

Uji antagonis *Trichoderma* spp. Terhadap *Colletotrichum* spp. penyebab penyakit antraknosa pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens*) Secara In Vitro

Yuping Safitri¹, Rizki Pradana², Ika Afifah Nugraheni¹, Dinar Mindrati Fardhani^{1*}

¹Program Studi Bioteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Aisyiyah Yogyakarta

²Laboratorium Pengamatan Hama dan Penyakit Tanaman, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta

Email: dinar@unisayogya.ac.id

Abstrak

Penyakit antraknosa, yang disebabkan oleh jamur *Colletotrichum* spp., merupakan salah satu masalah utama dalam budidaya tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens*). Urgensi penelitian ini adalah perlu dilakukannya upaya pengendalian penyakit yang aman dan ramah lingkungan. Salah satu metode yang telah banyak dikembangkan adalah dengan memanfaatkan agensia hayati, seperti *Trichoderma* spp., yang berperan secara antagonis dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum* spp. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kemampuan antagonis *Trichoderma* spp. terhadap *Colletotrichum* spp. secara in vitro pada tanaman cabai rawit *Capsicum frutescens*. Metode uji dilakukan menggunakan metode dual culture untuk mengetahui persentase penghambatan dengan mempelajari interaksi antara koloni *Trichoderma* spp. dan *Colletotrichum* spp. pada media kultur Potato Dextrose Agar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Trichoderma* spp. mampu menghambat pertumbuhan *Colletotrichum* spp. dengan persentase rata-rata 33% pada hari ketiga setelah inokulasi, 53% pada hari keempat setelah inokulasi, dan 74% pada hari kelima setelah inokulasi. Kata kunci: antraknosa, antagonis, cabe rawit, *Colletotrichum* spp., *Trichoderma* spp.

1. Pendahuluan

Budidaya komoditas pertanian, seperti cabai, menjadi sektor penting dalam pemenuhan kebutuhan pangan bagi seluruh masyarakat. Namun, selalu ditemukan hambatan yang menurunkan kualitas dan kuantitas hasil produksi. Salah satu faktor yang menyebabkan penurunan hasil produksi pada tanaman cabai adalah adanya serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) berupa hama, patogen, dan gulma. Salah satu komoditas hortikultura yang banyak dibudidayakan oleh petani di Indonesia adalah cabai rawit (Juhaeni & Priyadi, 2023). Setiap musim tanam, penyakit utama yang sering ditemukan pada tanaman cabai adalah penyakit antraknosa yang disebabkan oleh jamur *Colletotrichum* spp. (Nur Wakhidah, 2021). Penyakit ini dapat mengakibatkan penurunan hasil sampai 50 persen lebih dan dapat terjadi sejak tanaman di lapangan sampai tanaman dipanen. Pengendalian penyakit antraknosa umumnya masih menggunakan pestisida kimia karena dianggap lebih mudah dan efektif. Namun, penggunaan pestisida kimia dalam jangka waktu yang panjang akan memberikan dampak negatif bagi lingkungan maupun manusia. Oleh karena itu, diperlukan usaha pengendalian secara hayati yang dapat dilakukan untuk mengurangi residu terhadap penggunaan pestisida kimia.

Salah satu cara pengendalian yang aman dan tidak mencemari lingkungan adalah dengan menggunakan agensia hayati. *Trichoderma* spp. dapat dipilih untuk mengendalikan penyakit antraknosa pada tanaman cabai karena memiliki sifat antagonisme terhadap patogen berupa kompetisi ruang dan nutrisi, mikro parasit, dan antibiosis. Selain itu, jamur *Trichoderma* spp. mudah diisolasi, memiliki daya adaptasi luas, mudah ditemukan di tanah areal pertanaman, dapat tumbuh dengan cepat pada berbagai substrat, memiliki kisaran mikoparasitisme yang luas, dan tidak bersifat patogen pada tanaman. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui daya hambat *Trichoderma* spp. terhadap *Colletotrichum* spp. penyebab penyakit antraknosa secara in vitro.

Colletotrichum spp. merupakan jamur patogen penyebab penyakit antraknosa pada berbagai jenis tanaman, seperti: tomat, terong, pepaya, mangga, cabai dan tanaman lainnya (Mayasari et al., 2022). Penyakit antraknosa dapat muncul pada bagian daun, batang, dan buah tanaman inang. Gejala awal penyakit antraknosa yang terdapat pada tanaman cabai mula-mula berbentuk bintik-bintik kecil berwarna kehitaman dan berlekuk, pada buah yang masih hijau atau yang sudah masak (Ainy et al., 2015).

Antraknosa pada cabai adalah penyakit yang paling sering dijumpai dan hampir selalu terjadi di setiap daerah pertanaman cabai (Saxena et al., 2016). Penyakit ini dapat mengakibatkan penurunan hasil sampai 50 persen lebih. Infeksi patogen dapat terjadi sejak tanaman di lapangan sampai tanaman

dipanen, karena dapat menurunkan produksi baik secara kualitas maupun kuantitas sehingga dibutuhkan metode pengendalian yang tepat (Nurjasma & Suryani, 2020).

Pengendalian penyakit antraknosa umumnya masih menggunakan pestisida kimia karena dianggap lebih mudah dan efektif. Namun, pada penggunaan pestisida kimia dalam jangka waktu yang panjang akan memberikan dampak negatif bagi lingkungan maupun manusia. Sehingga diperlukan usaha pengendalian secara hayati yang dapat dilakukan untuk mengurangi residu terhadap penggunaan pestisida kimia. Penggunaan agensia hayati merupakan cara pengendalian yang aman dan tidak mencemari lingkungan (Agustina et al., 2019).

Penggunaan *Trichoderma* spp. dapat dipilih untuk mengendalikan penyakit antraknosa, karena memiliki sifat antagonisme terhadap patogen berupa kompetisi ruang dan nutrisi, mikro parasit dan antibiosis. Selain itu jamur *Trichoderma* spp. adalah jamur saprofit karena memiliki sifat antagonisme terhadap patogen berupa kompetisi ruang dan nutrisi, mikro parasit dan antibiosis. juga memiliki beberapa kelebihan seperti mudah diisolasi, daya adaptasi luas, mudah ditemukan di tanah areal pertanian, dapat tumbuh dengan cepat pada berbagai substrat, memiliki kisaran mikoparasitisme yang luas dan tidak bersifat patogen pada tanaman (Gusnawaty et al., 2015).

Berdasarkan uraian di atas dengan asumsi bahwa *Trichoderma* spp. memiliki kemampuan antagonisme yang tinggi maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui daya hambat *Trichoderma* spp., terhadap *Colletotrichum* spp. penyebab penyakit antraknosa secara in vitro.

Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah untuk menguji daya antagonisme antara agen hayati *Trichoderma* spp. terhadap *Colletotrichum* spp. penyebab penyakit antraknosa, secara in vitro. Serta untuk menghitung persentase daya hambat agensia hayati *Trichoderma* spp. terhadap perkembangan jamur *Colletotrichum* spp. pada tanaman cabai rawit. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan informasi kepada petani tentang metode alternatif pengendalian jamur *Colletotrichum* spp. untuk mengendalikan penyakit antraknosa pada cabai rawit (*Capsicum frutescens*).

2. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pengamatan Hama Penyakit Tanaman (LPHPT) Pandak Bantul yang beralamat di Jl. Srandakan, Kauman, Wijirejo, Kecamatan Pandak, Kabupaten Bantul, Yogyakarta 55761. Kegiatan PKL dilaksanakan pada 01 Februari sampai dengan 04 Maret 2023.

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah LAF (*Laminar Air Flow*), cawan petri diameter 9 cm, bor gabus (*cork borer*) diameter 0,5 cm dan jarum ose, plastik wrap, bunsen. Sedangkan bahan yang digunakan meliputi media *Potato Dextrose Agar* (PDA), alkohol 70%, isolat *Trichoderma* spp. dan isolat patogen penyebab antraknosa.

2.2 Peremajaan isolat *Trichoderma* spp

Isolat *Trichoderma* spp. diperoleh dari Laboratorium Pengamatan Hama Penyakit Tanaman (LPHPT) Pandak Bantul yang kemudian diremajakan pada media baru, lalu diinkubasi selama 7 hari, untuk mendapatkan biakan murni. Proses peremajaan isolat dimulai dengan pembuatan media PDA, dengan memasukkan 39 g media ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 1000 mL aquades. Kemudian, larutan tersebut dipanaskan hingga mendidih dan homogen. Setelah homogen, larutan dibiarkan mendingin secara alami hingga suhu mencapai 36-37 °C. Setelah itu, erlenmeyer ditutup menggunakan kapas dan aluminium foil untuk menjaga sterilisasi. Media kemudian disterilkan di dalam autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit dengan tekanan satu atm. Proses ini penting untuk membunuh mikroorganisme yang ada dalam media. Setelah proses sterilisasi selesai, media dituangkan ke dalam cawan petri dengan hati-hati dan dibiarkan agar mengeras atau memadat. Hal ini akan membentuk permukaan padat yang digunakan untuk kultur mikroba. Kemudian isolat kultur koleksi diinokulasikan secara goresan di atas permukaan media padat.

2.3 Isolasi *Colletotrichum* spp.

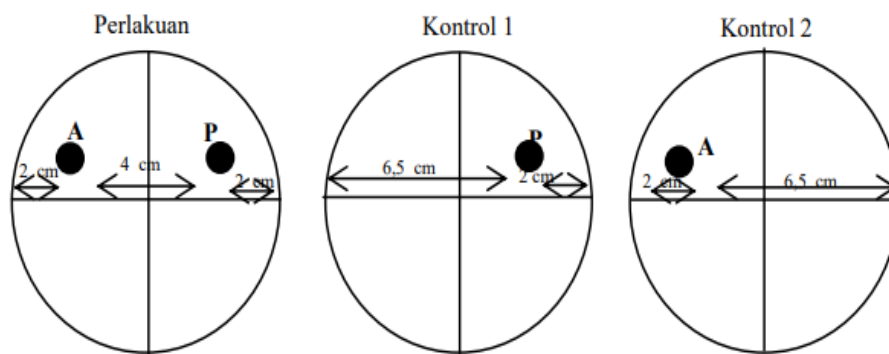
Bahan tanaman diperoleh dari kebun petani di Wijirejo Kecamatan Pandak, Kabupaten Bantul yang menunjukkan gejala terserang antraknosa pada buah, kemudian diambil dan dimasukkan kedalam

kantong plastik dan diberi label sebagai bahan untuk diisolasi dan menentukan penyebab penyakit. Sebelum diisolasi cabai yang memiliki gejala antraknosa di cek terlebih dahulu dengan cara mengambil permukaan cabai menggunakan jarum ose, kemudian diletakkan pada permukaan gelas objek lalu ditetesi dengan metilen biru kemudian ditutup dengan gelas penutup. Setelah itu dilakukan pengamatan menggunakan mikroskop untuk melihat karakteristik morfologi penyakit antraknosa. Setelah sudah dipastikan karakteristik penyakit antraknosa kemudian dilakukan proses isolasi.

Isolasi penyakit antraknosa pada tanaman cabai melalui beberapa tahap. Pertama, cabai yang bergejala penyakit disortir dan dipotong-potong berukuran kurang lebih 0,5 cm x 0,5 cm. Sebelum memulai proses isolasi, semprotkan larutan alkohol 70% ke telapak tangan Anda untuk mencegah kontaminasi yang tidak diinginkan. Selanjutnya siapkan cawan Petri yang berisi media PDA dan panaskan dengan pembakar Bunsen sebelum dibuka. Kemudian letakkan potongan cabai tersebut di atas permukaan media PDA dan tutupi. Terakhir bungkus cawan Petri dengan plastik wrap dan amati morfologi yang sesuai dengan ciri-ciri penyakit antraknosa. Pada hari ketujuh setelah isolasi, dilakukan subkultur sampel untuk mendapatkan biakan murni

2.4 Uji Antagonis Secara in vitro

Uji antagonis dilakukan dengan menggunakan metode biakan ganda. Pertama disiapkan terlebih dahulu cawan Petri berukuran 9 cm berisi media PDA kemudian biakan murni *Trichoderma* spp. isolat berumur 7 hari diinokulasikan ke dalam media menggunakan alat penggerak gabus dengan diameter 0,5 cm dari tepi koloni. Tempatkan *Trichoderma* spp. Isolasi potongan pada media PDA dengan jarak 2 cm dari tepi cawan petri dan beri tanda T. Kemudian biakan murni *Colletotrichum* spp. yang telah disiapkan diambil dengan *cork borer* berdiameter 0,5 cm dari tepi koloni. Potongan isolat *Colletotrichum* spp. kemudian diinokulasikan pada media PDA di cawan Petri dengan jarak 2 cm dari tepi cawan Petri di seberang *Trichoderma* spp. ditandai dengan P. Sebagai kontrol, isolat patogen diletakkan pada media PDA tanpa *Trichoderma* spp. Pertumbuhan koloni kemudian diamati pada masing-masing cendawan hingga terjadi kontak antara *Trichoderma* spp. dan *Colletotrichum* spp. Lokasi peletakan sampel uji antagonis tampak pada Gambar 1.



Gambar 1. Peletakan Sampel pada Uji Antagonis Sumber: Badan Standardisasi Nasional (2014)

Keterangan:

A: *Trichoderma* spp.

B: *Colletotrichum* spp.

2.5 Analisis persentase penghambatan

Pengamatan luas dan diameter koloni *Trichoderma* spp. dan *Colletotrichum* spp. dilakukan pada umur 1 HSI (hari setelah inokulasi), sampai 5 HIS. Menurut Badan Standardisasi Nasional (2014) Persentase hambatan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Z = \frac{(r1 - r2)}{r1} \times 100\%$$

Keterangan:

Z adalah Persentase penghambatan

r1 adalah jari-jari *Colletotrichum* spp tanpa *Trichoderma* spp. (kontrol)

r2 adalah jari-jari *Colletotrichum* spp. dengan *Trichoderma* spp. (perlakuan)

Perhitungan dilakukan dengan cara mengukur diameter arah radial pertumbuhan jamur sebanyak satu garis lurus menggunakan penggaris milimeter.

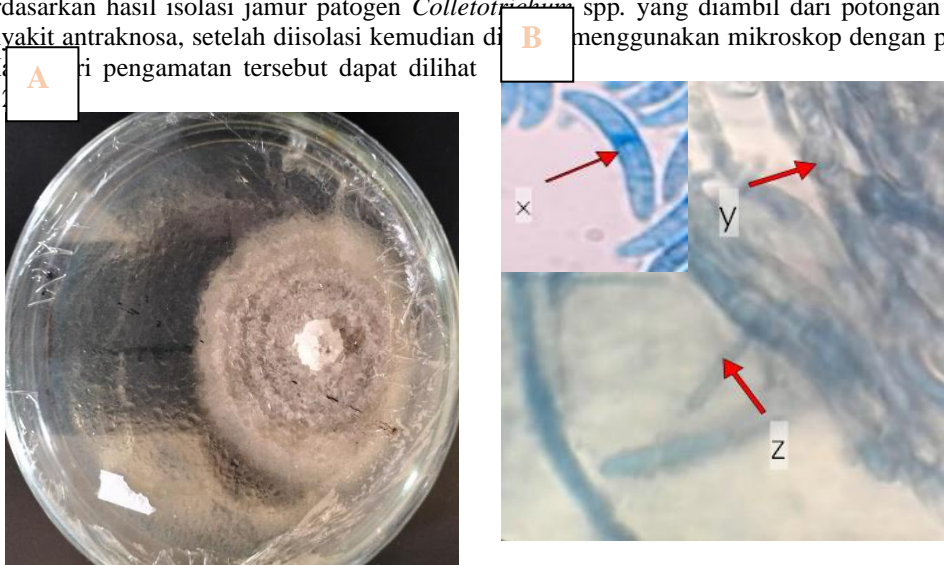
2.6 Pengamatan visual dan Mikroskopis

Pengamatan dilakukan dengan dua cara yaitu secara visual dan mikroskopis. Pengamatan secara visual dilakukan dengan melihat zona/luas pertumbuhan dari masing-masing lempeng inokulum *Trichoderma* spp. dan *Colletotrichum* spp. Sedangkan pengamatan secara mikroskopis dilakukan dengan cara mengamati *Trichoderma* spp. dan *Colletotrichum* spp. dengan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 100×.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Identifikasi *Colletotrichum* spp.

Berdasarkan hasil isolasi jamur patogen *Colletotrichum* spp. yang diambil dari potongan buah terinfeksi oleh penyakit antraknosa, setelah diisolasi kemudian diobservasi menggunakan mikroskop dengan perbesaran lensa 100×. Hasil pengamatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

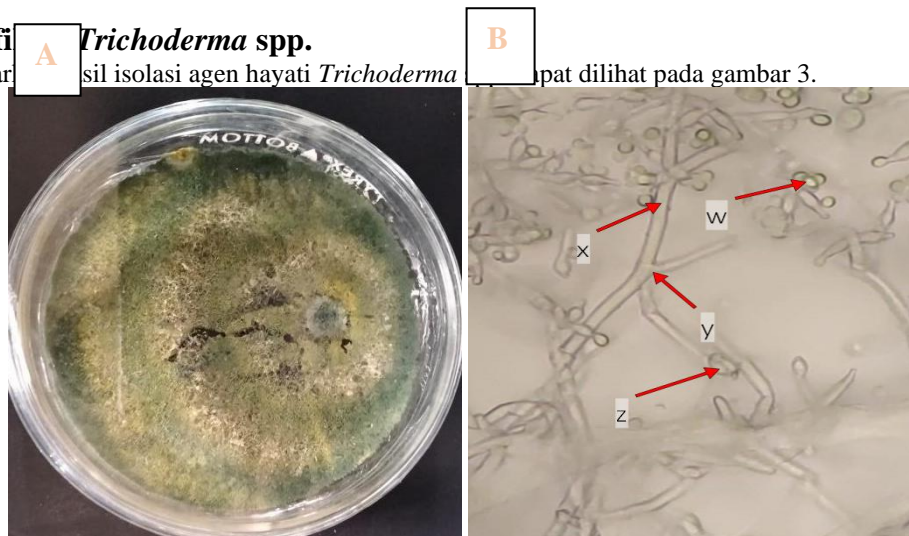


Gambar 2. (A) *Colletotrichum* spp. pada media PDA, (B) Bentuk mikroskopis perbesaran 100× *Colletotrichum* spp. Sumber: Koleksi Pribadi 2023 x. Konidia; y. Appressorium; z. Hifa

Dari hasil isolasi dan pengamatan secara mikroskopis dengan perbesaran 100× dapat dipastikan bahwa jamur yang menyerang sampel buah cabai merupakan *Colletotrichum* spp. yakni koloni jamur berwarna putih dengan hifa menebal seperti kapas dan halus serta tepi koloni rata. Bagian bawah koloni jamur berwarna putih hingga berwarna krem (De Silva *et al.*, 2017). Serta memiliki karakteristik mikromorfologis yakni konidia berbentuk lunate (sabit) sehingga bersifat hialin, serta memiliki appressorium, hifa bersepta dan bercabang (Muliani *et al.*, 2019).

3.2 Identifikasi *Trichoderma* spp.

Berdasarkan hasil isolasi agen hayati *Trichoderma* spp. dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. (A) *Trichoderma* spp. pada media PDA Sumber: Koleksi Pribadi 2023 (B) Bentuk mikroskopis

perbesaran 100× *Trichoderma* spp. Sumber: Dokumen LPHPT. w. Konidia; x. Konidiofor; y. Cabang konidiofor; z. Fialid

Dari hasil isolasi jamur *Trichoderma* spp. dapat tumbuh dengan cepat pada media PDA dan pada awal pertumbuhannya mula-mula memiliki koloni berwarna putih kehijauan yang setelah hari ke-5 warna koloni berubah menjadi hijau terang dan akhirnya menjadi hijau gelap. Pada pengamatan bentuk secara mikroskopis dapat dipastikan bahwa jamur hasil isolasi tersebut merupakan jamur antagonis *Trichoderma* spp. Jamur *Trichoderma* spp. memiliki ciri morfologi sebagai berikut: miselium berseptata, konidiofor nya bercabang dengan arah yang berlawanan, konidianya berbentuk bulat atau oval dan satu sel melekat satu sama lain, wama hijau terang Setelah konidia atau tubuh buahnya terbentuk maka jamur ini akan terlihat berwarna hijau gelap (Devi *et al.*, 2000 dalam (Khairul *et al.*, 2018).

3.3 Pertumbuhan koloni *Colletotrichum* spp. dan *Trichoderma* spp.

Pertumbuhan koloni *Colletotrichum* spp. dan *Trichoderma* spp. dapat diketahui dengan cara mengukur diameter koloni menggunakan penggaris milimeter dimulai dari hari pertama sampai hari ke-5 setelah penanaman atau inokulasi. Laju pertumbuhan dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1. Rerata Diameter Koloni *Colletotrichum* spp. dan *Trichoderma* spp.

Jenis Jamur	Diameter Koloni (mm) Hari ke-				
	1	2	3	4	5
<i>Colletotrichum</i> spp. (Kontrol)	4	12	17	25	32
<i>Trichoderma</i> spp. (Kontrol)	11	34	45	67	80
<i>Colletotrichum</i> spp.+ <i>Trichoderma</i> spp. (Perlakuan)	0	3	5	7	14

Hasil pengamatan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pertumbuhan koloni jamur *Trichoderma* spp. lebih cepat bila dibandingkan dengan jamur *Colletotrichum* spp. Pada pengamatan hari ke-5 jamur *Trichoderma* spp. tumbuh dengan diameter koloni 80 mm pada kontrol, sedangkan pertumbuhan koloni jamur *Colletotrichum* spp. pada pengamatan hari ke-5 hanya dapat tumbuh dengan diameter 35 mm pada kontrol. Adapun diameter koloni pada perlakuan dual kultur terjadi peningkatan pertumbuhan pada hari ke 2 setelah inokulasi yakni 3 mm dan pertumbuhan signifikan terjadi pada hari ke-4 dan ke-5 setelah inokulasi.

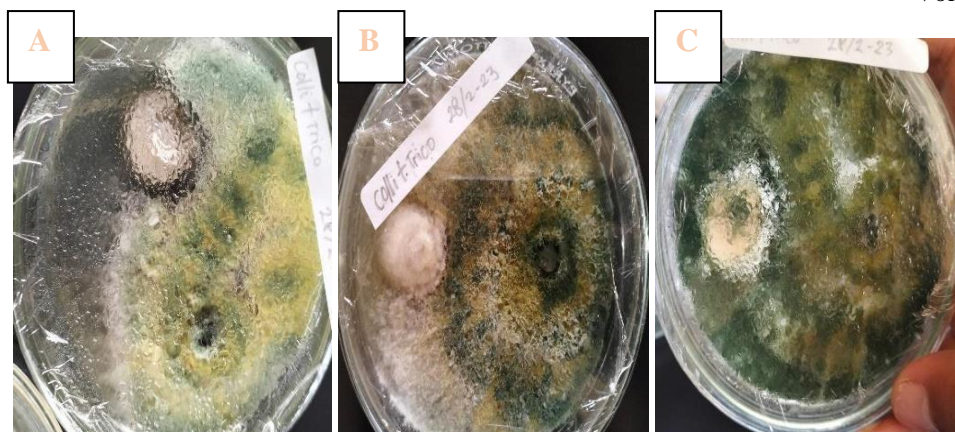
3.4 Persentase hambatan koloni *Colletotrichum* spp. dan *Trichoderma* spp.

Persentase penghambatan jamur antagonis *Trichoderma* spp. terhadap jamur patogen *Colletotrichum* spp. diamati dari hari ke-3 sampai hari ke-5 dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 2. Persentase hambatan pada Uji Antagonis *Trichoderma* spp. terhadap *Colletotrichum* spp.

Hari Pengamatan	Persentase Hambatan (%)
H3	33
H4	53
H5	74

Persentase penghambatan antagonis *Trichoderma* spp. terhadap *Colletotrichum* spp. dimulai pada hari ke-3 setelah inokulasi dengan diameter penghambatannya adalah 33%. Pada hari keempat setelah inokulasi, terjadi peningkatan penghambatan yang cukup signifikan terhadap patogen yakni sebesar 53 %. Selanjutnya pada hari ke-5 setelah inokulasi, seluruh permukaan koloni patogen telah ditutupi oleh koloni antagonis dimana persentase penghambatannya mencapai angka 74%. Hal ini cukup membuktikan bahwa jamur antagonis *Trichoderma* spp. sangat efektif dalam mengendalikan atau menghambat pertumbuhan dari patogen *Colletotrichum* spp. Proses antagonisme antara *Trichoderma* spp. terhadap *Colletotrichum* spp. pada hari ke-3 sampai dengan hari ke-5 setelah inokulasi dapat dilihat seperti pada gambar 2.



Gambar 4. Uji antagonis, *Trichoderma* spp. terhadap *Colletotrichum* spp. (A) Hari ke-3 setelah penanaman, (B) Hari ke-4 setelah penanaman dan (C) Hari ke-5 setelah penanaman

Hasil pengamatan ini menunjukkan bahwa jamur *Trichoderma* spp. mampu menghambat pertumbuhan dari jamur *Colletotrichum* spp. *Trichoderma* spp. diketahui menghambat pertumbuhan *Colletotrichum* spp. melalui berbagai mekanisme, antara lain produksi senyawa antijamur. Salah satu senyawa anti jamur yang dihasilkan oleh *Trichoderma* spp. adalah trichodermin, yang telah terbukti memiliki aktivitas antijamur. Trichodermin bekerja dengan menghambat enzim yang terlibat dalam biosintesis ergosterol, seperti enzim lanosterol 14 α -demethylase (Rahman *et al.*, 2018). Dengan menghambat sintesis ergosterol, *Trichoderma* spp. mengganggu fungsi dan integritas membran sel jamur patogen. Ergosterol berperan penting dalam mempertahankan kekakuan membran sel jamur dan mengatur fluiditasnya. Ketidakkampuan jamur patogen untuk memproduksi ergosterol yang cukup mengganggu fungsi membran selnya, menyebabkan kebocoran membran, dan akhirnya menghambat pertumbuhan dan replikasi jamur (Purnama Ramdan *et al.*, 2021).

Selain menghambat sintesis ergosterol, senyawa anti jamur *Trichoderma* spp. juga dapat memiliki mekanisme aksi lain seperti produksi enzim lisis yang merusak dinding sel jamur, menghasilkan senyawa antibiotik, serta menginduksi sistem pertahanan tanaman untuk melawan infeksi jamur. Mekanisme antijamur dapat terjadi karena *Trichoderma* spp. menghasilkan beberapa toksin mirip antibiotik seperti alametichin, paracelsin, dan tricotoksin yang dapat menghancurkan sel cendawan lainnya melalui perusakan terhadap permeabilitas dinding sel (Molebila *et al.*, 2020). Selain itu, *Trichoderma* spp. dapat bersaing dengan *Colletotrichum* spp. untuk nutrisi, air, dan ruang, karena mereka menempati relung ekologis yang sama. Sehingga *Trichoderma* spp. dapat menginduksi respons pertahanan tanaman, seperti produksi fitohormon dan protein terkait patogenesis, yang dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap *Colletotrichum* spp. dan patogen lainnya. Mekanisme yang digunakan oleh *Trichoderma* untuk menghambat *Colletotrichum* spp. seringkali multifungsi dan mungkin melibatkan kombinasi dari mekanisme ini (Lahlali *et al.*, 2022).

4 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah jamur *Trichoderma* spp. dapat menghambat pertumbuhan dari jamur *Colletotrichum* spp. Keberhasilan uji antagonisme tersebut diketahui melalui data laju pertumbuhan diameter koloni patogen memiliki persentase penghambatan 33 % pada hari ketiga setelah isolasi; 53 % pada hari keempat setelah isolasi dan 74 % pada hari kelima setelah isolasi.

5 Saran

Saran dari penelitian ini diperlukan penelitian lanjutan secara in-vivo untuk mengetahui potensi *Trichoderma* spp. sebagai biofungisida dalam upaya mengendalikan *Colletotrichum* spp. penyebab penyakit antraknosa.

Daftar Pustaka

Agustina, D., Triasih, U., Dwiastuti, M. E., & Wicaksono, R. C. (2019). Potential Of Antagonistic Fungi In Inhibiting The Growth Of Botryodiplodia Theobromae Fungi Causes Stem Rot Disease In Citrus. *Jurnal Agronida*, 5(1), 1–6. <https://doi.org/10.30997/Jag.V5i1.1852>

- Ainy, 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. *Jurnal Biologi*, 892–897.
- Badan Standardisasi Nasional. (2014). *Agens Pengendali Hayati (Aph) – Bagian 3* :
- De Silva, D. D., Crous, P. W., Ades, P. K., Hyde, K. D., & Taylor, P. W. J. (2017). Life Styles Of Colletotrichum Species And Implications For Plant Biosecurity. *Fungal Biology Reviews*, 31(3), 155–168. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2017.05.001>
- Gusnawaty, H., Taufik, M., & Herman, H. (2015). Efektifitas Trichoderma Indigenus Sulawesi Tenggara Sebagai Biofungisida Terhadap Colletotrichum Sp. Secara In- Vitro. *Jurnal Agroteknos*, 4(1), 38–43. <https://doi.org/10.56189/ja.v4i1.204>
- Juhaeni, A. H., & Priyadi, R. (2023). The Productivity Of Red Chili (Capsicum Annum L.) Improvement Using Inorganic Fertilizer And Biofertilizer: Implications For Sustainable Agriculture. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(3), 63–69. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i3.4933>
- Khairul, I., Montong, V. B., & Ratulangi, M. M. (2018). Uji Antagonisme Trichoderma Sp. Terhadap Colletotrichum Capsici Penyebab Penyakit Antraknosa Pada Cabai Kering Secara In Vitro. *Cocos*, 1(2), 1–8.
- Lahlali, R., Ezrari, S., Radouane, N., Kenfaoui, J., Esmaeel, Q., El Hamss, H., Belabess, Z., & Barka, E. A. (2022). Biological Control Of Plant Pathogens: A Global Perspective. In *Microorganisms* (Vol. 10, Issue 3). <https://doi.org/10.3390/microorganisms10030596>
- Mayasari, D. A., Sastrahidayat, I. R., & Djauhari, S. (2022). Eksplorasi Jamur Filoplane Pada Daun Tanaman Pedang-Pedangan (Sansevieria Trifasciata) Dan Uji Kemampuan Antagonismenya Terhadap Penyakit Antraknosa (Colletotrichum Sansevieriae). *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan*, 10(3), 141–147. <https://doi.org/10.21776/ub.jurnalhpt.2022.010.3.4>
- Molebila, D. Y., Rosmana, A., & Tresnaputra, U. S. (2020). Trichoderma Asal Akar Kopi Dari Alor: Karakterisasi Morfologi Dan Keefektifannya Menghambat Colletotrichum Penyebab Penyakit Antraknosa Secara In Vitro. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 16(2), 61–68. <https://doi.org/10.14692/jfi.16.2.61-68>
- Muliani, Y., Krestini, E. H., & Anwar, A. (2019). Uji Antagonis Agensia Hayati Trichoderma Spp. Terhadap Colletotrichum Capsici Sydow Penyebab Penyakit Antraknosa Pada Tanaman Cabai Rawit Capsicum Frutescens L. *Agroscrip Journal Of Applied Agricultural Sciences*, 1(1). <https://doi.org/10.36423/agroscrip.v1i1.181>
- Nur Wakhidah, K. H. B. (2021). 17920-Article Text-42494-48737-10-20211030. *Konservasi Hayati*, 17(2), 63–68.
- Nurjasmi, R., & Suryani, S. (2020). Uji Antagonis Actinomycetes Terhadap Patogen Colletotrichum Capsici Penyebab Penyakit Antraknosa Pada Buah Cabai Rawit. *Jurnal Ilmiah Respati*, 11(1), 1–12. <https://doi.org/10.52643/jir.v11i1.843>
- Purnama Ramdan, E., Irene Kanny, P., Ega Elman Miska, M., & Ayu Lestari, S. (2021). Penekanan Pertumbuhan Colletotrichum Sp. Penyebab Penyakit Antraknosa Oleh Beberapa Agens Hayati Pada Skala In Vitro. *Online) Oktober*, 24(2). <https://doi.org/10.30596/agrium>
- Rahman, M., Ansari, T., Alam, M., Moni, J., & Ahmed, M. (2018). Efficacy Of Trichoderma Against Colletotrichum Capsici Causing Fruit Rot Due To Anthracnose Of Chili (Capsicum Annum L.). *The Agriculturists*, 16(02), 75–87. <https://doi.org/10.3329/agric.v16i02.40345>
- Saxena, A., Raghuwanshi, R., Gupta, V. K., & Singh, H. B. (2016). Chilli Anthracnose: The Epidemiology And Management. *Frontiers In Microbiology*, 7(Sep), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01527>