

UJI KEMAMPUAN *Trichoderma* spp. DALAM MENGHAMBAT *Colletotrichum gloeosporioides* PENYEBAB PENYAKIT ANTRAKNOSA PADA TANAMAN TOMAT

Maria Wahyu Kurniati Kata¹, Agnes V. Simamora^{1*}, Mayavira V. Hahuly¹, Petronella S. Nenotek¹

¹Minat Perlindungan Tanaman Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana

*Email: asimamora@staf.undana.ac.id

Abstark

Kata Kunci:
antraknosa, mekanisme penghambatan, pengendalian hayati, severitas penyakit.

*Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas *Trichoderma asperellum*, *Trichoderma hamatum*, *Trichoderma harzianum*, dan *Trichoderma viride* dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum gloeosporioides*, penyebab penyakit antraknosa pada tanaman tomat. Penelitian ini dilakukan secara *in vitro* dan *in vivo*. Pada penelitian *in vitro*, *T. asperellum*, *T. hamatum*, *T. harzianum*, dan *T. viride* diuji secara *dual culture* untuk menghambat *Colletotrichum gloeosporioides*. Pada penelitian *in vivo*, *Trichoderma asperellum* diuji kemampuannya dalam menghambat perkembangan penyakit antraknosa dalam percobaan pot. Perlakuan yang dicobakan adalah: W0+ = Kontrol, pot diinokulasi dengan *Colletotrichum gloeosporioides*; W0- = Kontrol, tanpa inokulasi *C. gloeosporioides* maupun *T. asperellum*; W1 = pot diinokulasi dengan 15 g *T. asperellum* 2 minggu sebelum diinokulasi dengan *C. gloeosporioides*; W2 = pot diinokulasi dengan 30 g *T. asperellum* 2 minggu sebelum diinokulasi dengan *C. gloeosporioides*; W3 = pot diinokulasi dengan 60 g *T. asperellum* 2 minggu sebelum diinokulasi dengan *C. gloeosporioides*; W4 = pot diinokulasi dengan 15 g *T. asperellum* pada waktu yang sama dengan inokulasi *C. gloeosporioides*; W5 = pot diinokulasi dengan 30 g *T. asperellum* pada waktu yang sama dengan inokulasi *C. gloeosporioides*; W6 = pot diinokulasi dengan 60 g *T. asperellum* pada waktu yang sama dengan inokulasi *C. gloeosporioides*. Parameter yang diamati adalah gejala dan severitas penyakit. Hasil penelitian *in vitro* menunjukkan bahwa *T. asperellum*, *T. hamatum*, *T. harzianum*, dan *T. viride* mampu menghambat pertumbuhan *Colletotrichum gloeosporioides* dengan persentase penghambatan berturut-turut adalah 83,97%, 73,97%, 77,06%, 61,03%. Hasil uji *in vivo* menunjukkan bahwa gejala penyakit antraknosa pada daun tomat adalah bintik berwarna cokelat, berkembang menjadi bercak cokelat kehitaman dan membentuk bundaran cekung berwarna hitam dengan halo berwarna kuning. Pemberian *T. asperellum* dua minggu sebelum diinokulasi dengan *C. gloeosporioides* menghasilkan severitas penyakit yang paling rendah.*

1. PENDAHULUAN

Kendala yang dialami para petani tomat pada saat ini, adalah adanya gangguan organisme pengganggu tanaman (OPT), yang dapat menurunkan kualitas dan kuantitas tomat. Salah satu penyakit penting pada tanaman tomat yang merugikan adalah penyakit antraknosa yang disebabkan oleh *Colletotrichum* spp.

Gejala utama penyakit antraknosa adalah bercak pada buah, namun daun, batang, atau akar juga dapat terinfeksi. Buah yang terinfeksi ketika masih hijau biasanya tidak menunjukkan bercak yang jelas hingga saat pematangan. Buah menjadi semakin rentan saat mendekati kematangannya. Pada awalnya, buah yang terinfeksi memiliki bercak kecil yang agak cekung, berbentuk lingkaran. Bercak-bercak tersebut tumbuh hingga berdiameter sekitar 1 cm, lebih gelap dengan cincin-cincin konsentris, dan lebih cekung. Umumnya pusat bercak berwarna cokelat muda dan memiliki bayak titik hitam (mikrosklerotia dan acervuli). Daging di bawah lesi dapat memiliki warna yang lebih terang daripada jaringan di sekitarnya. Jika daun terinfeksi, area kecil berbentuk lingkaran dengan jaringan mati yang gelap, sering dikelilingi oleh halo kuning. Daun yang paling tua adalah yang paling sering terinfeksi/ alar dapat memiliki lesi cokelat dan akan mengandung mikrosklerotia saat membusuk. Karena kerusakan akar, tanaman yang terinfeksi mudah dicabut (Kumar et al, 2017).

Antraknosa merupakan penyakit yang sangat berbahaya, terutama saat musim hujan. Hal ini disebabkan oleh perkecambahan konidia *Colletotrichum* spp. dan tingkat keparahan penyakit antraknosa sangat dipengaruhi oleh kelembaban yang tinggi. Antraknosa kurang dijumpai pada musim kemarau atau di daerah dengan drainase dan pengendalian gulma yang baik. Petani sering mengendalikan antraknosa dengan menyemprotkan fungisida kimia, yang dapat berdampak negatif pada tanaman dan lingkungan (Hersanti et al, 2016). Oleh karena itu, dibutuhkan solusi pengendalian jamur patogen *Colletotrichum* sp. yang lebih efektif seperti menggunakan agens hayati *Trichoderma* sp. (Taufik & Herman, 2014).

Jamur antagonis mempunyai kemampuan dalam menghambat perkembangan patogen dengan berbagai mekanisme, yaitu melalui kompetisi ruang, nutrisi, antibiosis. *Trichoderma* bekerja dengan cara menghasilkan senyawa-senyawa seperti enzim kitinase dan β -1,3-glukanase yang dapat merusak dinding sel jamur patogen sehingga memperlambat pertumbuhannya. Selain itu, *Trichoderma* juga menghasilkan senyawa volatile organic compounds (VOCs) yang bersifat anti mikroba dan mampu menekan pertumbuhan pathogen (Vinale et al, 2014). Berdasarkan alasan tersebut penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas *Trichoderma asperellum*, *Trichoderma hamatum*, *Trichoderma harzianum*, dan *Trichoderma viride* sebagai antagonis potensial terhadap patogen *Colletotrichum gloeosporioides* penyebab penyakit antraknosa pada tanaman tomat.

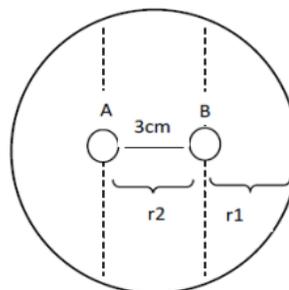
2. METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan dan Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana (Faperta Undana), Januari – Mei 2023. Alat-alat yang digunakan adalah cawan Petri, Erlemeyer, autoklav, microwave, scalpel, plastik pembungkus, lampu Bunsen, mikroskop, alat tulis, dan kamera. Bahan-bahan yang digunakan adalah media PDA, chloramphenicol, alkohol 70%, aquades, tisu, isolat *Trichoderma asperellum*, *T. hamatum*, *T. harzianum*, *T. viride*, spiritus, kertas label, dan polybag berukuran 35 cm x 60 cm. Isolat *Trichoderma* spp. yang digunakan dalam penelitian ini merupakan koleksi Laboratorium Penyakit Tumbuhan Faperta Undana.

Isolat *Colletotrichum gloeosporioides* didapatkan diisolasi dari buah tomat yang bergejala penyakit antraknosa di Desa Baumata Kecamatan Taebenu Kabupaten Kupang. Isolasi patogen penyakit dilakukan mencuci buah yang bergejala dengan air mengalir, kemudian bagian buah bergejala dipotong dengan ukuran kurang lebih 0,5 cm. Potongan tersebut disterilisasi permukaan dengan cara direndam dalam NaOCl 2,5 % selama dua menit, direndam dalam alkohol 70% selama dua menit dan dibilas menggunakan aquades steril sebanyak dua kali selama satu menit. Setelah itu potongan tersebut dikeringkan di atas tisu steril. Setelah kering, potongan buah steril ditanam pada media PDA dalam cawan Petri dan diinkubasi selama 2-4 hari, dan diamati pertumbuhannya setiap hari. Koloni jamur yang tumbuh kemudian dimurnikan lalu dipindah ke media baru kemudian diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis sesuai identifikasi menurut Barnett & Hunter (1998).

Pengujian Daya Hambat *Trichoderma* spp. terhadap *Colletotrichum gloeosporioides* secara *In Vitro*

Pengujian kemampuan penghambatan *Trichoderma* spp. (*Trichoderma asperellum*, *T. hamatum*, *T. harzianum*, *T. viride*) terhadap *C. gloeosporioides* secara *in vitro* dilakukan dengan metode biakan ganda sebagai berikut: (a) Biakan murni *Trichoderma* spp. dan *C. gloeosporioides* yang berumur tujuh hari dipotong dengan ukuran diameter 0.5 cm menggunakan *cork borer* dan diletakkan pada media PDA yang sama. Masing-masing isolat *Trichoderma* sp. dan *C. gloeosporioides* diatur saling berhadapan dengan jarak 3 cm (Gambar 1). Sebagai kontrol, isolat *C. gloeosporioides* ditanam terpisah pada media PDA tanpa *Trichoderma* spp. Biakan ini diinkubasi pada suhu ruang selama 7 hari disertai dan pengamatan pertumbuhan radial koloni untuk perhitungan persentase penghambatan. Persentase penghambatan dihitung berdasarkan rumus: $P (\%) = (r1-r2)/R1 \times 100\%$; P= persentase penghambatan, r1= jari-jari *C. gloeosporioides* yang tumbuh menjauhi *Trichoderma* sp., r2= jari-jari *C. gloeosporioides* yang tumbuh mendekati *Trichoderma* sp.



Gambar 1. Uji antagonis *Trichoderma* spp. terhadap *C. gloeosporioides* pada cawan Petri diameter 9 cm. (A) *Trichoderma* sp, (B) *gloeosporioides*.

Percobaan ini dilakukan dalam rancangan acak lengkap yang diulang tiga kali. Data persentase penghambatan disidikragamkan dan dilanjutkan dengan uji DMRT 5%. Berdasarkan data *in vitro*, species *Trichoderma* yang mempunyai kemampuan penghambatan terbaik dilanjutkan ke uji *in vivo*.

Pengujian Daya Hambat *Trichoderma asperellum* terhadap *Colletotrichum gloeosporioides* secara *In Vivo*

Percobaan ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan delapan perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan-perlakuan yang dicobakan adalah W0⁺ = Kontrol, pot diberi *C. gloeosporioides*; W0⁻ = Kontrol, tanpa inokulasi *C. gloeosporioides* maupun *T. asperellum*; W1 = pot diberi 15 g *T. asperellum* dua minggu sebelum diinokulasi dengan *C. gloeosporioides*; W2 = pot diberi 30 g *T. asperellum* dua minggu sebelum diinokulasi dengan *C. gloeosporioides*; W3 = pot diberi 60 g *T. asperellum* dua minggu sebelum diinokulasi dengan *C. gloeosporioides*; W4 = pot diberi 15 g *T. asperellum* pada waktu yang sama dengan inokulasi *C. gloeosporioides*; W5 = pot diberi 30 g *T. asperellum* pada waktu yang sama dengan inokulasi *C. gloeosporioides*; W6 = pot diberi 60 g *T. asperellum* pada waktu yang sama dengan inokulasi *C. gloeosporioides*.

Biakan *T. asperellum* yang digunakan adalah dalam bentuk padat dalam media jagung steril. Tanah yang digunakan disterilkan menggunakan formalin, dan dibiarkan selama seminggu sebelum digunakan, yaitu 5 kg/polybag. Benih tomat yang digunakan adalah Cap Panah Merah, disemaikan selama dua minggu sebelum dilakukan penanaman. Aplikasi *T. asperellum* dan *C. gloeosporioides* dilakukan sesuai perlakuan. *Colletotrichum gloeosporioides* konsentrasi 10⁻⁶ konidia/ml diberikan pada dengan cara disemprotkan pada daun-daun sampai basah tetapi tidak menetes. Parameter yang diamati adalah gejala dan severitas penyakit. Severitas penyakit dihitung dengan rumus:

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

S = Severitas penyakit, n = Jumlah cabang dari tiap kategori serangan, v = Nilai skala tiap kategori serangan, N = Jumlah cabang yang diamati, V = nilai numerik tertinggi pada tiap kategori serangan.

Nilai kategori serangan untuk penyakit antraknosa (Herwidyarti et al. 2013) adalah:

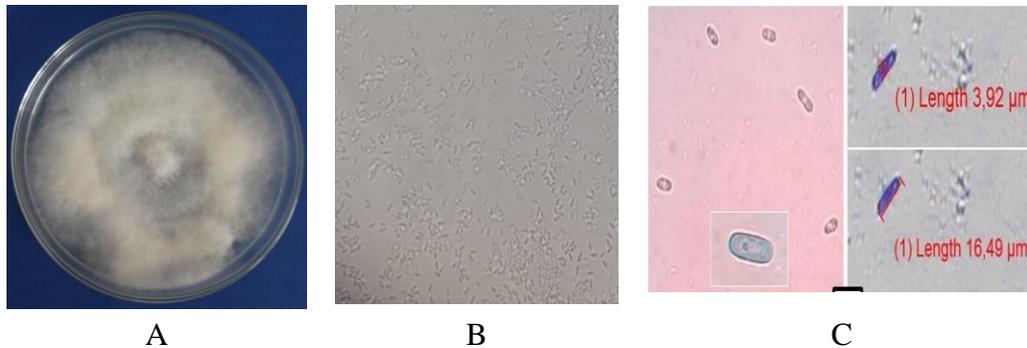
0 = Tidak ada bercak, 1 = Bercak seluas 1-20%, 2 = Bercak seluas 21-40%, 3 = Bercak seluas 41-60%, 4 = Bercak seluas > 60%.

Data dianalisis sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji DMRT 5%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Isolasi dan Identifikasi *C. gloeosporioides*

Hasil isolasi dan identifikasi menunjukkan koloni *C. gloeosporioides* berwarna putih keabu-abuan dan pada permukaan koloni seperti kapas. Hal ini serupa dengan hasil pada penelitian Sari & Kasiamdari (2021). Hasil identifikasi mikroskopis menunjukkan bahwa isolat *C. gloeosporioides* memiliki hifa hialin, bersekat dan tumbuh bercabang. Konidia berbentuk silindris (lonjong) dengan kedua ujung tumpul membulat (Gambar 2).



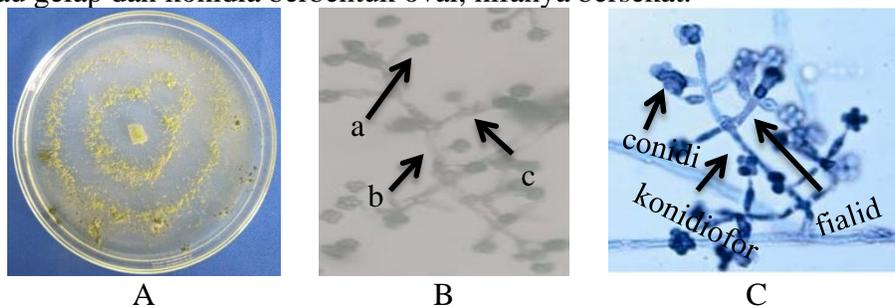
Gambar 2. *Colletotrichum gloeosporioides*: A. Koloni *C. gloeosporioides* pada media PDA, (B) konidia *C. gloeosporioides* (Data Penelitian), (C) Konidia *C. gloeosporioides* (Sari & Kasiamdari (2021))

3.2 Karakteristik Morfologi *Trichoderma* spp.

3.2.1 *Trichoderma asperellum*

Trichoderma asperellum pada awal pertumbuhannya memiliki miselium berwarna putih dan kemudian berubah menjadi hijau. Tepi miselium berbentuk bundar, menyebar ke tepi cawan dan memiliki permukaan yang rata. Miselium memenuhi cawan petri berdiameter 9 cm pada 4 hari setelah isolasi (Gambar 3).

Berdasarkan pengamatan mikroskopis *T. asperellum* memiliki konidiofor yang bercabang, validnya vertikal yang berbentuk pendek dan tebal. Hal ini sesuai dengan dengan hasil penelitian Taribuka et al (2016) yang menyatakan *T. asperellum* memiliki koloni berbentuk bulat yang berwarna hijau gelap dan konidia berbentuk oval, hifanya bersekat.



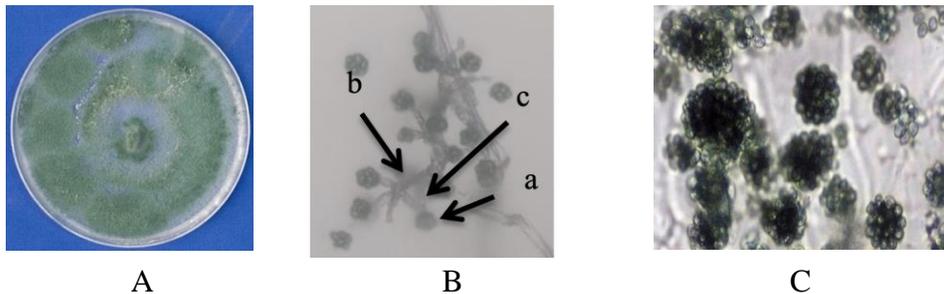
Gambar 3. *Trichoderma asperellum*: A. Biakan murni pada media PDA pada 7 HSI, B. Karakter morfologi secara mikroskopis dengan perbesaran 40x (a. konidia, b. konidiofor, c. fialid, Data Penelitian), C. Karakter morfologi mikroskopis *T. asperellum* menurut Sriram et al, (2013).

3.2.2 *Trichoderma hamatum*

Trichoderma hamatum mempunyai miselium berwarna putih pada awal pertumbuhan dan berubah menjadi warna hijau pada hari ke-4 setelah isolasi. Tepi miselium berbentuk bundar, menyebar ke tepi cawan dan memiliki permukaan yang rata. Miselium memenuhi cawan Petri berdiameter 9 cm pada 4 hari setelah isolasi (Gambar 4). Hal ini sesuai dengan pernyataan Iqbal et al (2022), miselium *T. hamatum* berwarna putih di awal pertumbuhan dengan tekstur miselium

seperti kapas. Miselium berubah warna menjadi hijau muda dan memenuhi cawan petri pada hari ke-4 setelah isolasi.

Berdasarkan pengamatan mikroskopis *T. hamatum* memiliki konidiofor berbentuk tegak dan bercabang, memiliki fialid yang pendek dan tebal dan memiliki konidia berbentuk oval serta berwarna hijau muda. Menurut Gusnawaty et al (2014), *T. hamatum* memiliki bentuk konidiofor yang dikembangkan pada struktur bantal berbentuk tegak, bercabang yang tersusun vertical, fialid pendek dan tebal, konidia hijau muda, berdinding halus dan berbentuk oval.

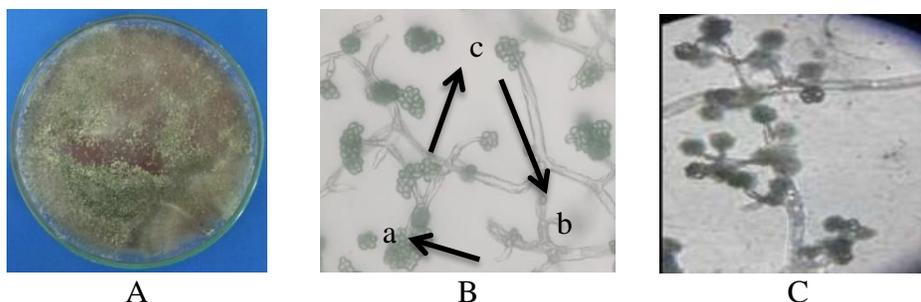


Gambar 4. *Trichoderma hamatum*: A. Biakan murni pada media PDA 7 HSI, B. Karakter morfologi mikroskopis dengan perbesaran 40x (a. konidia, b. konidiofor, c. fialid, Data Penelitian), C. Konidia *T. hamatum* menurut Hassan et al (2013).

3.2.3 *Trichoderma harzianum*

Trichoderma harzianum memiliki miselium berwarna putih pada awal pertumbuhannya tetapi berubah menjadi hijau muda setelah hari ketiga. Tekstur permukaan koloni seperti kapas, koloni berbentuk bundar, dan menyebar ke tepi cawan. Miselium memenuhi cawan petri pada 5 HSI (Gambar 5). Hal ini sesuai dengan pernyataan Iqbal et al (2022) yang menyatakan bahwa koloni *T. harzianum* berwarna putih hingga hijau muda.

Trichoderma harzianum memiliki konidiofor yang tegak, bercabang yang tersusun secara vertikal, memiliki fialid yang tebal dan pendek berbentuk jarum, hifa yang tak bersekat dengan konidia yang berbentuk bulat. Menurut Gusnawaty et al (2014), *T. harzianum* memiliki konidiofor berwarna hijau, memiliki berbagai cabang yang tegak lurus, dan konidia yang diperkirakan berukuran $3,84 \times 3,1-3,7 \mu\text{m}$ (Gambar 7).

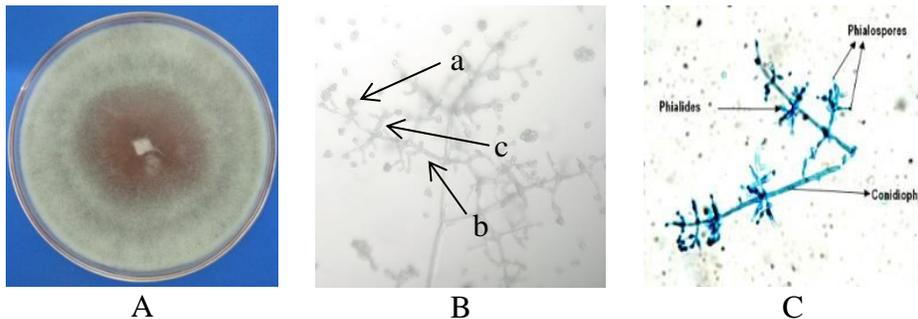


Gambar 5. *Trichoderma harzianum*: A. Biakan murni pada media PDA berumur 7 HSI, B. Karakter morfologi mikroskopis dengan perbesaran 40x (a. konidia, b. fialid, c. konidiofor, Data Penelitian), C. Karakter morfologi mikroskopis *T. harzianum* menurut Watanabe (2010).

3.2.4 *Trichoderma viride*

Trichoderma viride pada awal pertumbuhannya memiliki miselium berwarna putih seperti kapas hingga hari ke 4 setelah di isolasi. Tepi miselium berbentuk bundar, menyebar kearah tepi cawan dan memiliki permukaan yang rata (Gambar 6). Miselium perlahan berubah warna menjadi hijau pada hari ke-5 setelah isolasi.

Berdasarkan pengamatan mikroskopis, *T. viride* memiliki konidiofor yang tipis dan bercabang, konidia berwarna hijau serta memiliki fialid yang vertikal dan pendek. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Dewi (2015) yang menyatakan bahwa koloni *T. viride* awalnya berwarna putih kehijauan, berbentuk bulat, berwarna hijau dan berdingkas kasar. Hasil penelitian Ruswandari et al (2020) juga menyatakan bahwa jamur *T. viride* secara makroskopis pada awal pertumbuhannya berwarna bening kemudian menjadi benang tipis yang jarang dengan warna koloni putih, setelah beberapa hari koloni menjadi warna hijau karena terdapat kumpulan konidia pada bagian ujung hifa, dan secara mikroskopis memiliki ciri bahwa miselium bersepta, konidiofornya bercabang dan konidia berbentuk bulat atau oval yang berwarna hijau terang seperti bola berlendir.



Gambar 6. *Trichoderma viride*: A. Koloni pada media PDA 7 HSI, B. Karakter morfologi mikroskopis pada perbesaran 40x (a. konidia, b. konidiofor, c. fialid, Data Penelitian), C. Karakter morfologi mikroskopis *T. viride* menurut Kumar et al (2020).

3.3 Pengujian Daya Hambat *Trichoderma* spp. terhadap *Colletotrichum gloeosporioides* secara *In Vitro*

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa semua isolate *Trichoderma* spp. yang dicobakan mampu menghambat pertumbuhan *C. gloeosporioides* dengan persentase penghambatan berkisar antara 61,03- 83,97% (Tabel 1). Persentase penghambatan tertinggi tercapai oleh *T. asperellum* dan persentase penghambatan terendah tercapai oleh *T. viride*.

Tabel 1. Rerata Persentase Penghambatan *Trichoderma* spp. terhadap *C. gloeosporioides* secara *in vitro* (%).

No.	<i>Trichoderma</i> spp.	Persentase Penghambatan (%)
1.	<i>T. asperellum</i>	83,97 c
2.	<i>T. hamatum</i>	73,97 bc
3.	<i>T. harzianum</i>	77,06 bc
4.	<i>T. viride</i>	61,03 b
5.	Kontrol	0,00 a

Ket : Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama, berbeda nyata pada uji lanjut Duncan pada taraf kepercayaan 5%.

Tanaman yang diinokulasi *C. gloeosporioides* mulai menunjukkan gejala penyakit pada 14 hari setelah inokulasi. Gejala pertama adalah muncul bintik berwarna cokelat, berkembang menjadi bercak cokelat kehitaman dan membentuk bundaran cekung berwarna hitam dengan halo berwarna kuning (Gambar 8).



Gambar 8. Gejala penyakit antraknosa pada tanaman tomat pada minggu kedua (A) dan keempat (B) setelah setelah diberi perlakuan.

3.4.2 Rerata severitas penyakit antraknosa

Hasil analisis ragam terhadap severitas penyakit antraknosa menunjukkan bahwa serangan *Colletotrichum* sp. pada minggu pertama menunjukkan perlakuan pada tomat memberikan pengaruh nyata pada saat tomat berumur 3 HSI. Rerata hasil pengamatan perkembangan penyakit yang disajikan dalam bentuk Tabel 2.

Tabel 2. Rerata severitas penyakit antraknosa pada tanaman tomat akibat perlakuan *T. asperellum* dengan berbagai dosis dan waktu pemberian.

No.	Perlakuan	Rerata severitas penyakit antraknosa pada 4 MSI
1.	W0 ⁺ = Kontrol, pot tidak diberi <i>T. asperellum</i> tetapi diinokulasi <i>C. gloeosporioides</i>	9,47 c
2.	W0 ⁻ = Kontrol, tanpa inokulasi <i>C. gloeosporioides</i> tanpa pemberian <i>T. asperellum</i>	0,00 a
3.	W1 = pot diberi 15 g <i>T. asperellum</i> dua minggu sebelum diinokulasi dengan <i>C. gloeosporioides</i>	3,48 a
4.	W2 = pot diberi 30 g <i>T. asperellum</i> dua minggu sebelum diinokulasi dengan <i>C. gloeosporioides</i>	3,15 a
5.	W3 = pot diberi 60 g <i>T. asperellum</i> dua minggu sebelum diinokulasi dengan <i>C. gloeosporioides</i>	5,14 bc
6.	W4 = pot diberi 15 g <i>T. asperellum</i> pada waktu yang sama dengan inokulasi <i>C. gloeosporioides</i>	7,47 bc
7.	W5 = pot diberi 30 g <i>T. asperellum</i> pada waktu yang sama dengan inokulasi <i>C. gloeosporioides</i>	4,36 bc
8.	W6 = pot diberi 60 g <i>T. asperellum</i> pada waktu yang sama dengan inokulasi <i>C. gloeosporioides</i>	4,19 b

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama adalah berbeda tidak nyata pada uji lanjut taraf Duncan (5%).

Tabel 2 memperlihatkan bahwa perlakuan tanaman tomat yang diberikan 60 g *T. asperellum* dua minggu sebelum diinokulasi dengan *C. gloeosporioides* menghasilkan severitas penyakit yang

paling rendah. Severitas penyakit tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol yaitu tanaman diinokulasi dengan *C. gloeosporioides* tetapi tidak diberi *T. asperellum*.

4. KESIMPULAN

Trichoderma asperellum, *T. hamatum*, *T. harzianum*, dan *T. viride* mampu menghambat pertumbuhan *Colletotrichum gloeosporioides* secara *in vitro* dengan persentase penghambatan berturut-turut adalah 83,97%, 73,97%, 77,06%, dan 61,03%. Hasil uji *in vivo* menunjukkan bahwa gejala penyakit antraknosa pada daun tomat adalah bintik berwarna cokelat, berkembang menjadi bercak cokelat kehitaman dan membentuk bundaran cekung berwarna hitam dengan halo berwarna kuning. Pemberian *T. asperellum* dua minggu sebelum diinokulasi dengan *C. gloeosporioides* menghasilkan severitas penyakit yang paling rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Barnett, H.L., Hunter, B.B. (1998). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. 4th ed. APS Press, St. Paul, USA.
- Dewi, A. L., Oktavianingsih, L., dan Sudrajat. (2015). Identifikasi cendawan mikroskopis yang berasosiasi dengan penyakit busuk pangkal batang tanaman Lada (*Piper nigrum* L.) di Desa Batuah Kecamatan Loa Janan Kutai Kartanegara. *J Agroland* 16 (1):916
- Gusnawaty, H.S., Taufik, M., Triana, L., dan Asniah. (2014). Karakteristik morfologis *Trichoderma* spp. indigenus Sulawesi Tenggara. *Jurnal Agroteknos* 4(2): 87-93.
- Herwidyarti, KH., Ratih, S., dan Sembodo, D.R.J. (2013). Keparahan penyakit antraknosa pada cabai (*Capsicum annum* L.) dan berbagai jenis gulma. *Agrotek Tropika* 1(1):102-106.
- Hassan, S.A., Gowen, S.R., and Pembroke, B. (2013). Use of *Trichoderma hamatum* for biocontrol of lentil vascular wilt disease: efficacy, mechanism of interaction and future projects. *Journal of plant protection Research* 53(1):12-26.
- Hersanti., Krestini, E.H.H., dan Fathin, S.A. (2016). Pengaruh Beberapa Sistem Teknologi Pengendalian Terpadu terhadap Perkembangan Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum capsici*) pada Cabai Merah Cb-1 Unpad di Musim Kemarau 2015. *Jurnal Agrikultura* 27(2): 83-88.
- Iqbal, S., Ashfaq, M., Malik, A.H., Inam-ul-Haq, M., and Khan, K.A. (2022). Morpho-molecular characterization of *Trichoderma* isolates from rhizospheric soils of vegetables in Pakistan. *International Journal of Phytopathology* 11(03): 253-266.
- Kumar, S.P., Srinivasulu, A., and Babu, K.R. (2017). Symptomology of major fungal diseases on tomato and its management. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 7(6): 1817-1821.
- Kumar, G., Singh, A., Pandey, S., Singh, J., Chauhan, S.S., and Srivastava, M. (2020) Morphomolecular Identification of *Trichoderma* sp. and their Mycoparasitic Activity Against Soil Borne pathogens. *International Journal of Bio-resource and Stress Management* 1(6): 613-627.
- Kumar, V., Koul, B., Taak, P., Yadav, D., and Song, M. (2023). Journey of *Trichoderma* from pilot scale to mass production: A review. *Agriculture* 13, 2022. <https://doi.org/10.3390/agriculture13102022>.

- Ratnasari, J.D., Isnawati, dan Ratnasari, E. (2014). Uji antagonis jamur agens hayati terhadap jamur *Cercospora musae* penyebab penyakit Sigatoka secara in vitro. *LenteraBio* 3(2):129-135.
- Ruswandari, V.R., Syauqi, A., dan Rahayu, T. (2020) .Uji Antagonis Jamur *Trichoderma viride* dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur Patogen *Alternaria porri* Penyebab Penyakit Bercak Ungu pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *e-Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)* 5(2):84–90.
- Sari, N., Kasiamdari, R. S. (2021). Identifikasi dan uji patogenesitas *Colletotrichum* sp. dari cabai merah (*Capsicum annuum*): Kasus di Krican, Magelang, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 26(2):243-250.
- Sriram, S., Savitha, M.J., Rohini, H.S., and Jalali, S.K. (2013). The most widely used fungal antagonist for plant disease management in India, *Trichoderma viride* is *Trichoderma asperellum* as confirmed by oligonucleotide barcode and morphological characters. *Current Science* 104(10): 1332-1340.
- Taribuka, J., Christanti, S., Widyastuti, S.M., dan Arif, W. (2016). Eksplorasi dan Identifikasi *Trichoderma* endofitik pada pisang. *J HPT Tropika* 16(2): 115-123.
- Taufik, M., & Herman, D. (2014). Effectiveness of *Trichoderma* Indigenous of Southeast Sulawesi as Biofungicide Against *Colletotrichum* sp. *In-Vitro*. 4, 6.
- Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E. L., Woo, S. L., Nigro, M., Marra, R., and Lorito, M. (2014). *Trichoderma* secondary metabolites active on plants and fungal pathogens. *The Open Mycology J.*, 8(Suppl-1, M5), 127–139.
- Watanabe, T. (2010). Pictorial atlas of soil and seed fungi morphologies of cultured fungi and key to species. CRC Press LLC. U.S.A.