menghambat pertumbuhan hifa. Penghambatan pada pertumbuhan hifa terjadi melalui pembentukan senyawa antibiosis dan kompetisi ruang.

Gambar 4 Grafik persentase perkecambahan spora *Colletotrichum sp.*

Kesimpulan

Isolat BA asal buah cabai besar menyebabkan insidensi, intensitas penyakit, nilai AUDPC insidensi dan intensitas pada buah cabai merah keriting. Penambahan suspensi LPT2 menyebabkan persentase perkecambahan paling sedikit (11.7%).

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta atas pendanaan yang diberikan dalam skema hibah internal sehingga penelitian ini dapat terselenggara.

Daftar Pustaka

- Afifah, Z. (2017). Uji antagonis mikroba endofit *Trichoderma sp* dan *Bacillus cereus* terhadap patogen *Colletotrichum capsici* penyebab penyakit antraknosa pada Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Ali, A., Bordoh, P. K., Singh, A., Siddiqui, Y., & Droby, S. (2016). Post-harvest development of anthracnose in pepper (*Capsicum spp.*): Etiology and management strategies. *Crop Protection*, 90, 132-141.
- Anitasari, R. (2016). Pengujian Beberapa Formulasi Biofungisida *Trichoderma harzianum* untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum sp.*) Pada Cabai Besar Di Lapang.

- Dharmaputra, O. S., Sudirman, L. I., & Misnawati, M. M. (2016). Potensi khamir sebagai agens pengendalian hayati *Colletotrichum capsici*, cendawan penyebab antraknosa pada buah cabai. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 7(2), 91-101.
- Efri, E., Aeny, T. N., Maryono, T., & Roanlddi, E. (2017). Pengaruh fraksi ekstrak daun pacar cina (*Aglaia odorata* L.) terhadap pertumbuhan *Colletotrichum capsici* penyebab penyakit antraknosa pada cabai (*Capsicum annuum* L.) secara in vitro. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 17(2), 179-184.
- Einy, E. Q., Ratnayani, R., & Susilawati, L. (2015). Uji Aktivitas antagonis *Trichoderma harzianum* 11035 terhadap *Colletotrichum capsici* TCKR2 dan *Colletotrichum acutatum* TCK1 penyebab antraknosa pada tanaman cabai. In *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Environmental, and Learning* (Vol. 12, No. 1, pp. 892-897).
- Hartati, S., Natawigena, W. D., Istifadah, N., & Dewi, S. R. (2018). Penambahan gula untuk meningkatkan pertumbuhan dan antagonisme khamir *Rhodotorula minuta* terhadap *Colletotrichum acutatum* penyebab antraknosa cabai secara in-vitro. *Agrikultura*, 29(2), 89-99.
- Khairul, I., Montong, V. B., & Ratulangi, M. M. (2018). Uji antagonisme *Trichoderma* sp. Terhadap *Colletotrichum capsici* penyebab penyakit antraknosa pada cabai keriting secara In Vitro. In *COCOS* (Vol. 1, No. 2).
- Leylaie, S., & Zafari, D. (2018). Antiproliferative and antimicrobial activities of secondary metabolites and phylogenetic study of endophytic *Trichoderma* species from Vinca plants. *Frontiers in Microbiology*, 9, 1484.
- Nurbailis, Martinius, & Naipinta R. (2017). Kesintasan Beberapa Jamur Antagonis pada Buah Cabai dan Potensinya dalam Menekan Penyakit Antraknosa yang Disebabkan oleh *Colletotrichum gloeosporioides*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 17(2), 162-169.
- Oktarina, O., Tripama, B., & Rohmah, W. N. (2017). Daya Hambat Biorasionalekstrak Sirih Dan Tembakau Pada *Colletotrichum capsici* Penyebab Penyakit Antraknosa Cabai. *Agrotrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian* (Journal of Agricultural Science), 15(2).
- Putri, A. Y. (2018). Uji aktivitas antifungi dan fitokimia metabolit sekunder kapang endofit *Trichoderma* sp. terhadap kapang patogen *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium oxysporum* pada tanaman cabai (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Putro, N. S., Aini, L. Q., & Abadi, A. L. (2014). Pengujian konsorsium mikroba antagonis untuk mengendalikan penyakit antraknosa pada cabai merah besar (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*, 2(4), pp-44.
- Rawis, N. E., Tanor, M. N., & Nangoy, W. M. (2021). Identifikasi Patogen *Colletotrichum* spp. pada Tanaman Daluga (*Cyrtosperma merkusii* (Hassk.) Schott). *NUKLEUS BIOSAINS*, 2(1), 10-15.
- Saxena, A., Raghuwanshi, R., Gupta, V. K., & Singh, H. B. (2016). Chilli anthracnose: the epidemiology and management. *Frontiers in microbiology*, 7, 1527.
- Semangun, H. (2007). Penyakit-penyakit tanaman hortikultura di Indonesia. Gadjah Mada University Press.
- Supriati, L., Djaya, A. A. (2016). The Control Anthracnose Disease on Red Pepper with Involve Agents *Trichoderma harzianum* and Actinomycetes. *Jurnal Agripeat* 17(1).
- Than, P. P., Prihastuti, H., Phoulivong, S., Taylor, P. W., & Hyde, K. D. (2008). Chilli anthracnose disease caused by *Colletotrichum* species. *Journal of Zhejiang University Science B*, 9(10), 764-778.
- Trisnawati, D. (2016). The Benefits of Piper betle Extract as Inhibitor of Anthracnose (*Colletotrichum acutatum*) on Chili during Storage. Tesis: IPB.
- Yani, R. B., Mul. (2016). Induce resistance of red chili plant to the anthracnose disease by means of inducer indigenous mycorrhiza. *Jurnal Agripeat*, 17(1).
- Yulianty, Y. (2018). Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa yang Disebabkan oleh Jamur *Colletotrichum* sp. pada Cabai (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Mikologi Indonesia*, 2(1), 49-55.
- Wakhidah, N., Kasrina, K., & Bustamam, H. (2021). Keanekaragaman Jamur Patogen pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) di Dataran Rendah. *Konservasi Hayati*, 17(2), 63-68.