



Potensi *Trichoderma* spp. Sebagai Antagonis Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*) Secara *In Vitro*

The Potential Of *Trichoderma* spp As Antagonist Of Bacterial Wilt Disease (*Ralstonia solanacearum*) *In Vitro*

Alfia Rofika Sari ^{1*}, Endang Triwahyu Prasetyawati ², Sri Wiyatiningsih ³

1 UPN "Veteran" Jawa Timur, email : 17025010112@student.upnjatim.ac.id

2 UPN "Veteran" Jawa Timur, email: endang_tp@upnjatim.ac.id

3 UPN "Veteran" Jawa Timur, sri.wiyatiningsih@upnjatim.ac.id

* Penulis Korespondensi: E-mail: 17025010112@student.upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Penyakit layu bakteri disebabkan oleh bakteri *Ralstonia solanacearum*. Memiliki jangkauan tanaman inang yang luas termasuk famili Solanaceae. Kerugian yang ditimbulkan sangat besar hingga mencapai 100% pada tanaman budidaya. Pengendalian alternatif ramah lingkungan yaitu dengan menggunakan agensia hayati *Trichoderma* sp. Beberapa jenis *Trichoderma* sp. yang diketahui mampu mengendalikan *R. solanacearum* antara lain *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum*, dan *Trichoderma koningii*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi *Trichoderma* spp dalam mengendalikan *R. solanacearum* diluar tanaman inang dengan lingkungan yang terkontrol. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu jamur antagonis. Percobaan yang dilakukan yaitu tanpa jamur antagonis sebagai kontrol, *T. harzianum*, *T. asperellum*, dan *T. koningii* dengan 5 kali pengulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari ketiga jenis *Trichoderma* spp yang mampu menghambat paling besar yaitu pada perlakuan *T. asperellum* dengan rerata daya hambat mencapai 9,6 mm pada umur 24 jam dan 6,8 mm pada umur 48 jam.

Kata kunci: Agensia hayati, Layu bakteri, *Ralstonia solanacearum*, *Trichoderma* spp.

ABSTRACT

Bacterial wilt disease caused by the bacterium *Ralstonia solanacearum*. It has a wide range of host plants, including the Solanaceae family. The losses incurred are very large up to 100% in cultivated plants. Environmental friendly alternative control is by using biological agents *Trichoderma* sp. Several types of *Trichoderma* sp. known to be able to control *R. solanacearum* among others *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum*, and *Trichoderma koningii*. This study aims to determine the potential of *Trichoderma* spp in controlling *R. solanacearum* outside the host plant in a controlled environment. The study used a Completely Randomized Design (CRD) with one factor that is antagonistic fungi. Experiments were carried out without antagonistic fungi as control, *T. harzianum*, *T. asperellum*, and *T. koningii* with 5 repetitions. The results showed that of the three types of *Trichoderma* spp. that were able to inhibit the most was *T. asperellum* treatment with an average inhibition reached 9,6 mm at the age of 24 hours and 6,8 mm at the age of 48 hours.

Keywords: Biological agens, Bacterial wilt, *Ralstonia solanacearum*, *Trichoderma* spp.

PENDAHULUAN

Penyakit layu bakteri disebabkan oleh bakteri *Ralstonia solanacearum*. Ini adalah salah satu penyakit tanaman paling berbahaya yang umum di daerah tropis dan subtropis. Memiliki jangkauan tanaman inang yang luas termasuk famili Solanaceae. Contoh tanaman inang bakteri *R. solanacearum* adalah cabai, tomat, kentang, tembakau, jahe, pisang, dan nilam (Djereng dkk., 2017). Patogen ini memiliki kemampuan bertahan hidup lama di dalam tanah dan memiliki banyak variasi genetik yang berbeda (Manan dkk., 2018). Bakteri ini menyerang tanaman yang berumur masih muda atau tanaman sebelum berbunga sehingga dapat menurunkan produksi tanaman dan menyebabkan kematian pada tanaman (Prihatiningsih dan Djatmiko, 2016). Bakteri *R. solanacearum* merupakan

salah satu bakteri patogen yang menyebabkan kerugian sangat besar hingga mencapai 100% pada tanaman budidaya (Addy dan Narulita, 2016). Gejala awal yang ditunjukkan pada tanaman muda terserang patogen layu semu yaitu layu pada bagian daun-daun atas dari tanaman. Tanaman tua akan tampak layu pada bagian daun-daun dibagian bawah tanaman. dimana daun akan tampak menguning dan selanjutnya akan diikuti oleh kelayuan seluruh bagian tanaman (Syukur dkk., 2016).

Pengendalian dengan menggunakan bakterisida dapat menyebabkan matinya musuh-musuh alami dan timbulnya resistensi patogen. Oleh karena itu disarankan menggunakan agensia hayati yang lebih ramah lingkungan dan tidak membahayakan makhluk hidup disekitar tanaman. Agensia hayati ini dapat bersaing dan mengkolonisasi akar tanaman, menghasilkan racun, metabolit sekunder, dan bertindak sebagai plant growth promoting rizhobacteria (PGPR) (Hamedo dan Maklouf 2016). *Trichoderma* sp. merupakan salah satu agensia yang dapat mengendalikan *R. solanacearum*. Mekanisme pengendalian *Trichoderma* sp. yang bersifat spesifik target menjadi keunggulan tersendiri sebagai agensia pengendali hayati (Suanda dan Ratnadi, 2015). Beberapa jenis *Trichoderma* sp. yang diketahui mampu mengendalikan layu bakteri *R. solanacearum* antara lain *Trichoderma koningii*, *Trichoderma asperellum*, dan *Trichoderma harzianum*. Oleh karena itu perlu dilakukannya penelitian untuk mengetahui potensi *Trichoderma* spp dalam mengendalikan *R. solanacearum* diluar tanaman inang dengan lingkungan yang terkontrol.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur pada bulan Desember 2021.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah autoklaf, jarum ose, pinset, *scalpel*, lampu bunsen, mikropipet, tip mikropipet, vortex, *laminar air flow* (LAF), tabung reaksi, timbangan analitik, rak tabung reaksi, gelas beker, cawan petri, *haemocytometer* (*Neubauer Improved*), erlenmeyer, sentrifus, *shaker*, *hot plate* beserta *magnetic stirrer*, mikroskop, *object glass*, *cover glass*, penggaris, media *Potato Dextrose Agar* (PDA), media *Trypenyl Tetrazolium Chloride* (TZC), dan media *Nutrient Broth* (NB), isolat murni agens pengendali hayati *Trichoderma koningii* dan *Trichoderma harzianum* koleksi pribadi, isolat *Trichoderma asperellum* koleksi milik Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Surabaya, isolat bakteri patogen *Ralstonia solanacearum* koleksi milik laboratorium bakteri Universitas Gajah Mada, Aquadest, spiritus, dan alkohol 70%.

Metode Penelitian

Persiapan Isolat jamur *Trichoderma* spp.

Isolat *T. koningii*, *T. harzianum* dan *T. asperellum* diremajakan pada media PDA dalam cawan petri dan disimpan dalam inkubator selama 7 hari. Peremajaan dilakukan dengan cara memotong bagian terluar isolat menggunakan bor gabus atau diambil menggunakan jarum ose dan memindahkannya pada media PDA baru.

Persiapan Isolat bakteri *Ralstonia solanacearum*

Isolat bakteri *Ralstonia solanacearum* dilakukan uji virulensi dengan menumbuhkan pada media *Tryphenil Tetrazolium Chloride* (TZC). Bakteri virulen dicirikan koloni berbentuk bulat tidak teratur, dan berwarna merah muda dengan tepian putih (Setyari, 2013). Peremajaan *R. solanacearum* menggunakan metode *streak plate*.

Uji Antagonis Jamur *Trichoderma* spp. dan *Ralstonia solanacearum* secara *In Vitro*

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu jamur antagonis. Percobaan yang dilakukan yaitu tanpa jamur antagonis sebagai kontrol, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum*, dan *Trichoderma koningii* dengan 5 kali ulangan. Jamur antagonis yang digunakan adalah yang sudah berumur 7 hari, sedangkan untuk bakteri patogen dilakukan penggojokan terlebih dahulu selama 24 jam pada media NB. Uji antagonis *in vitro* dilakukan dengan menumbuhkan suspensi isolat *T. koningii*, *T. asperellum* dan *T. harzianum* dengan kerapatan spora 10^7 ml⁻¹ yang kemudian diinokulasikan pada media PDA dengan cara digores sepanjang 3 cm pada bagian tengah cawan petri dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang (27 °C). Kemudian diaplikasikan suspensi *Ralstonia solanacearum* 10^9 cfu ml⁻¹ dengan cara disemprotkan sebanyak 100µl pada bagian media PDA yang tidak diaplikasikan biakan jamur antagonis dan kemudian diinkubasikan selama 48 jam hari (Kasidal dkk., 2019). Sedangkan untuk perlakuan kontrol

hanya disemprotkan suspensi bakteri *R. solanacearum*. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 kali. Pengamatan dilakukan dengan menghitung diameter zona hambat yang terbentuk disekitar area perlakuan dengan satuan mm (milimeter) setiap 24 jam. Diameter yang dihitung diameter terpanjang dan diameter terpendek kemudian diambil rata-ratanya (Ulum dkk., 2018).

Berikut rumus perhitungan zona hambat yang digunakan:

$$Zh = \frac{Dv + Dh}{2}$$

Keterangan:

Zh = Zona hambat (mm)

Dv = Diameter terpanjang (mm)

Dh = Diameter terpendek (mm)

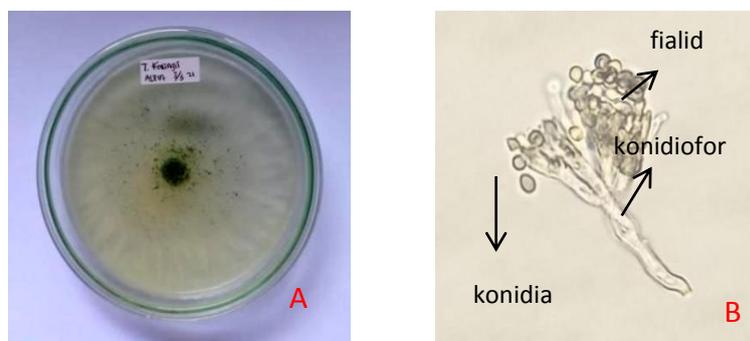
HASIL DAN PEMBAHASAN

Peremajaan jamur *Trichoderma* spp.

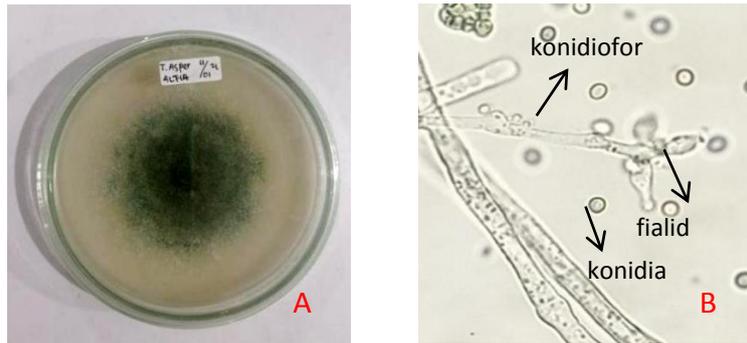
Setiap isolat jamur *Trichoderma* spp. yang telah diregenerasi pada media PDA dan diinkubasi selama 7 hari. Secara makroskopis *Trichoderma harzianum* dapat dilihat pada gambar 1, memiliki karakteristik berbentuk melingkar seperti obat nyamuk dengan warna hijau tua. Hal ini didukung oleh pernyataan Sopialena (2018) yang umumnya *Trichoderma harzianum* membentuk koloni yang saling berdekatan. Apabila ditumbuhkan kembali pada cawan petri, isolat akan berbentuk lingkaran dengan warna hijau. Sedangkan morfologi mikroskopis memiliki fialid yang pendek, konidiofor bercabang, konidia hijau dan berbentuk bulat. Sedangkan karakteristik makroskopis *Trichoderma koningii* dapat dilihat pada gambar 2, berbentuk hijau kekuningan dengan tepi berwarna putih. Kemudian secara mikroskopis memiliki fialid lancip ke arah puncak dan konidium berwarna hijau kekuningan berbentuk oval. Bentuk konidiofor bercabang dan tersusun vertikal. Karakter tersebut sesuai dengan pernyataan Gusnawaty dkk., (2014) bahwa *T. harzianum* pada media PDA memiliki karakteristik koloni akan berwarna hijau tua dan berbentuk bulat. Sedangkan *T. koningii* memiliki karakteristik koloni berwarna hijau samar-samar dengan pertumbuhan awalnya berwarna krem kekuningan tetapi kemudian berubah menjadi hijau karena sporulasi.



Gambar 1. Peremajaan *Trichoderma harzianum*; (A) pada media agar PDA (B) pada mikroskop dengan perbesaran 40x10.



Gambar 2. Peremajaan *Trichoderma koningii*; (A) pada media agar PDA (B) pada mikroskop dengan perbesaran 40x10.



Gambar 3. Peremajaan *Trichoderma asperellum*; (A) pada media agar PDA (B) pada mikroskop dengan perbesaran 40x10.

Trichoderma asperellum secara makroskopis dapat dilihat pada gambar 3 memiliki warna hijau muda dengan tepian putih. Apabila diamati secara mikroskopis *T. asperellum* memiliki konidia berbentuk oval, konidia berbentuk bulat dan berwarna hijau serta memiliki fialid membentuk piramida. Hal ini sesuai dengan pernyataan Suanda (2016) bahwa Secara makroskopis *Trichoderma asperellum* berbentuk bulat dan datar namun memiliki permukaan kasar berserat dengan tepi halus, mula-mula koloni berwarna putih, kemudian bagian tengah berwarna hijau muda, kelamaan akan berwarna hijau tua dan membentuk lingkaran membulat. Secara mikroskopis jamur ini memiliki konidium yang tumbuh bergerombol pada ujung fialid, berbentuk oval berwarna hijau, dengan hifa hialin dan bersekat. Fialid tersusun ke dalam kelompok yang berbeda-beda, terdapat 2-3 fialid per kelompok. Fialid memiliki tangkai pendek dan tersusun piramidal yaitu cabang bawah lebih panjang.

Peremajaan Bakteri *Ralstonia solanacearum*

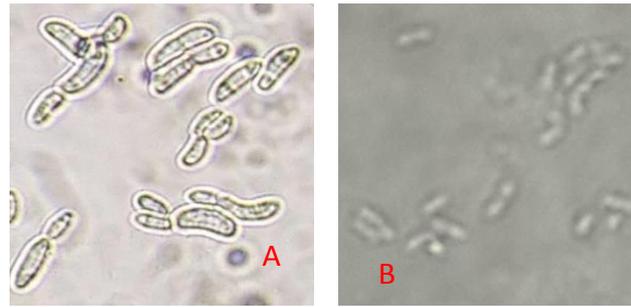
Peremajaan bakteri *Ralstonia solanacearum* dilakukan menggunakan media *Tryphenil Tetrazolium Chloride* (TZC). Dapat dilihat pada gambar 4, bakteri yang ditumbuhkan pada media TZC akan berbentuk tidak beraturan seperti pulau-pulau dan memiliki warna merah dengan tepian putih. Hal ini sesuai dengan pendapat Setyari (2013) bahwa bakteri virulen ditandai dengan koloni tidak beraturan, bulat, berwarna merah muda, dengan tepi putih. Bakteri yang digunakan adalah bakteri berumur 24-72 jam yang kemudian ditumbuhkan kembali menggunakan media NB dan dilakukan penggojokan selama 24 jam.



Gambar 4. Morfologi Bakteri *Ralstonia solanacearum* pada media seleksi TZC.

Morfologi *Ralstonia solanacearum* Sebelum Dan Sesudah Uji Antagonisme Secara Mikroskopis

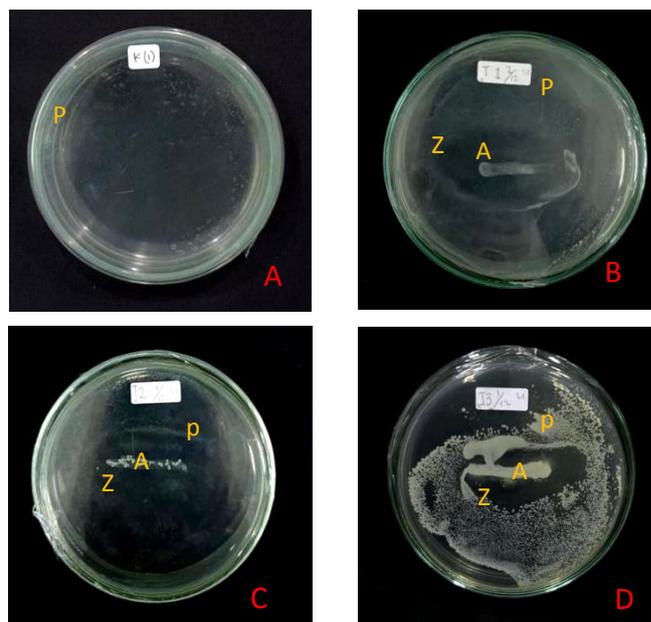
Uji antagonis *in vitro* *Trichoderma* spp terhadap *Ralstonia solanacearum* diperoleh hasil adanya zona hambat berupa area transparan di sekitar area perlakuan. Zona hambat tersebut kemudian diamati menggunakan mikroskop dan diperoleh hasil pada perlakuan *Trichoderma harzianum* masih terlihat adanya bakteri *R. solanacearum* tidak bergerak. Bakteri yang ada tumbuh secara abnormal yakni memiliki ukuran koloni yang lebih kecil dibandingkan ukuran sebelum perlakuan. Hal ini dapat dilihat pada gambar 5. Sedangkan pada perlakuan *Trichoderma asperellum* dan *Trichoderma koningii* tidak ditemukannya adanya bakteri. Kemudian zona hambat tersebut ditumbuhkan kembali pada media PDA dan tidak ditemukan adanya bakteri yang tumbuh



Gambar 5. Pengamatan bakteri *Ralstonia solanacearum* umur 48 jam menggunakan mikroskop dengan perbesaran 100x10 (A) Sebelum perlakuan, (B) Setelah perlakuan.

Morfologi *R. solanacearum* yang abnormal tersebut diduga disebabkan oleh senyawa antibiotik yang dikeluarkan oleh *Trichoderma* spp. Ainy dkk., (2015) menyebutkan bahwa *Trichoderma* sp. dapat menghasilkan senyawa antibiotik seperti *trichodermin*, *trichodermol*, dan *trichotoxin*. Senyawa antibiotik tersebut berperan menghancurkan membran sel patogen dan menghambat langkah pemanjangan dan penghentian dalam sintesis protein. Akibatnya, protein abnormal dan non-fungsional terbentuk dalam sel mikroba.

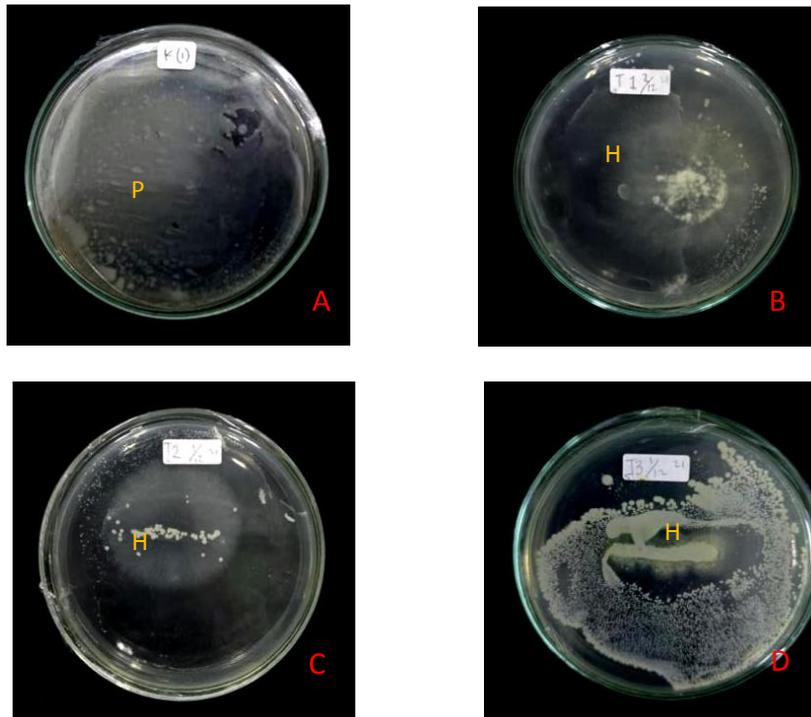
Daya Hambat *Trichoderma* spp terhadap *Ralstonia solanacearum*



Gambar 6. Daya hambat *Trichoderma* spp terhadap *Ralstonia solanacearum* umur 24 jam (A) Kontrol (B) *T. harzianum* (C) *T. asperellum*, (D) *T. koningii*.

Keterangan: P = Patogen, A = Jamur antagonis, Z = Zona hambat

Uji antagonis secara *in vitro* yang dilakukan pada cawan petri menggunakan media PDA dilakukan pengamatan selama 48 jam. Perlakuan kontrol yaitu tanpa perlakuan jamur *Trichoderma* spp. menunjukkan pertumbuhan bakteri yang memenuhi seluruh permukaan cawan petri ditunjukkan dengan adanya koloni bakteri berwarna putih susu dengan bentuk koloni membentuk pulau-pulau tidak beraturan. Sedangkan pada perlakuan menggunakan jamur *Trichoderma* spp. pada hari pertama menunjukkan terbentuknya zona hambat yang ditunjukkan adanya area transparan pada sekitar area aplikasi agensia hayati. Hal ini dapat dilihat pada gambar 6, zona hambat tersebut menunjukkan bahwa *Trichoderma* spp. menghasilkan senyawa antibiosis dalam mekanisme antagonismenya. Hal ini sesuai pernyataan dari Dwiastuti dkk., (2015) bahwa mekanisme yang dilakukan *Trichoderma* sp. terhadap patogen salah satunya adalah antibiosis.



Gambar 7. Daya hambat *Trichoderma* spp terhadap *Ralstonia solanacearum* umur 48 jam (A) Kontrol (B) *T. harzianum* (C) *T. asperellum*, (D) *T. koningii*.
Keterangan: P = Patogen, H = Hifa jamur antagonis

Pada umur 48 jam zona hambat tersebut berkurang dikarenakan adanya pertumbuhan hifa jamur *Trichoderma* spp. yang menutupi zona hambat dan lama-kelamaan menutupi seluruh permukaan cawan petri. Hal ini dapat dilihat pada gambar 7. Tumbuhnya hifa tersebut juga menunjukkan bahwa mekanisme antagonis *Trichoderma* spp. tidak hanya menggunakan antibiosis namun juga menggunakan kompetisi ruang dan nutrisi. Hal ini didukung oleh pernyataan Ainy dkk., (2015) Pertumbuhan hifa *Trichoderma* sp yang cepat menguntungkan bagi *Trichoderma* sp dalam berkompetisi memperoleh ruang dan mengambil nutrisi. Melalui hasil pengamatan uji antagonis *in vitro* tersebut dapat diketahui bahwa pemberian *Trichoderma* spp. mampu menghambat pertumbuhan bakteri layu *R. solanacearum*. Hasil analisa sidik ragam pada umur 24 jam dan 48 jam menunjukkan adanya perbedaan yang nyata sehingga dilakukan analisa lanjut BNT 5%. Hasil uji antagonis *in vitro* dapat dilihat pada tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa pada umur 24 jam dan 48 jam perlakuan *T. asperellum* menunjukkan rerata daya hambat lebih tinggi yang kemudian disusul oleh perlakuan *T. harzianum* dan *T. koningii*. Pada umur 24 jam perlakuan *T. asperellum* menunjukkan rerata daya hambat mencapai 9,6 mm sedangkan pada umur 48 jam mencapai 6,8 mm. Rerata panjang daya hambat dari umur 24 jam ke umur 48 jam pada perlakuan *T. harzianum* dan *T. asperellum* mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan pada umur 48 jam hifa tumbuh menutupi zona hambat sehingga zona hambat semakin berkurang.

Tabel 1. Rata-rata Daya Hambat pada Uji Antagonis *Trichoderma* spp. terhadap *Ralstonia solanacearum* secara *In vitro*

Perlakuan	Daya hambat (mm)	
	24 jam	48 jam
Kontrol	0 a	0 a
<i>Trichoderma harzianum</i>	4,5 a	3,9 b
<i>Trichoderma asperellum</i>	9,6 b	6,8 c
<i>Trichoderma koningii</i>	4,7 a	6,2 bc
BNT 5%	4,79	2,47

Keterangan: Angka-angka yang diikuti angka yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNT 5%

Zona hambat menandakan adanya mekanisme antibiosis yang dapat disebabkan oleh metabolit sekunder maupun enzim. *T. harzianum* diketahui menghasilkan sejumlah metabolit sekunder yang dapat menghancurkan membran sel dan menghambat sintesis dinding sel bakteri. Alfizar dkk., (2013) mengatakan bahwa *T. harzianum* dapat menghasilkan enzim berupa *laminarinase*, β -3- *glukanase*, *trichotoxin*, *kitinase* yang dapat menyebabkan dinding sel lisis. Enzim *kitinase* mampu menguraikan zat kitin sehingga dinding sel bakteri terdegradasi. Kemudian Ainy dkk., (2015) menambahkan bahwa *T. harzianum* juga menghasilkan senyawa antibiotik seperti *gliotoksin* dan *glioviridin*. Senyawa toksik ini membuat patogen rentan dengan menghambat sistem fungsional.

Senyawa antibiotik *gliotoksin* dan *glioviridin* juga dihasilkan oleh *T. koningii*. Hal ini diperjelas oleh Karamina dkk., (2018) bahwa *T. koningii* menghasilkan *gliotoksin* dan *viridin*. Paath dan Ratulangi (2014) menambahkan bahwa *T. koningii* juga menghasilkan senyawa *trichokonins* yang memiliki aktivitas antimikroba. Sedangkan Konappa dkk., (2013) menjelaskan bahwa *T. asperellum* langsung menyerang patogen tanaman dengan mengeluarkan enzim litik seperti *kitinase*, β -1,3-*glukanase* dan *protease*. Enzim *glukanase* adalah salah satu pertahanan yang dibutuhkan tanaman terhadap serangan patogen. Karena kerangka dinding sel patogen mengandung kitin, glukon dan protein, sehingga enzim *glukanase* dan *kitinase* menghidrolisis komponen tersebut dan memainkan peran penting dalam lisis dinding sel patogen.

Hasil uji *in vitro* menunjukkan *Trichoderma asperellum* mampu menghambat lebih baik diduga karena zat antibiotik yang dihasilkan bekerja lebih efektif pada patogen *R. solanacearum*. Keberagaman senyawa yang bekerja secara sinergis dapat mengurangi virulensi patogen (Manan, 2018). Bagaimanapun aktivitas Isolat *Trichoderma* sp. lainnya sangat bervariasi terhadap patogen yang berbeda isolat (Konappa dkk., 2012). Hal ini didukung dalam penelitian Soesanto dkk., (2013) menyebutkan bahwa Perbedaan kemampuan *Trichoderma* sp. memiliki faktor pembatas yang mempengaruhi jumlah proses yang dapat mengacu pada keragaman hayati.

KESIMPULAN

Trichoderma spp. berpotensi menghambat pertumbuhan bakteri *Ralstonia solanacearum* dengan mekanisme antagonis antibiosis yang ditandai dengan terbentuknya zona hambat serta kompetisi ruang dan nutrisi. Dari ketiga jenis *Trichoderma* sp. yang memiliki potensi menghambat paling tinggi yaitu *Trichoderma asperellum* dengan rerata zona hambat yang terbentuk pada umur 24 jam mencapai 9,6 mm dan pada umur 48 jam sebesar 6,8 mm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Agroteknologi UPN "Veteran" Jawa Timur atas bantuan dana Hibah Skim Mandiri Lanjutan Dasar 2020/2021 serta Dosen Fakultas Pertanian yang telah memberi banyak masukan serta teman-teman yang membantu selama penelitian dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainy, E.Q., R. Ratnayani, & L. Susilawati. (2015). Uji Aktivitas Antagonis *Trichoderma Harzianum* 11035 Terhadap *Colletotrichum capsici* TCKR2 dan *Colletotrichum acutatum* TCK1 Penyebab Antraknosa pada Tanaman Cabai. Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS 2015. Yogyakarta. 892-897.
- Addy, H.S., N.F. Azizi, & P. Mihardja. (2016). Detection of Bacterial Wilt Pathogen and Isolation of Its Bacteriophage from Banana in Lumajang Area, Indonesia. *International Journal of Agronomy*, 8(5), 1-8.
- Alfizar, M., & Fitri, S. (2013). Kemampuan Antagonis *Trichoderma* sp Terhadap Beberapa Jamur Patogen *In Vitro*. *Jurnal Floratek*, (8), 45-51.
- Djereng, D.K., R. Kawuri, & Y. Ramona. (2017). Potensi *Bacillus* sp. B3 Sebagai Agen Biokontrol Penyakit Layu Bakteri yang Disebabkan oleh *Ralstonia* sp. Pada Tanaman Cabai (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Metamorfosa*, 4 (2), 237-246.

- Dwiastuti, M.E., Fajri, M.N., & Yunimar. (2015). Potensi *Trichoderma* sp. Sebagai Agens Pengendali *Fusarium* sp. Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa* Dutch.). *J. Hort*, 25 (4), 331-339.
- Gusnawaty, H.S ,Taufik, M., Triana, L., & Asniah. (2014). Karakterisasi Morfologis *Trichoderma* spp. Indigenus Sulawesi Tenggara. *Jurnal Agroteknos*, 4(2), 88-94.
- Hamedo, H.A & Maklouf, A.M. (2016). Biological Defence of Some Bacteria Against Tomato Wilt Disease Caused by *Ralstonia solanacearum*. *Minia Sci Bull*, 27(2), 26-40.
- Kasidal, N. Aidawati, & D.E. Adriani. (2019). Uji Efektifitas Agensia Hayati dalam Mengendalikan Penyakit Layu Bakteri *Ralstonia solanacearum* dan Meningkatkan Pertumbuhan Serta Hasil Tanaman Cabai (*Capsicum annum*). *EnviroScienteeae*, 15 (3), 349-356.
- Karamina, H., Wahyu, F., dan Tri, M. (2018). Penggunaan *Trichoderma koningii* Sebagai Pengendali Penyakit Layu bakteri oleh *Ralstonia solanacearum* Pada Pertumbuhan Tanaman kentang Varietas Granola. PROSIDING : Seminar Nasional Pembangunan Pertanian Indonesia dengan tema "Memperkuat Lumbung Pangan, Fundamental Ekonomi dan Daya Saing Global". Fakultas Pertanian Universtas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- Konappa, N.M., Nirmala, D.D., & Srinivas C. (2013). Efficacy of *Trichoderma asperellum* Against *Ralstonia solanacearum* Under Greenhouse Conditions. *India. Annalls of Plant Sciences*, 2 (9), 342-350.
- Konappa, N.M. & Srinivas C. (2012). In Vitro Screening of Bioantagonistic Agents and Plant Extracts to Control Bacterial Wilt (*Ralstonia solanacearum*) of Tomato (*Lycopersicon esculentum*). *J Agric Technol*, 8(3), 999–1015.
- Manan, A., Endang, M., & Loekas S. (2018). Kemampuan Campuran *Bacillus* sp., *Pseudomonas fluorescens*, dan *Trichoderma* sp. untuk Mengendalikan Penyakit Layu Bakteri pada Tanaman Tomat. *J Fitopatologi Indonesia*, 14 (2), 63–68.
- Paath, J.M. & M. Ratulangi. 2014. Aplikasi *Trichoderma koningii* dan *Pseudomonas Berfluoresensi* untuk Pengendalian Penyakit Cabai di Minahasa, Sulawesi Utara. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 10(4), 133–137.
- Prihatiningsih, N., & H.A. Djatmiko. (2016). Enzim Amilase Sebagai Komponen Antagonis *Bacillus subtilis* B315 terhadap *Ralstonia solanacearum* Kentang. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika: Journal of Tropical Plant Pests and Diseases*, 16 (1), 10-16.
- Setyari, A. R., Aini, L.Q., dan Abadi, A.L. (2013). Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Terhadap Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia Solanacearum*) Pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum Esculentum* Mill.). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*, 1(2), 1-80.
- Soesanto, L., Endang, M., R.F. Rahayuniati, & R.S Dewi. (2013). Uji Kesesuaian Empat Isolat *Trichoderma* spp. dan Daya Hambat In Vitro Terhadap Beberapa Patogen Tanaman. *Jurnal HPT Tropika*, 13(2), 117–123.
- Sopialena. (2018). Pengendalian Hayati dengan Memberdayakan Potensi Mikroba. Mulawarman University Press. Samarinda. 81-89p.
- Suanda, I.W. (2016). Karakterisasi Morfologis *Trichoderma* Sp. Isolat JB dan Daya Antagonisme Terhadap Patogen Penyebab Penyakit Rebah Kecambah (*Sclerotium Rolfsii* Sacc.) Pada Tanaman Tomat. *Prosiding Seminar Nasional MIPA 2016*. FMIPA Universitas Pendidikan Ganesha (Undiksha). Bali. ISBN 978-602-6428-00-4.
- Suanda, I.W., & Ratnadi, N.W. (2015). Daya Antagonism *Trichoderma* sp. Isolat Local terhadap Jamur Patogen penyebab Penyakit Rebah Kecambah (*Schlerotium rolfsii* Sacc.) pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Jurnal EmaSains*, 4(2), 155-162.

Alfia Rofika Sari, Endang Triwahyu Prasetyawati, Sri Wiyatiningsih: *Potensi Trichoderma spp. Sebagai Antagonis Penyakit Layu Bakteri (Ralstonia solanacearum) Secara In Vitro..(Hal. 439 - 446)*

Syukur, M., Rachmi, Y., & Rahmansyah, D. (2016). *Budidaya Cabai Panen Setiap Hari*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Ulum, S., Purnawati, A., Radiyanto, I., & Widiastuti, A.M. (2018). *Mekanisme Penghambatan Metabolit Sekunder Pseudomonad fluorescent, Bacillus sp., dan Streptomyces sp. Terhadap Pertumbuhan Ralstonia solanacearum*. SKRIPSI. Surabaya: Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.