

Uji Antagonis *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas berfluorescens* dari PGPR Akar Bambu Dalam Menekan Penyakit Layu Bakteri *Ralstonia solanacearum* Pada Tomat

Imam Sohibi *, Yusriadi Marsuni, Elly Liestiany

Prodi Proteksi Tanaman Jurusan HPT Fakultas Pertanian ULM

Corresponden Author: imamsohibi56@gmail.com

Received: 09 Nopember 2022; Accepted 09 Januari 2023; Published: 01 Februari 2023

ABSTRACT

Bacterial wilt disease caused by *Ralstonia solanacearum* on tomato plants can reduce the quantity and quality, so it is necessary to control this disease. One of the controls that can be used is control using antagonistic agents. Bacteria *Bacillus* sp. and *Pseudomonas fluorescens* is an antagonist agent contained in PGPR which has the ability to suppress disease growth, increase plant root uptake of several nutrients and increase plant growth. This study aims to determine the effect of *Bacillus* sp. and *P. fluorescens* from bamboo roots in suppressing bacterial wilt disease of *R. solanacearum* in tomatoes. Using a Completely Randomized Design Method (CRD) consisting of 3 treatments, each treatment consisted of 6 replications so that 18 experimental units were obtained in vivo. Observations were made by measuring plant height, number of fruit, fruit weight and intensity of disease attack. The results obtained in this study indicate that the administration of *Bacillus* sp. and *P. fluorescens* were able to control bacterial wilt disease caused by *Ralstonia solanacearum* bacteria in tomato plants.

Keywords : *Bacillus* sp., *P. fluorescens*, *R. solanacearum*, *Tomato Plant*

ABSTRAK

Penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum* pada tanaman tomat dapat menurunkan kuantitas dan kualitas sehingga perlu dilakukannya pengendalian terhadap penyakit tersebut. Salah satu pengendalian yang dapat digunakan yaitu pengendalian menggunakan agens antagonis. Bakteri *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas berfluorescens* merupakan agens antagonis yang terdapat dalam PGPR memiliki kemampuan dalam menekan pertumbuhan penyakit, meningkatkan serapan perakaran tanaman terhadap beberapa nutrisi serta meningkatkan pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian *Bacillus* sp. dan *P. berfluorescens* dari akar bambu dalam menekan penyakit layu bakteri *R. solanacearum* pada tomat. Dengan menggunakan Metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari 3 perlakuan, setiap perlakuan terdiri dari 6 ulangan sehingga diperoleh 18 satuan percobaan yang dilakukan secara in vivo. Pengamatan yang dilakukan yaitu dengan mengukur tinggi tanaman, jumlah buah, berat buah dan intensitas serangan penyakit. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian *Bacillus* sp. dan *P. berfluorescens* mampu mengendalikan penyakit layu bakteri yang disebabkan bakteri *Ralstonia solanacearum* pada tanaman tomat.

Kata kunci : *Bacillus* sp., *P. berfluorescens*, *R. solanacearum*, *Tanaman Tomat*

Pendahuluan

Tomat (*Lycopersicon esculantum* Mill.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang diminati masyarakat baik untuk dikonsumsi maupun dibudidayakan dan mengandung banyak vitamin yang berguna bagi tubuh manusia (Cahyono, 2008). Konsumsi tomat segar dan

olahan tomat meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk dan kesadaran masyarakat akan pentingnya gizi yang seimbang (Kartika *et al.*, 2013).

Tanaman tomat dapat terserang berbagai macam penyakit, salah satunya penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh bakteri *R.*

solanacearum (Nawangsih *et al.*, 2011). *R. solanacearum* adalah patogen tular tanah yang biasa ditemukan di daerah subtropis dan tropis dengan memperbanyak diri di dalam jaringan xilem dan menginfeksi perkarana secara alami (Yabuuchi *et al.*, 1995).

Upaya pengendalian penyakit layu bakteri dengan bahan kimia sintetis belum memberikan hasil yang memuaskan dan bahkan mencemarkan lingkungan. Pengendalian menggunakan mikroba antagonis merupakan alternatif pengendalian yang potensial dan ramah lingkungan. Mikroba antagonis yang banyak digunakan untuk mengendalikan penyakit tanaman salah satunya bakteri *Bacillus* sp. dan *P. fluorescens*. Mikroba antagonis tersebut mampu bersaing dan mengkolonisasi perakaran tanaman, menghasilkan toksin, metabolit sekunder, siderofor, serta mampu berperan sebagai *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) (Hamedo dan Maklouf, 2016).

Penggunaan mikroorganisme dari tanaman bambu bisa digunakan sebagai agens antagonis terhadap beberapa penyakit tanaman. Dari hasil penelitian Susanti *et al.* (2015) menyatakan bahwa bakteri sekitar perakaran bambu di wilayah Bogor dapat sebagai bakteri antagonis terhadap pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora* dan *Sclerotium rofsii* yang disekresikan beberapa bakteri sebagai hasil metabolit sekundernya serta menyatakan bahwa mikroba rizosfer bambu berpotensi dalam menekan patogen tanaman melalui fenomena antibiosis. Menurut Irfanti *et al.* (2021), perlakuan yang lebih dapat menekan *R. solanacearum* adalah *P. fluorescens* rizosfer bambu dan *Bacillus* sp. rizosfer dibandingkan perlakuan bakteri dari rizosfer rumput gajah dan rizosfer putri malu.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian *Bacillus* sp. dan *P. berfluorescens* dari PGPR akar bambu dapat mengendalikan penyakit layu bakteri pada tanaman tomat.

Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan dari bulan November - Februari 2022 bertempat di Kel. Sungai Ulin Kec. Banjarbaru Utara, Kota Banjarbaru dan di Laboratorium Fitopatologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan.

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari 3 perlakuan, kemudian setiap perlakuan terdiri dari 6 ulangan sehingga diperoleh 18 satuan percobaan. Adapun perlakuan yang akan diberikan antara lain sebagai berikut :

A = *R. solanacearum* (20 ml)

B = *Bacillus* sp. (20 ml) + *R. solanacearum* (20 ml)

C = *P. berfluorescens* (20 ml) + *R. solanacearum* (20 ml)

Setiap unit percobaan terdiri atas 10 tanaman sehingga jumlah keseluruhan tanaman sebanyak 180 tanaman dan semua tanaman dijadikan sampel.

Persiapan Penelitian

Sterilisasi tanah

Kukus tanah dan pupuk (1:1) di dalam tempat pengukus dengan air mendidih selama 3 jam atau sampai kentang yang ada di dalam karung tanah matang.

Sterilisasi Alat

Alat-alat yang sudah dibungkus dengan kertas kemudian disterilisasi ke dalam oven selama 1 jam dengan suhu 170 °C.

Pembuatan Biakan PGPR

Akar bambu sebanyak 250 gram direndam dengan 3 liter air kelapa, 3 liter air leri dan 250 gram gula merah selama 3 hari. Media perbanyakannya dibuat dengan cara merebus air 10 liter tambahkan air cucian beras 3 liter, 2 ons terasi, 1 ons kapur sirih dan 4 ons gula merah, aduk rata hingga mendidih, diamkan hingga dingin, kemudian masukan air rendaman akar bambu. Tutup rapat dan berikan selang kecil sebagai tempat keluar gas. Fermentasi selama 4 minggu dan dilakukan pengadukan setiap hari.

Pembuatan Media *Tetrazolium chlorida* (TZC)

Bahan yang digunakan yaitu 10 g glukosa, 10 g pepton, 1 g casamino acid dan 15 g agar

dicampurkan ke dalam gelas beaker yang telah berisi 1000 ml akuades, sisakan sedikit akuades untuk melarutkan TZC 1%. Panaskan dan aduk bahan yang telah dicampurkan hingga mendidih dan homogen. Masukkan ke dalam botol kaca dan tutup dengan aluminium foil dan cling wrap, kemudian sterilkan menggunakan autoclave pada suhu 121 °C dengan tekanan 15 psi selama 30 menit. Penambahan TZC 1% dilakukan saat media ingin dituang ke dalam cawan petri dengan keadaan media hangat kuku.

Pembuatan Media Nutrient Agar (NA)

Bahan yang digunakan yaitu 20 g agar dengan 500 ml akuades dicampurkan dan panaskan hingga mendidih. Larutkan 3 g ekstrak daging, 5 g pepton dan 2,5 glukosa ke dalam 500 ml akuades, aduk hingga homogen. Setelah itu campurkan larutan agar dan larutan ekstrak daging, pepton serta glukosa, lalu masukkan ke dalam botol kaca, tutup dengan aluminium foil dan cling wrap selanjutnya sterilkan menggunakan autoclave dengan suhu 121 °C dengan tekanan 15 psi selama 30 menit.

Pembuatan Media King's B

Bahan yang digunakan yaitu 15 ml glycerol, 20 g pepton, 20 g agar, 0,5 g K₂HPO₄, 0,25 g Mg SO₄7H₂O dan 1000 ml akuades. Campurkan semua bahan dalam gelas beaker yang telah dipanaskan dan aduk hingga homogen. Kemudian masukkan ke dalam botol kaca, tutup dengan aluminium foil dan cling wrap selanjutnya sterilkan menggunakan autoclave dengan suhu 121 °C dengan tekanan 15 psi selama 30 menit.

Pelaksanaan Penelitian

Isolasi *Ralstonia solanacearum*

Isolat *R. solanacearum* diambil dari pangkal batang tanaman tomat bergejala layu bakteri yang dimasukkan ke dalam air steril sampan pangkal batang mengeluarkan ose bakteri. Ose bakteri ditumbuhkan pada media TZC dengan gores. Inkubasi selama ± 1-2 hari dan murnikan. Ambil koloni bulat berwarna merah muda dengan tepi berwarna putih untuk memperoleh isolat murni *R. solanacearum*.

Isolasi *Bacillus* sp. dari PGPR Akar Bambu

Isolat *Bacillus* sp. diambil dari PGPR akar bambu sebanyak 1 ml, kemudian masukkan ke dalam tabung reaksi yang telah berisi 9 ml akuades steril dan homogenkan menggunakan vortex. Selanjutnya lakukan pengenceran hingga 10⁻⁴. Ambil suspensi sebanyak 2 ml pada pengenceran 10⁻⁴ untuk dipanaskan pada suhu 80 °C selama 30 menit, ambil sebanyak 0,05 ml sebarkan pada media NA. Inkubasi selama ± 24-48 jam dan murnikan.

Isolasi *Pseudomonas Berfluorescens* dari PGPR Akar Bambu

Isolat *P. berfluorescens* diambil dari PGPR akar bambu sebanyak 1 ml, kemudian masukkan ke dalam tabung reaksi yang telah berisi 9 ml akuades steril dan homogenkan menggunakan vortex. Selanjutnya lakukan pengenceran hingga 10⁻⁴. Ambil suspensi pengenceran 10⁻⁴ kemudian goreskan pada media king's B. Inkubasi selama ± 24-48 jam dan murnikan.

Pemberian Perlakuan

Perlakuan diberikan saat pindah tanam dengan pemberian isolat *Bacillus* sp dan *P. berfluorescens* pada tanah menggunakan metode kocor masing-masing tiap perlakuan *Bacillus* sp. 20 ml dan *P. berfluorescens* 20 ml dengan kerapatan suspensi (10⁹ CFU/ml). *R. solanacearum* diinokulasi setelah 24 jam aplikasi *Bacillus* sp. dan *P. berfluorescens* (Huang *et al.*, 2013). Pengaplikasian *R. solanacearum* dilakukan dengan cara menyiramkan sebanyak 20 ml suspensi bakteri disekitar perakaran tanaman yang telah dilukai (Istiqomah dan Kusumawati, 2018).

Pengamatan

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan setiap satu minggu sekali sampai tanaman berumur 35 hst. Jumlah dan berat buah dihitung saat tanaman mulai panen pada umur 60, 67, 74 dan 81 hst. Intensitas serangan penyakit diamati mulai dari tanaman mulai saat tanaman sudah mulai terserang, kemudian dilakukan pengamatan 7 hari sekali sampai panen ke 3, menghitung intensitas penyakit menggunakan rumus.

$$I = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Keterangan :

I = Intensitas serangan

a = Jumlah tanaman yang terserang

b = Jumlah tanaman keseluruhan

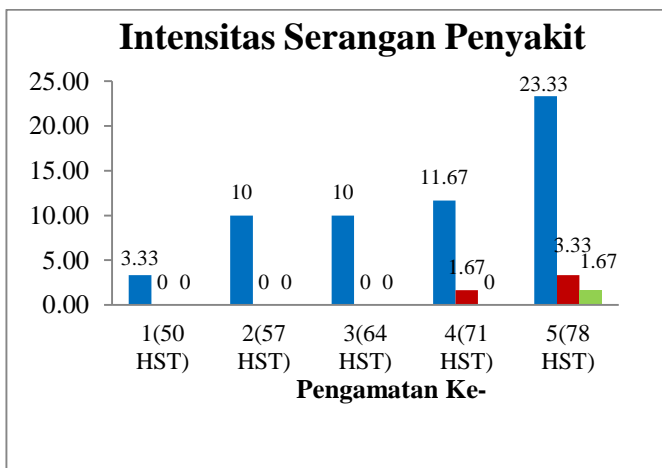
Analisis Data

Hasil penelitian diuji kehomogenannya dengan ragam barlet, data yang tidak homogen dilakukan transformasi, sampai diperoleh data yang homogen selanjutnya dilakukan uji anova, untuk mengetahui pengaruh perlakuan, dilakukan uji beda antar perlakuan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

Hasil dan Pembahasan

Persentase Intensitas Serangan Penyakit

Berdasarkan hasil pengamatan intensitas serangan penyakit pada tanaman tomat yang telah diberikan perlakuan terlihat bahwa pada pengamatan pertama hingga pengamatan kelima perlakuan kontrol menunjukkan peningkatan, sedangkan untuk perlakuan *Bacillus* sp. munculnya gejala hanya pada pengamatan keempat dan kelima dan perlakuan *P. berfluorescens* muncul gejala hanya terlihat pada minggu kelima, seperti terlihat pada (Gambar 1).



Gambar 1. Grafik Intensitas Serangan Penyakit Hasil uji kehomogenan terhadap intensitas serangan penyakit layu bakteri pengamatan kelima

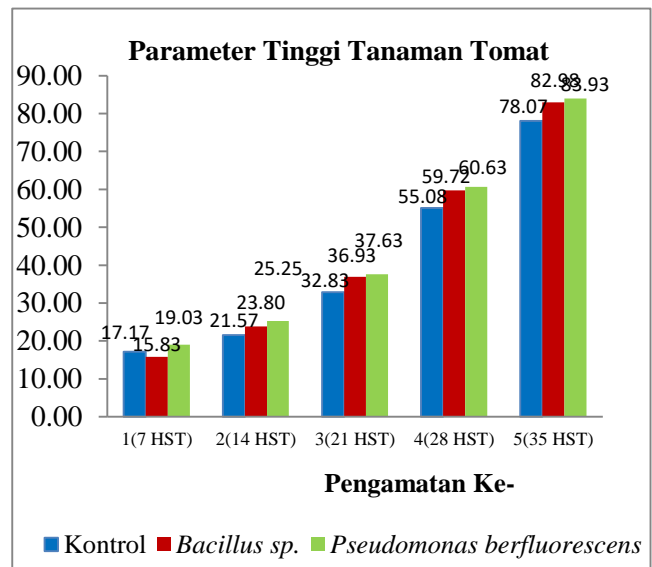
pada tanaman tomat yang menggunakan uji barlet didapatkan bahwa data tersebut homogen, selanjutnya data dilakukan analisis ragam (Anova). Hasil data tersebut dilanjutkan pengujian beda nyata terkecil (BNT) taraf 5 % menyatakan bahwa perlakuan kontrol berbeda nyata dengan perlakuan *Bacillus* sp. dan *P. berfluorescens*, namun perlakuan *Bacillus* sp. tidak berbeda nyata dengan perlakuan *P. berfluorescens* (Tabel 1).

Tabel 1. Uji BNT Intensitas Serangan Penyakit

| No | Perlakuan | Intensitas Serangan |
|----|-----------|---------------------|
| 1 | A | 1,29 ^b |
| 2 | B | 0,95 ^a |
| 3 | C | 0,89 ^a |

Persentase Tinggi Tanaman

Hasil pengamatan tinggi tanaman dilakukan selama masa vegetatif yaitu pada minggu pertama sampai minggu kelima, tinggi tanaman tomat setiap minggu mengalami kenaikan, pada minggu pertama kontrol 17,17 cm, perlakuan *Bacillus* sp. 15,83 cm dan perlakuan *P. berfluorescens* 19,03 cm, hingga pada minggu kelima tinggi tanaman pada perlakuan kontrol 78,07 cm, perlakuan *Bacillus* sp. 82,98 dan perlakuan *P. berfluorescens* 83,93 cm, seperti terlihat pada (Gambar 2).



Gambar 2. Grafik Tinggi Tanaman Tomat

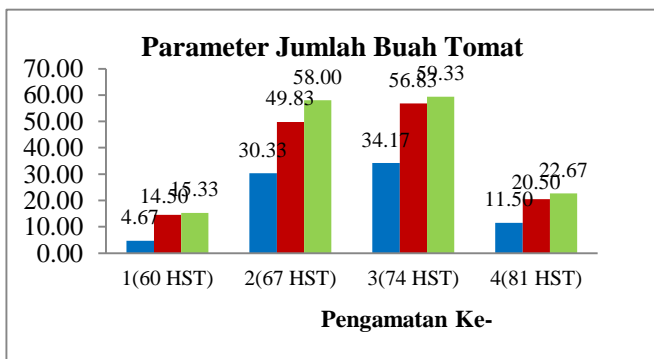
Setelah dilakukan Uji Beda Nyata Terkecil pada pengamatan kelima didapatkan hasil bahwa perlakuan kontrol berbeda nyata dengan perlakuan *Bacillus* sp. dan *P. berfluorescens*, namun perlakuan *Bacillus* sp. tidak berbeda nyata dengan perlakuan *P. berfluorescens* (Tabel 2).

Tabel 2. Uji BNT Tinggi Tanaman Tomat

| No | Perlakuan | Tinggi Tanaman |
|----|-----------|--------------------|
| 1 | A | 78,07 ^a |
| 2 | B | 82,98 ^b |
| 3 | C | 83,93 ^b |

Persentase Jumlah Buah

Jumlah buah pada tanaman tomat dihitung setiap kali panen dari panen pertama hingga panen keempat. Dari Gambar 3 menunjukkan jumlah buah yang dihasilkan tanaman tomat setiap perlakuan memiliki jumlah buah yang berbeda, pada perlakuan kontrol memiliki jumlah buah yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan *Bacillus* sp. dan *P. berfluorescens*. Pada panen kedua dan ketiga mengalami peningkatan yang signifikan dari panen pertama, tetapi panen keempat mengalami penurunan seperti terlihat pada (Gambar 3).



Gambar 3. Grafik Jumlah buah Tomat

Jumlah buah tomat pada pengamatan terakhir yang telah dilakukan Uji Beda Nyata Terkecil didapatkan hasil bahwa perlakuan kontrol berbeda nyata dengan perlakuan *Bacillus* sp. dan *P. berfluorescens*, namun perlakuan *Bacillus* sp.

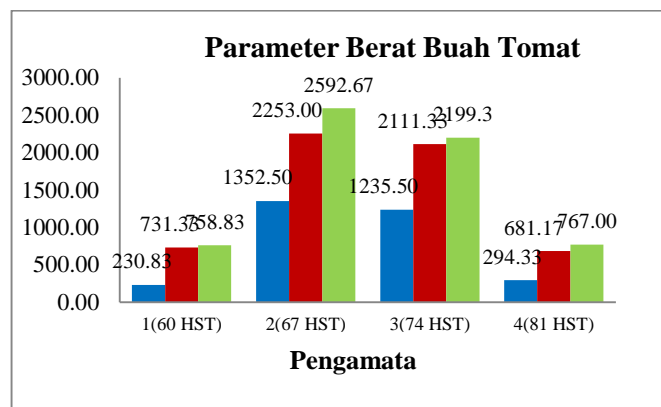
tidak berbeda nyata dengan perlakuan *P. berfluorescens* (Tabel 3).

Tabel 3. Uji BNT Jumlah Buah Tomat

| No | Perlakuan | Jumlah Buah |
|----|-----------|-------------------|
| 1 | A | 1,06 ^a |
| 2 | B | 1,30 ^b |
| 3 | C | 1,35 ^b |

Persentase Berat Buah

Berat buah yang dihasilkan pada tanaman tomat dihitung setiap kali panen dari panen pertama hingga panen keempat. Dari Gambar 4 terlihat bahwa berat buah pada panen kedua memiliki berat yang tertinggi dibandingkan dengan panen pertama, ketiga dan keempat, serta memiliki berat buah yang berbeda pada setiap perlakuannya. seperti terlihat pada (Gambar 4).



Gambar 4. Grafik Berat Buah Tomat

Jumlah buah tomat pada pengamatan terakhir yang telah dilakukan Uji Beda Nyata Terkecil didapatkan hasil bahwa perlakuan kontrol berbeda nyata dengan perlakuan *Bacillus* sp. dan *P. berfluorescens*, namun perlakuan *Bacillus* sp. berbeda nyata dengan *P. berfluorescens*. (Tabel 4).

Tabel 4. Uji BNT Berat Buah Tomat

| No | Perlakuan | Berat Buah |
|----|-----------|---------------------|
| 1 | A | 294,33 ^a |
| 2 | B | 681,17 ^b |
| 3 | C | 767,00 ^c |

Intensitas Serangan Penyakit

Bakteri dari PGPR diketahui aktif mengkolonisasi di daerah akar tanaman dan memiliki beberapa peran utama bagi tanaman yaitu salah satunya sebagai bioprotektan, PGPR melindungi tanaman dari patogen (Rai, 2006). Mekanisme bakteri *P. fluorescens* dalam mengendalikan penyakit dengan ketahanan terinduksi dan mengeluarkan senyawa antibiosis yang mampu memberikan sinyal terhadap tanaman yang untuk melakukan pertahanan diri. Salah satunya enzim kitinase yang dapat menghambat perkembangan patogen (Jatnika *et al.*, 2013). Mekanisme antibiosis yang dimiliki bakteri *Bacillus* spp. adalah dengan terbentuknya zona hambatan pada kultur *Bacillus* spp. yang ditumbuhkan pada medium secara berlapis dengan bakteri patogen. Bakteri ini juga berperan sebagai pupuk hayati, sekresi enzim pelisis dan penginduksi ketahanan sistemik (Choudhary dan Johri, 2008),

Berdasarkan hasil penelitian Istiqomah dan Kusumawati, (2018) menunjukkan bahwa pertumbuhan *R. solanacearum* dapat dihambat oleh semua isolat *B. subtilis* dan *P. fluorescens* pada uji antagonis dengan tipe antibiosis bakteriostatik. *B. subtilis* UB-ABS6, *P. fluorescens* UB-PF5 dan *P. fluorescens* UB-PF6 merupakan perlakuan yang mampu meningkatkan kadar fenol tanaman tomat. Masa inkubasi dan kejadian penyakit layu bakteri dapat ditekan oleh semua isolat hayati yang sudah diaplikasikan dengan efektifitas penekanan sebanyak 30-60%.

Tinggi Tanaman Tomat

Tinggi tanaman tomat pada pengamatan terakhir didapatkan bahwa perlakuan *Bacillus* sp. dan *P. berfluorescens* dari PGPR akar bambu lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol. PGPR adalah mikroba tanah yang berada di sekitar akar tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung terlibat dalam memacu pertumbuhan serta perkembangan tanaman (Munees dan Mulugeta, 2014). Pemicu pertumbuhan tanaman pada

pemberian *Bacillus* sp. dan *P. fluorescens* disebabkan oleh hormon auksin yang dihasilkan. Menurut Rosenblueth dan Martínez-Romero (2008), *Pseudomonas* dan *Bacillus* diketahui dapat menghasilkan hormon IAA dari fitohormon kelompok auksin alami sebagai pemacu pertumbuhan tanaman (ZPT) yang dapat melakukan pembelahan dan diferensiasi sel serta sintesa protein, selain menghasilkan hormone IAA bakteri ini dapat meningkatkan nitrogen pada tanaman.

Jumlah Buah Tomat

Jumlah buah tomat pada pengamatan terakhir didapatkan bahwa perlakuan *Bacillus* sp. dan *P. berfluorescens* dari PGPR akar bambu lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol. Berdasarkan pernyataan Rahni (2012), PGPR juga berperperan penting dalam meningkatkan kesuburan tanaman, hasil panen, dan kesuburan lahan. Senyawa fitohormon giberelin diketahui berpengaruh terhadap hasil panen yaitu jumlah buah. *P. fluorescens* dapat berperan sebagai PGPR yang berasosiasi dengan akar tanaman, menghasilkan senyawa auksin, giberelin dan sitokinin (Landa *et al.*, 2002). sesuai Suryaningsih (2008), senyawa fitohormon seperti sitokinin, auksin, etilen, asam absisat dan giberelin dihasilkan oleh *Bacillus* sp. yang mampu merangsang pertumbuhan tanaman sehingga dapat meningkatkan hasil panen buah tomat.

Berat Buah Tomat

Berat buah tomat pada pengamatan terakhir didapatkan bahwa perlakuan *Bacillus* sp. dan *P. berfluorescens* dari PGPR akar bambu lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol. Senyawa fitohormon giberelin diketahui berpengaruh terhadap hasil panen yaitu berat buah. Menurut Suryaningsih (2008), senyawa fitohormon seperti sitokinin, auksin, etilen, asam absisat dan giberelin dihasilkan oleh *Bacillus* sp. yang mampu merangsang pertumbuhan tanaman sehingga dapat meningkatkan hasil panen buah tomat. Senyawa auksin, giberelin dan sitokinin yang dihasilkan oleh bakteri *P. fluorescens* berperan sebagai PGPR

yang berasosiasi dengan akar tanaman (Landa *et al.*, 2002). Namun jumlah senyawa yang ada pada bakteri *Bacillus* sp. dan *P. fluorescens* tidak diketahui sehingga memungkinkan hasil panen buah yang berbeda. pada penelitian ini berat buah yang diberikan perlakuan bakteri *P. fluorescens* lebih berat dibandingkan peralakuan *Bacillus* sp.

Kesimpulan

1. Pemberian *Bacillus* sp. dan *P. berfluorescens* dari PGPR akar bambu mempunyai pengaruh terhadap perkembangan penyakit layu yang disebabkan oleh bakteri *R. solanacearum*, namun antara *Bacillus* sp. dan *P. berfluorescens* tidak berbeda nyata.
2. Pemberian *Bacillus* sp. dan *P. berfluorescens* dari PGPR akar bambu berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan jumlah buah tomat, namun antara *Bacillus* sp. dan *P. berfluorescens* tidak berbeda nyata.
3. Pemberian *Bacillus* sp. dan *P. berfluorescens* dari PGPR akar bambu dapat meningkatkan berat buah tomat, namun perlakuan *Bacillus* sp. berbeda nyata dengan *P. berfluorescens*.

Daftar Pustaka

- Cahyono, B. (2008). *Tomat Usaha Tani dan Penanganan Pascapanen*. Kanisius. Yogyakarta.
- Choudhary, D. K. and B. N. Johri. (2009). *Interactions of Bacillus spp. and plants— with special reference to induced systemic resistance (ISR)*. *Microbiological research*, 164(5), 493-513.
- Hamedo, H.A. and A.M. Maklouf. (2016). *Biological defence of some bacteria against tomato wilt disease caused by Ralstonia solanacearum*. *Minia Sci Bull*, 27(2), 26–40.
- Huang, J., Z. Wei, S. Tan, X. Mei, S. Yin, Q. Shen and Y. Xu. (2013). *The rhizosphere soil of diseased tomato plants as a source for novel microorganisms to control bacterial wilt*. *Applied Soil Ecology*, 72, 79–84.
- Idris, E.E., D.J. Iglesias, M. Talon and R. Borriss. 2007. *Tryptophan- Dependent Production of Indole-3-Acetic Acid (IAA) Affects Level of Plant Growth Promotion by Bacillus amyloliquefaciens FZB42*. *Molecular Plant- Microbe Interaction*. 20, 619-626.
- Irfanti, D. Y., Y. Marsuni dan E. Liestiany. (2021). Uji Antagonis *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas berfluorescens* dari Rizosfer Bambu, Rumput Gajah dan Putri Malu dalam Menekan Bakteri *Ralstonia solanacearum*. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*, 4(1), 292-298.
- Istiqomah, I. dan D. E. Kusumawati. (2018). Pemanfaatan *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas berfluorescens* dalam pengendalian hayati *Ralstonia solanacearum* penyebab penyakit layu bakteri pada tomat. *Jurnal Agro*. 5(1), 1-12.
- Jatnika, W., A. L. Abadi dan L. Q. Aini. 2013. Pengaruh Aplikasi *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. terhadap perkembangan penyakit bulai yang disebabkan oleh jamur *Peronosclerospora maydis* pada tanaman jagung. *Jurnal HPT*. 1(4), 19-29.
- Kartika, E., Z. F. Gani dan D. Kurniawan. (2013). Tanggap Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum*. Mill) Terhadap Pemberian Kombinasi Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik (Tomato (*Lycopersicum esculentum*. Mill) response to organic and inorganic fertilizers combination). *Bioplantae*, 2(3), 122-131.
- Landa, B.B., H.A.E. de Werd, B.B. McSpadden Gardener, and D.M. Weller. (2002). *Comparison of Three Methods for Monitoring Populations of Different Genotypes of 2,4-diacetylphloroglucinolproducing Pseudomonas fluorescens in Rhizosphere*. *Phytopatholgy*. 92, 129-137.

- Mugiastuti, E., A. Manan, R. F. Rahayuniati dan L. Soesanto. (2019). Aplikasi *Bacillus* sp. untuk mengendalikan penyakit layu fusarium pada tanaman tomat. *Jurnal Agro*, 6(2), 144-152.
- Munees, A. and K. Mulugeta. (2014). *Mechanism and applications of plant growth promoting rhizobacteria*. *Journal of King Saud University Science*. 26(1), 1-20.
- Nawangsih, A.A., I. Damayanti, S. Wiyono and J.G. Kartika. (2011). *Selection and characterization of endophytic bacteria as biocontrol agents of tomato bacterial wilt disease*. *Hayati*. 2(18), 66-70.
- Radhakrishnan, R. dan I. J. Lee. (2016). *Gibberellins producing Bacillus methylotrophicus KE2 supports plant growth and enhances nutritional metabolites and food values of lettuce*. *Plant Physiology and Biochemistry*. 109, 181-189.
- Rai, M. K. (2006). *Handbook of Microbial Biofertilizer*. Food Production Press. New York. in Terjemah.
- Rahni, N. M. (2012). Efek fitohormon PGPR terhadap pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays*). *CEFARS: Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah*, 3(2), 27-35.
- Rosenblueth, M and E. Martínez-Romero. (2006). *Bacterial endophytes and their interactions with hosts*, *The American Phytopathological Society*. *MPMI*. 19(8), 827–837.
- Soesanto, L., E. Mugiastuti dan R. F. Rahayuniati. (2010). Kajian mekanisme antagonis *Pseudomonas fluorescens* P60 terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* pada tanaman tomat in vivo. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 10(2), 108-115.
- Suryaningsih, E. (2008). Pengendalian Penyakit Sayuran yang Ditanam dengan Sistem Budidaya Mosaik pada Pertanian Periurban. *Jurnal Hortikultura*, 18(2), 200-211.
- Susanti, W.I., R. Widyastuti dan S. Wiyono. (2015). Peranan Tanah Rizosfer Bambu Sebagai Bahan Untuk Menekan Perkembangan Patogen *Phytophthora palmivora* dan Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Pepaya. *Jurnal Tanah Iklim*, 39(2), 63-72.
- Yabuuchi, E., Y. Kosako, I. Yano, H Hotta and Y. Nishiuchi. (1995). *Transfer of two bulkholderia and an alcaligenes species to Ralstonia gen. nov.: Proposal of Ralstonia pickettii* (Ralston, Palleroni, and Doudoroff 1973) *Comb. Nov.*, *Ralstonia solanacearum* (Smith 1896) *Comb. Nov.* and *Ralstonia eutropha* (Davis 1969) *Comb. Nov. Microbiol. Immunol*, 39(11), 897–904.