

## EFEKTIVITAS BAKTERI PSEUDOMONAD FLUORESCENT ISOLAT PF-142 DAN PUPUK HAYATI MIKORIZA DALAM MENGHAMBAT PENYAKIT LAYU BAKTERI *Ralstonia solanacearum* PADA TANAMAN CABAI

Achmad Fiqri<sup>1</sup>, Yenny Wuryandari<sup>2</sup>, Noni Rahmadhini<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Agroteknologi, Fakultas Pertanian, UPN “Veteran” Jawa Timur, Indonesia.  
E-Mail: 17025010104@upnjatim.ac.id

Submit: 23-11-2022

Revisi: 24-5-2023

Diterima: 5-6-2023

### ABSTRAK

**Efektivitas Bakteri Pseudomonad Fluorescent Isolat Pf-142 dan Pupuk Hayati Mikoriza dalam Menghambat Penyakit Layu Bakteri *Ralstonia Solanacearum* pada Tanaman Cabai.** Bakteri patogen *Ralstonia solanacearum* dapat menurunkan produktivitas tanaman cabai. Penelitian bertujuan untuk mengetahui efektivitas kombinasi dan waktu aplikasi bakteri Pseudomonad fluorescent dan pupuk hayati mikoriza terhadap *R. solanacearum* pada tanaman cabai. Penelitian ini menggunakan percobaan RAK dua faktorial, faktor pertama adalah kombinasi Pseudomonad fluorescent Pf-142 dengan pupuk hayati mikoriza yang terdiri dari P1 = 10 ml suspensi bakteri Pf-142 + 0 gr pupuk hayati mikoriza), P2 (7,5 ml suspensi bakteri Pf-142 + 2,5 gr pupuk hayati mikoriza), P3 (5 ml suspensi bakteri Pf-142 + 5 gr pupuk hayati mikoriza), P4 (2,5 ml suspensi bakteri Pf-142 + 7,5 gr pupuk hayati mikoriza), dan P5 (0 ml suspensi bakteri Pf-142 + 10 gr pupuk hayati mikoriza). Faktor kedua adalah waktu aplikasi yang terdiri dari T1 (7 hari sebelum tanam), T2 (saat tanam). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan 5 ml suspensi bakteri Pf-142 + 5 gr pupuk hayati mikoriza yang diaplikasikan 7 hari sebelum tanam mampu menunda gejala penyakit layu bakteri hingga 11,5 hari, perlakuan 10 ml suspensi bakteri Pf-142 + 0 gr pupuk hayati mikoriza yang diaplikasikan saat tanam memiliki keparahan penyakit sebesar 16%, dan perlakuan 0 ml suspensi bakteri Pf-142 + 10 gr pupuk hayati mikoriza yang diaplikasikan saat tanam memiliki persentase akar terkolonisasi mikoriza sebesar 77,59%. Dengan demikian perlakuan 5 ml suspensi bakteri Pf-142 + 5 gr pupuk hayati mikoriza yang diaplikasikan 7 hari sebelum tanam adalah perlakuan yang terbaik.

**Kata kunci :** Cabai merah, Mikoriza, Pseudomonad fluorescent, *Ralstonia solanacearum*.

### ABSTRACT

**Effectiveness of Pseudomonad Fluorescent Bacteria Isolate Pf-142 and Mycorrhizal Biofertilizers in Inhibiting *Ralstonia Solanacearum* Bacterial Wilt Disease on Chili plants.** Pathogenic bacteria *Ralstonia solanacearum* can reduce the productivity of chili plants. The aim of this study was to determine the effectiveness of the combination and timing of application of Pseudomonad fluorescent and mycorrhizal biofertilizers against *R. solanacearum*. This study used a two-factorial randomized block design experiment, the first factor was a combination of Pseudomonad fluorescent Pf-142 with mycorrhizal biofertilizer consisting of P1 = 10 ml Pf-142 bacterial suspension + 0 g mycorrhizal biofertilizer), P2 (7.5 ml suspension bacteria Pf-142 + 2.5 g mycorrhizal biofertilizer), P3 (5 ml Pf-142 bacterial suspension + 5 g mycorrhizal biofertilizer), P4 (2.5 ml Pf-142 bacterial suspension + 7.5 gr mycorrhizal biofertilizer), and P5 (0 ml of Pf-142 bacterial suspension + 10 g of mycorrhizal biofertilizer). The second factor is the application time which consists of T1 (7 days before planting), T2 (at planting). The results showed that treatment of 5 ml of Pf-142 bacterial suspension + 5 g of mycorrhizal biofertilizer applied 7 days before planting was able to delay the symptoms of bacterial wilt disease for up to 11.5 days, treatment of 10 ml of Pf-142 bacterial suspension + 0 g of mycorrhizal biofertilizer The one applied at planting had a disease severity of 16%, and the treatment of 0 ml of Pf-142 bacterial suspension + 10 g of mycorrhizal biofertilizer that was applied at planting had a

percentage of mycorrhizal colonized roots of 77.59%. Thus the treatment of 5 ml Pf-142 bacterial suspension + 5 g of mycorrhizal biofertilizer which was applied 7 days before planting was the best treatment..

**Keywords :** Chilli plants, Mychorizae, Pseudomonad fluorescent, *Ralstonia solanacearum*.

## 1. PENDAHULUAN

Tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) merupakan salah satu tanaman penting di Indonesia. Wiratama *et al.*, (2013) menegaskan bahwa beberapa kendala yang menyebabkan rendahnya produktivitas cabai adalah faktor varietas dengan daya hasil rendah dan adanya serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) yaitu hama, penyakit, dan gulma. Salah satu penyakit yang menyerang tanaman cabai adalah penyakit layu bakteri. Penyakit layu bakteri disebabkan oleh patogen *Ralstonia solanacearum*. Bakteri *R. solanacearum* juga menyerang tanaman tomat, kentang, jahe, seledri, terung dan pisang. Menurut Supriadi (2011) bakteri *R. solanacearum* memiliki kisaran inang dan daerah sebaran yang luas.

Salah satu metode yang banyak dikembangkan adalah penggunaan agensia hayati untuk mengendalikan penyakit seperti bakteri *Pseudomonad fluorescent* dan jamur mikoriza arbuskula. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Wuryandari *et al.*, (2005) membuktikan bahwa dari beberapa isolat *Pseudomonad fluorescent* mampu menghambat penyakit layu bakteri pada tanaman cabai di rumah kaca yang disebabkan oleh *R. solanacearum* diantaranya adalah isolat Pf-142 yang dapat menekan pertumbuhan *R. solanacearum* secara bakteriostatik sebesar 33,33%. Menurut Apriyadi *et al.*, (2019) JMA merupakan salah satu mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk menekan serangan penyakit layu bakteri akibat bakteri *R. solanacearum*. JMA biasa diaplikasikan dalam bentuk pupuk hayati. Salah satu

spesies jamur mikoriza arbuskula yang sering digunakan yaitu *Glomus* sp.

Aplikasi pengendalian penyakit layu bakteri dapat dilakukan sebelum tanam sebagai upaya preventif agar agensia hayati lebih dulu mengendalikan bakteri patogen di dalam tanah sebelum lahan ditanami tanaman. Selain itu, pengendalian juga dapat dilakukan bersamaan dengan waktu tanam agar waktu yang dibutuhkan untuk proses penanaman dan pengendalian dapat lebih efektif dan efisien. Perbedaan waktu aplikasi perlu diteliti untuk mengetahui pengaruh waktu aplikasi terhadap infeksi patogen *R. solanacearum* pada tanaman cabai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas kombinasi dan waktu aplikasi bakteri *Pseudomonad fluorescent* isolat Pf-142 dan pupuk hayati mikoriza dalam menekan penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh *R. solanacearum* secara *in vivo* pada tanaman cabai.

## 2. METODA PENELITIAN

### 2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai April 2022 di Kebun Bibit Wonorejo dan Laboratorium Kesehatan Tanaman I, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan meliputi media YPGA (yeast, peptone, glukosa, dan agar); Kings'B (terdiri atas agar bakteri, gliserol, *Pseudomonas* Agar Base); biakan murni agensi pengendali hayati *Pseudomonad fluorescent* isolat Pf-

142 koleksi dari Dr. Ir. Yenny Wuryandari, MP., pupuk hayati mikoriza dari Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya, bakteri patogen *R. solanacearum* dari koleksi Universitas Gajah Mada, alkohol 70%, spiritus, aquades, polybag 30 cm, bibit cabai merah varietas Tanjung-2 umur 28 hari, bambu, tali rafia, media tanah dan kompos.

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok dua faktorial berdasarkan arah sinar matahari. Faktor pertama yaitu perbandingan kombinasi antara Bakteri *Pseudomonad fluorescent* isolat Pf-142 dan pupuk hayati mikoriza. Perbandingan kombinasi yang dilakukan terdiri dari 5 kombinasi yaitu :

P1 = 10 ml suspensi bakteri Pf-142 + 0 gram pupuk hayati mikoriza.

P2 = 7,5 ml suspensi bakteri Pf-142 + 2,5 gram pupuk hayati mikoriza.

P3 = 5 ml suspensi bakteri Pf-142 + 5 gram pupuk hayati mikoriza.

P4 = 2,5 ml suspensi bakteri Pf-142 + 7,5 gram pupuk hayati mikoriza.

P5 = 0 ml suspensi bakteri Pf-142 + 10 gram pupuk hayati mikoriza.

Faktor kedua yakni waktu aplikasi Bakteri *Pseudomonad fluorescent* isolat Pf-142 dan pupuk hayati mikoriza. Waktu aplikasi yang dilakukan ada 2 macam terdiri dari aplikasi 7 hari sebelum tanam dan aplikasi saat tanam, sehingga diperoleh total 10 perlakuan ditempatkan dalam rancangan acak kelompok, masing-masing kombinasi diulang sebanyak tiga kali.

### Prosedur Pelaksanaan Penelitian

**Persiapan Media Tanam** Media tanam untuk uji in vivo pada tanaman cabai yaitu tanah dan kompos. Perbandingan tanah dan kompos yang digunakan yaitu 1:1. Media tanam disterilkan dengan menggunakan formalin 5% dengan dosis 2.5 ml/kg, proses sterilisasi ini berlangsung selama 15 hari baru kemudian tanah bisa digunakan untuk media tanam untuk mematikan mikroorganisme yang terdapat di dalam media tanam (Musafa *et al.*, 2015). Tanah kemudian dimasukkan kedalam polibag dengan ukuran 30 cm x 40 cm dengan berat tanah 10 kg. Polibag disusun di lokasi penelitian sesuai dengan tata letak yang telah diacak.

**Persiapan Inokulum** Bakteri *Pseudomonad fluorescent* isolat Pf-142 koleksi dari Dr. Ir. Yenny Wuryandari, MP diremajakan pada media King's B. Pupuk hayati mikoriza dengan bahan aktif *Glomus* sp. diperoleh dari Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya. Bakteri patogen *R. solanacearum* diperoleh dari koleksi Universitas Gajah Mada diremajakan pada media YPGA.

**Inokulasi Bakteri *Pseudomonad fluorescent* isolat Pf-142 dan pupuk hayati mikoriza.** Aplikasi suspensi bakteri *Pseudomonad fluorescent* isolat Pf-142 dilakukan menggunakan kerapatan  $10^{10}$  CFU/ml dengan cara menuang suspensi bakteri ke dalam lubang tanam. Aplikasi pupuk hayati mikoriza dilakukan dengan cara memberikan pupuk hayati mikoriza pada lubang tanam dengan jumlah dan waktu sesuai perlakuan yang ditentukan.

**Inokulasi Bakteri *Ralstonia solanacearum*.** Media tanam yang sudah disterilisasi kemudian diinfestasi suspensi

bakteri *R. solanacearum*. Kerapatan koloni bakteri *R. solanacearum* yang digunakan yaitu  $10^8$  CFU/ml. Suspensi bakteri *R. solanacearum* sebanyak 10 ml dituangkan ke dalam lubang tanam di polibag. Waktu pemberian suspensi bakteri *R. solanacearum* dilakukan ketika tujuh hari sebelum tanam.

**Penanaman Tanaman Cabai** Tanaman cabai sehat varietas Tanjung-2 beumur 28 hari ditanam di polybag yang telah diberi perlakuan.

**Pemeliharaan**

**Penyiraman**

Penyiraman dilakukan setiap pagi dan sore hari.

**Penyulaman**

Penyulaman dilakukan jika ditemukan benih yang tidak tumbuh. Penyulaman dilakukan pada saat tanaman berumur 7 hari setelah tanam.

**Penyiangan**

Penyiangan dilakukan bila ditemukan gulma yang tumbuh di dalam dan luar polibag.

**Pengendalian hama**

Pengendalian hama pestisida Furadan 3G dengan dosis 2 g per polybag.

### **Pengamatan**

Pengamatan uji in vivo dilakukan selama 30 hari. Parameter pengamatan penelitian meliputi:

**Masa Inkubasi (hari)** Masa inkubasi penyakit layu bakteri diamati mulai dari inokulasi patogen hingga tampak gejala layu pada tanaman cabai. Pengamatan dilakukan setiap hari setelah inokulasi.

**Intensitas penyakit** Pengamatan intensitas penyakit dilakukan dengan cara mengamati perkembangan gejala layu bakteri pada tanaman cabai setiap 5 hari hingga hari ke 30 setelah inokulasi. Intensitas serangan dihitung dengan menggunakan skala 0 sampai 5, yaitu:

- 0 = tidak ada gejala
- 1 = 1 - 10% daun layu
- 2 = 11 - 30% daun layu
- 3 = 31 - 60% daun layu
- 4 = 61 - 99 % daun layu
- 5 = 100% daun layu

Besarnya indeks penyakit dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$I = \frac{\sum_{i=0}^k (k \times nk)}{Z \times N} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

I = indeks penyakit

k = skala atau skor

nk = jumlah tanaman yang bergejala sakit dengan skala k (0, 1, 2, 3, 4, 5)

N = jumlah total tanaman yang diinokulasi

Z = kategori serangan tertinggi (Arwiyanto, 1995)

**Pengamatan infeksi jamur mikoriza arbuskula** Pengamatan infeksi jamur mikoriza arbuskula pada akar tanaman dilakukan setelah penelitian akhir (45 HST) dengan

menghitung persentase akar tanaman cabai yang terkolonisasi jamur mikoriza arbuskula. Rumus perhitungan persentase akar terkolonisasi sebagai berikut :

$$P = \frac{\sum \text{akar terkolonisasi}}{\sum \text{akar yang diamati}} \quad (2)$$

Keterangan :

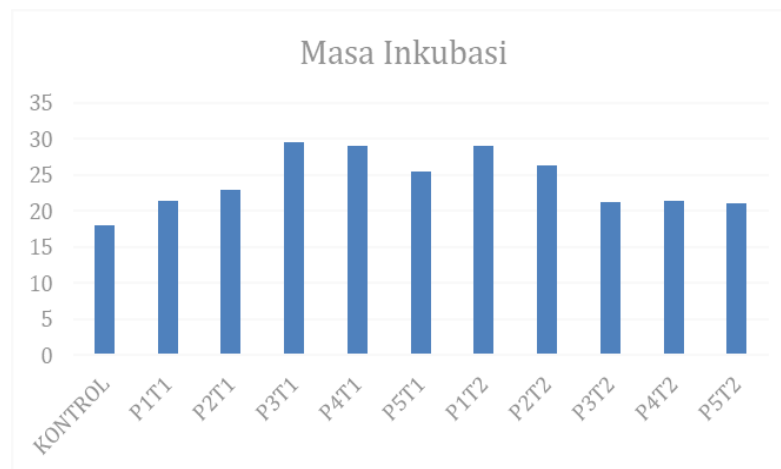
P = persentase akar terkolonisasi  
(Suryati, 2017).

### Analisis Data

Data hasil penelitian berasal dari uji efektivitas kombinasi yang dianalisis menggunakan prosedur ANOVA. Apabila kesimpulan didapat dengan syarat ( $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}} 5\%$ ) maka, perbedaan rata-rata antar perlakuan diuji menggunakan uji DMRT (Duncan Multiple Range Test) pada taraf nyata 5%.

### 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan masa inkubasi bakteri patogen *R. solanacearum* pada tanaman cabai merah varietas Tanjung-2 menunjukkan bahwa pada tanaman yang diberi perlakuan memiliki masa inkubasi lebih lama dibandingkan kontrol (Gambar 1).



**Gambar 1.** Histogram pengaruh perlakuan terhadap masa inkubasi penyakit layu bakteri pada tanaman cabai.

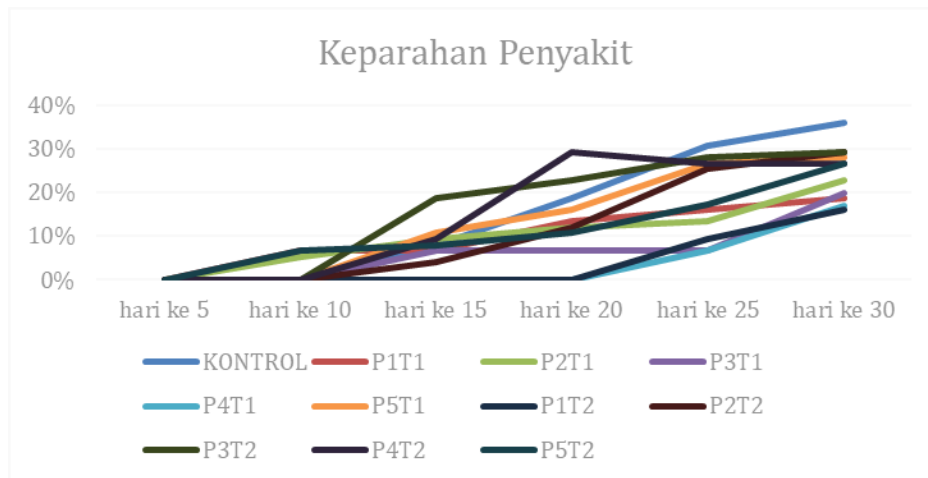
Tanaman yang sudah terinfeksi bakteri *R. solanacearum* akan menimbulkan gejala berupa layu pada daun muda kemudian layu akan terjadi pada keseluruhan daun tanaman. Hal ini sesuai dengan penelitian Sholeh *et. al.* (2017) yang menyatakan bahwa gejala penyakit layu bakteri dimulai pada daun muda yang layu. Setelah beberapa hari,

akan terjadi layu secara keseluruhan pada semua daun. Daun tanaman yang layu tidak kering dan tetap berwarna hijau.

Hasil pengamatan masa inkubasi disajikan pada Gambar 1. Masa inkubasi tercepat terdapat pada tanaman kontrol yaitu 18 HST. Penghambatan masa inkubasi terlama terdapat pada perlakuan P3T1 dengan 29,5 HST dan P1T2 dengan 29 HST.

Kombinasi 5 ml suspensi bakteri Pf-142 + 5 gram pupuk hayati mikoriza waktu aplikasi tujuh hari sebelum tanam dapat

menghambat masa inkubasi penyakit layu bakteri hingga 11,5 hari.



**Gambar 2.** Kurva linear pengaruh perlakuan terhadap keparahan penyakit layu bakteri pada tanaman cabai.

Hasil analisa sidik ragam pada Gambar 2. menunjukkan bahwa keparahan penyakit layu bakteri *R. solanacearum* pada tanaman cabai yang telah diberikan suspensi bakteri *Pseudomonad fluorescent* Pf-142 dan pupuk hayati mikoriza dengan beberapa kombinasi tidak berbeda nyata. Perlakuan kontrol menunjukkan gejala layu pada 14 HST dengan keparahan penyakit sebesar 8%. Peningkatan keparahan penyakit terjadi pada pengamatan selanjutnya 20 HST, 25 HST, dan 30 HST persentase berturut-turut yaitu 19%; 31%; dan 36%. Perlakuan pemberian suspensi bakteri *Pseudomonad fluorescent* Pf-142 dan pupuk hayati mikoriza dengan beberapa kombinasi memiliki persentase keparahan penyakit dibawah 30% saat 30 HST.

Perlakuan P1T2 memiliki keparahan penyakit paling rendah sebesar 16% pada 30 HST dengan daya hambat sebesar 55,56%. Perlakuan P4T2 mengalami indeks keparahan penyakit paling tinggi saat 20 HST sebesar 29%, namun pada 25 HST

mengalami penurunan menjadi 27%. Hal ini diduga karena *Pseudomonad fluorescent* Pf-142 dan jamur mikoriza arbuskula berkolerasi dengan akar tanaman sehingga menghambat pertumbuhan patogen serta meningkatkan pertumbuhan tanaman. Menurut Chen *et. al.*, (2013) menyatakan bahwa bakteri agensi hayati menghambat perkembangan patogen dengan beberapa mekanisme yaitu secara langsung dengan jalan menghasilkan berbagai senyawa metabolit anti patogen seperti siderophore, kitinase, antibiotik, dan sianida. Mekanisme secara tidak langsung yaitu memicu ketahanan terimbas pada tanaman inang. Hasil penelitian Istiqomah *et al.* (2017) menyatakan bahwa *P. fluorescens* mampu melarutkan fosfat dan memproduksi IAA (Indole Acetic Acid). Kedua zat ini dapat meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan tanaman sehingga berimbas pada peningkatan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen. Akkopru dan Demir (2005), menyatakan bahwa tanaman yang terkolonisasi JMA sedikit mengalami kerusakan dan perkembangan patogen terhambat karena JMA mampu memperkuat ciri morfologi dan fisiologis tanaman dengan mengubah komposisi kimia jaringan tanaman.

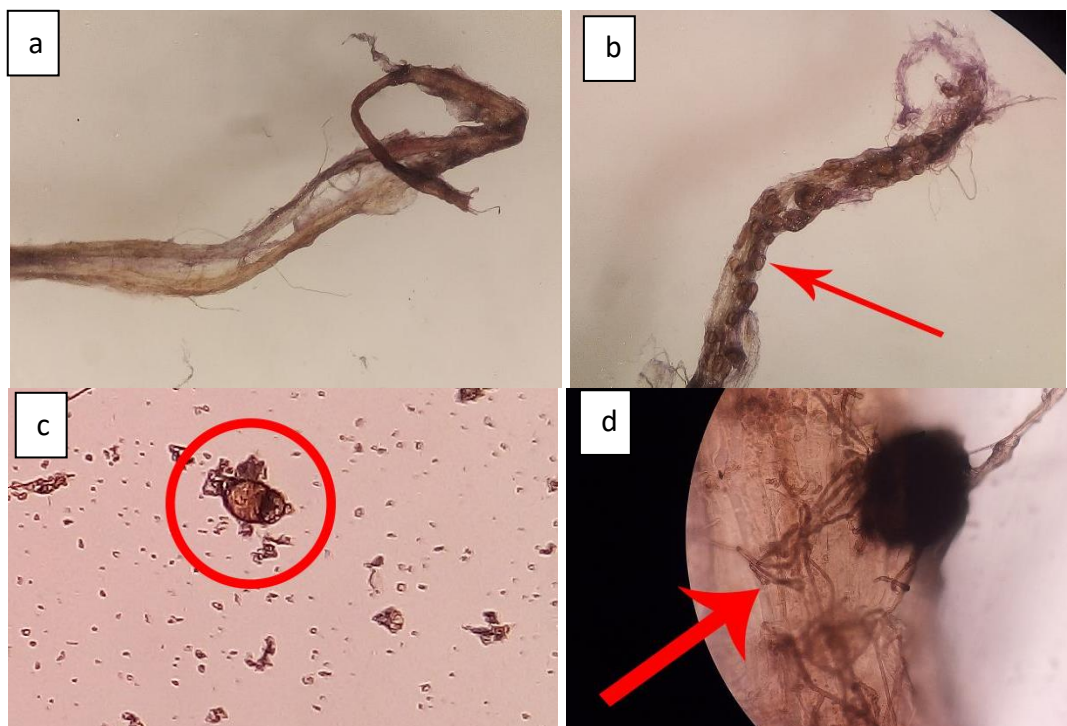
**Tabel 1.** Data Penelitian Persentase Akar Terkolonisasi Jamur Mikoriza Arbuskula.

Perlakuan	Akar terkolonisasi (%)
Kontrol	12,34 a
P1T1	17,13 a
P2T1	36,16 b
P3T1	60,99 cd
P4T1	70,99 cd
P5T1	74,15 d
P1T2	11,11 a
P2T2	52,40 bc
P3T2	53,79 bc
P4T2	76,41 d
P5T2	77,59 d
DMRT 5%	5,81

**Keterangan :**

P1 = 10 ml Pf-142 + 0 gram pupuk hayati mikoriza      T1 = aplikasi tujuh hari sebelum tanam  
 P2 = 7,5 ml Pf-142 + 2,5 gram pupuk hayati mikoriza      T2 = aplikasi saat tanam  
 P3 = 5 ml Pf-142 + 5 gram pupuk hayati mikoriza  
 P4 = 2,5 ml Pf-142 + 7,5 gram pupuk hayati mikoriza  
 P5 = 0 ml Pf-142 + 10 gram pupuk hayati mikoriza

tn = tidak berpengaruh  
 \* = berpengaruh nyata  
 \*\* = berpengaruh sangat nyata



**Gambar 3.** Akar tanaman yang terkolonisasi dengan mikoriza pada perbesaran 100x (a) akar tanaman yang tidak terinfeksi, (b) akar tanaman yang terinfeksi ditandai dengan adanya vesikula mikoriza. (c) spora mikoriza, (d) arbuskula mikoriza.

Pengamatan akar terkolonisasi jamur mikoriza arbuskula menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada uji DMRT dengan taraf 5% (Tabel 1). Akar yang terkolonisasi dengan JMA ditandai dengan adanya spora atau vesikula mikoriza pada akar tanaman (Gambar 3). Persentase kolonisasi JMA pada akar tanaman cabai tertinggi pada perlakuan P5T2 (0 ml suspensi bakteri Pf-142 + 10 gram pupuk hayati mikoriza waktu aplikasi saat tanam) sebesar 77,59%.

Hasil pengamatan persentase kolonisasi JMA pada akar tanaman cabai (Tabel 1) menunjukkan bahwa jumlah pemberian pupuk hayati mikoriza berbanding lurus dengan persentase akar terkolonisasi mikoriza. Hal ini sesuai dengan penelitian Raisani *et. al.* (2016), semakin tinggi dosis JMA yang digunakan, maka semakin tinggi persentase infeksi JMA pada akar tanaman. Menurut Wicaksono *et. al.* (2014) JMA menggunakan karbon hasil fotosintesis tanaman sehingga patogen tidak mendapatkan sumber makanan. Selain itu, infeksi JMA pada akar tanaman dapat menyebabkan perubahan morfologi, seperti terjadinya lignifikasi pada bagian sel endodermis akar sehingga membentuk penghalang terhadap penetrasi patogen (Soenartiningih, 2013). Dengan demikian pertumbuhan patogen menjadi terhambat sehingga tanaman menjadi lebih tahan terhadap serangan patogen.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian adalah sebagai berikut : Kombinasi suspensi bakteri *Pseudomonad fluorescent* isolat Pf-142 dan pupuk hayati mikoriza mampu menghambat masa inkubasi bakteri *Ralstonia solanacearum* sebesar 11,5 hari. Kombinasi suspensi bakteri *Pseudomonad fluorescent* isolat Pf-142 dan pupuk hayati mikoriza efektif dalam

menghambat penyakit layu bakteri sebesar 55,56%. Penggunaan pupuk hayati mikoriza sebanyak 10 gram mampu mengkolonisasi akar tanaman hingga 77,59%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akkopru, A., & Demir, S. (2005). Biological control of Fusarium Wilt in Tomato Caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. lycopersici by AMF *Glomus intraradices* and some Rhizobacterial. *Journal of Phytopathology*, 153: 544-550. DOI : <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2005.01018.x>
- Apriyadi, Z., Liestiany, E., & Rodinah. (2019). Pengendalian Biologi Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*) Pada Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum*). *Proteksi Tanaman Tropika*, 2(02):1 Juni 2019. DOI : <https://doi.org/10.31326/jbio.v2i1.480>
- Arwiyanto, T. (1995). Strategi pengendalian penyakit layu bakteri tembakau cerutu di Sumatera Utara secara terpadu. *Ekspose Hasil Penelitian Tembakau Deli IV*, Medan.
- Chen, Y., Yan, F., Chai, Y., Liu, H., Kolter, R., Losick, R., & Guo, J. (2013). Biocontrol of tomato wilt disease by *Bacillus subtilis* isolates from natural environments depends on conserved genes mediating biofilm formation. *Environmental Microbiology*, 15(3), 848–864. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2012.02860.x>



- Hajoeningtjas, O. D., & Budi, G. P. (2005). *Efektivitas Jamur Mikoriza Arbuskula sebagai Pengendali Penyakit Akar Gada pada Tanaman Caisin*. Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Purwokerto.
- Istiqomah, I., Aini, L. Q., & Abadi, A. L. (2017). Kemampuan *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* dalam melarutkan fosfat dan memproduksi hormon IAA (Indole Acetic Acid) untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat. *Buana Sains*, 17(1), 75–84. DOI: <https://doi.org/10.33366/bs.v17i1.580>
- Musafa, M. K., Aini, L. Q. & Prasetya, B. (2015). Peran Mikoriza Arbuskula dan Bakteri *Pseudomonas fluorescens* dalam Meningkatkan Serapan P dan Pertumbuhan Tanaman Jagung pada Andisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* Vol 2 No 2: 191-197, <https://jtsl.uib.ac.id/index.php/jtsl/article/view/129>
- Raisani, N. P. M., Proborini, M. W., Surianii, N. L., & Kriswiyanti, E. (2020). Biokontrol arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) *Glomus* spp. terhadap infeksi *Fusarium oxysporum* Schlecht et Fr. pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Biologi Udayana* 24(1): 38-46. DOI: <https://doi.org/10.24843/JBIOUNUD.2020.v24.i01.p05>
- Sholeh, A., Yulianah, I., & Purnamaningsih, S. L. (2017). Penampilan Sifat Ketahanan Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*) dan Produktivitas Tinggi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) pada 24 Famili F5. *Jurnal Produksi Tanaman* Vol. 5 No. 5 : 957-964. <http://protan.studentjournal.uib.ac.id/index.php/protan/article/view/465/468>
- Soenartiningih. (2013). Potensi Cendawan Endomikoriza Arbuskular sebagai Media Pengendalian Penyakit Busuk Pelepah pada Jagung. *Jurnal Iptek Tanaman Pangan* 8(1): 48-53. URL: <https://repository.pertanian.go.id/items/83b17235-7bdc-4a07-89ff-37d62c06e6fb>
- Supriadi. (2011). Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*): Dampak, Bioekologi, dan Peranan Teknologi Pengendaliannya. *Pengembangan Inovasi Pertanian*. 4 (4):279-293. <https://adoc.pub/download/penyakit-layu-bakteri-ralstonia-solanacearum-dampak-bioekolo.html>
- Suryati, Titi. (2017). Studi Fungi Mikoriza Arbuskula di Lahan Pasca Tambang Timah Kabupaten Bangka Tengah. *Jurnal Teknologi Lingkungan* Vol. 18, No. 1, Januari 2017, 45-53. DOI : <https://doi.org/10.29122/jtl.v18i1.81>
- Wicaksono. M.I., Rahayu, M., Samanhudi. (2014). Pengaruh Pemberian Mikoriza dan Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan Bawang Putih. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian* 19(1): 35-44. DOI: <https://doi.org/10.20961/carakatan.i.v29i1.13310>

- Wiratama, I. D. M. P., Sudiarta, I. P., Sukewijaya, I. M., Sumiartha, K., & Utama, M. P. (2013). Kajian Ketahanan Beberapa Galur dan Varietas Cabai Terhadap Serangan Antraknosa di Desa Abang Songan Kecamatan Kintamani Kabupaten Bangli. *E-jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 2 (2):71- 81. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/JAT/article/download/5411/4129/>
- Wuryandari, Y., Purnawati, A., Arwiyanto, T., & Hadisutrisno, B. (2005). *Perlakuan Benih Tomat Secara Biologi dengan Pseudomonad fluorescent untuk Pengendalian Penyakit Layu Bakteri R. solanacearum*. Laporan Hibah Pekerti.