

PENGARUH KOMBINASI DOSIS *Trichoderma harzianum* DAN PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA (PGPR) TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TOMAT (*Solanum lycopersicum* L.) SERTA EFEKTIVITASNYA DALAM MENEKAN PENYAKIT LAYU FUSARIUM

EFFECT OF COMBINATION OF *Trichoderma harzianum* AND PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA (PGPR) DOSES ON THE GROWTH AND YIELD OF TOMATO (*Solanum lycopersicum* L.) AND ITS EFFECTIVENESS IN SUPPRESSING FUSARIUM WILT DISEASE

Tini Sudartini^{1*}, Yaya Sunarya¹, Undang¹, Vani Wulan Dari¹, Desi Rahmawati^{2*}, Adam Saepudin¹

¹ Fakultas Pertanian, Universitas Siliwangi, Kampus Mugarsari, Tamansari, Tasikmalaya, Jawa Barat

²Jurusan Agroteknologi, Institut Teknologi dan Bisnis Riyadlul Ulum, Setianegara, Cibereum, Tasikmlaya, Jawa Barat

*Korespondensi: tinisudartini@unsil.ac.id

ABSTRAK

Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) memiliki nilai ekonomi tinggi dan potensi ekspor tetapi tingkat produktivitasnya masih sangat rendah dibandingkan dengan potensinya. Ini menjadikannya salah satu komoditas hortikultura yang sangat potensial untuk dikembangkan. Hal ini disebabkan oleh keadaan tanah yang tidak subur, kondisi cuaca ekstrim, disfungsi lahan akibat bahan kimia, dan faktor biologis, yaitu serangan penyebab penyakit layu *Fusarium*. Peningkatan hasil tomat dan pengendalian penyakit dapat dilakukan dengan *Trichoderma harzianum* dan PGPR. Pengamatan ini bertujuan untuk menyingkap kombinasi dosis *T. harzianum* dan PGPR yang paling baik terhadap pertumbuhan dan hasil tomat. Selain tujuan tersebut, melalui pengamatan ini juga bertujuan untuk menyingkap efektivitas dalam penekanan laju penyakit layu *Fusarium*. Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 28unit plot percobaan, 7 perlakuan dan 4 kali ulangan. Dosis *T. harzianum* dan PGPR yang dicoba adalah A (tanpa *T. harzianum* + tanpa PGPR), B (*T. harzianum* 10 g/tanaman), C (*T. harzianum* 20 g/tanaman), D (*T. harzianum* 10 g/tanaman + PGPR 15 ml/tanaman), E (*T. harzianum* 10 g/tanaman + PGPR 30 ml/tanaman), F (*T. harzianum* 20 g/tanaman + PGPR 15 ml/tanaman), G (*T. harzianum* 20 g/tanaman + PGPR 30 ml/tanaman). Parameter pengamatan pada penelitian ini adalah tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, intensitas serangan, jumlah buah per tanaman, bobot buah per buah, dan bobot buah pertanaman. Hasil penelitian menunjukkan Kombinasi *T. harzianum* 10 g/tanaman + PGPR 15 ml/tanaman berpengaruh paling baik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat serta efektif menekan penyakit layu *Fusarium*.

Kata Kunci: Layu *Fusarium*; PGPR; Tanaman tomat; *Trichoderma harzianum*.

ABSTRACT

Although the tomato (*Solanum lycopersicum* L.) has a high economic value and the potential to be exported, its productivity is still far below what it could be. It is therefore among the most promising horticultural products to be created. This is due to infertile soils, extreme weather conditions, chemical-induced land dysfunction, and biological factors, namely *Fusarium* wilt infestation. Tomato yield increase and disease control can be done with *Trichoderma harzianum* and PGPR. The aim of the research was to determine the best combination of doses of *T. harzianum* and PGPR for tomato growth and yield that was effective in suppressing *Fusarium*

wilt. This research used a completely randomized design (CRD) with 28 experimental plot units, 7 treatments and 4 times repeated. Dosage The *T. harzianum* and PGPR tried were A (without *T. harzianum* without PGPR). B (*T. harzianum*, 10 g/plant). (*T. harzianum*, 20 g/plant). D (*T. harzianum*, 10 g/plant, PGPR, 15 ml/plant). E (*T. harzianum* 10 g/plant, PGPR 30 ml/plant). F (*T. harzianum*, 20 g/plant; PGPR, 15 ml/plant). G (*T. harzianum*, 20 g/plant, PGPR, 30 ml/plant). The Parameter in this study were plant height, stem diameter, number of leaves, intensity of attack, number of fruits per plant, fruit size per fruit, and fruit weight. planting. The results showed that *T. harzianum* 10 g/plant+ PGPR 15 ml/plant combination, has the best effect on the growth and yield of tomato plants and is effective in suppressing *Fusarium* wilt disease.

Keywords: *Fusarium* wilt; PGPR; Tomato plants; *Trichoderma harzianum*.

PENDAHULUAN

Salah satu komoditas hortikultura, yaitu tomat, memiliki peluang besar untuk dikembangkan. Hal tersebut didukung oleh karakteristik tomat yang bernilai ekonomi tinggi dan berpotensi besar untuk ekspor (Susanna *et al.* 2010). Pada tahun 2021 hingga 2022, produksi tanaman tomat di Jawa Barat mengalami penurunan yaitu dari 292.307 ton/tahun menjadi 272.961 ton/tahun (BPS, 2022). Rendahnya produktifitas tanaman tomat disebabkan oleh keadaan tanah yang tidak subur, kondisi cuaca yang ekstrim, disfungsi lahan pertanian yang terdegradasi akibat penggunaan bahan kimia, serta faktor biologis berupa serangan yang menyebabkan penyakit pada tanaman tomat. Salah satu penyakit yang ditimbulkan dari serangan tersebut, yaitu layu *Fusarium* (Purwati & Khairunisa, 2007; Nazimah *et al.* 2020).

Berbagai upaya untuk meningkatkan produktifitas tomat sudah dilakukan diantaranya penggunaan pupuk biologis. Salah satu sumber pupuk biologis tanah adalah *Trichoderma* sp. Mikroorganisme ini berfungsi sebagai organisme pengurai, dan juga berperan sebagai agen hayati dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Beberapa spesies *Trichoderma* sp. yang telah diidentifikasi sebagai agen hayati pada berbagai macam tanaman pertanian, yaitu *T. harzianum*, *T. viride*, dan *T. konigii* (Setyadi, *et al.* 2017).

Fusarium oxysporum merupakan fungi penyebab penyakit layu fusarium. Apabila tidak ada penanganan yang tepat dalam pengendalian penyakit tersebut, maka dapat menyebabkan kerugian dengan menurunnya produksi buah tomat (Sopialena, 2015). Serangan jamur *Fusarium* diawali dengan pucatnya tulang-tulang daun terutama daun-daun bagian atas, lambat laun tangkai daun merunduk menjadi layu secara keseluruhan, tanaman menjadi kerdil dan dapat menyebabkan kematian jika menyerang tanaman muda (Agus, 2021).

Menurut Soesanto (2013), demi meningkatkan produksi dan mutu pada tanaman tomat, maka penting dilakukannya pengendalian hama dan penyakit. Salah satu penanggulannya dengan pemberian unsur kimia, berupa unsur makro dan mikro, yang berpengaruh dalam pertumbuhan tanaman. Selain penggunaan unsur kimia, berdasarkan beberapa temuan penelitian didapat bahwa penggunaan faktor biologis juga mampu mengurangi sebaran penyakit pada tanaman. Salah satu faktor biologis yang berperan sebagai antagonis terhadap patogen penyebab penyakit pada tanaman adalah jamur (Sastrahidayat, 2011). Salah satunya adalah *Trichoderma* sp. yang berkontribusi secara nyata dalam penurunan intensitas serangan penyakit tanaman (Sriwati, 2017)

Pengendalian penyakit yang digalakkan kini merupakan pengendalian secara terpadu dengan memanfaatkan agen hayati. Agen hayati yang mampu memainkan perannya dalam menekan serangan patogen pada tanaman, diantaranya adalah *Bacillus*, *Pseudomonas* kelompok *fluorescens*, dan *Trichoderma* spp. Selain itu, peran agen hayati tersebut, mampu memberikan dampak peningkatan pertumbuhan tanaman (Khamidi *et al.* 2021). Beberapa sumber penelitian sebelumnya membuktikan peran *Trichoderma* yang berpengaruh positif terhadap pertumbuhan dan perkembangan fase vegetatif dan reproduktif tanaman, serta hasil yang diperoleh dari panen pada dosis 20 g/tanaman (Rizal, *et al.* 2019).

Selain *Trichoderma*, *Rhizobacteria* merupakan bakteri yang dapat berperan meningkatkan produktivitas tanaman. Berfungsi sebagai pupuk hayati yang memberikan peran penting dalam ketersediaan dan kelarutan hara bagi tumbuhan, *Rhizobacteria* adalah salah satu mikroorganisme dari kelompok *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). *Azospirillum* sp., *Azotobacter* sp., *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Acetobacter* sp. adalah beberapa mikroba dari kelompok PGPR, yang berdampak pada peningkatan produk tanaman. PGPR ditemukan di wilayah perakaran tanaman dan berperan sebagai pupuk hayati dan pengendali hayati. Peran tersebut dilakukan untuk peningkatan pertumbuhan tanaman, produksi fitohormon, siderofor, dan melarutkan fosfat, serta berfungsi sebagai pengendali hayati (Singh, 2013). Peran lainnya, PGPR merupakan kelompok bakteri yang bersimbiosis dengan akar tanaman ini, dijadikan sebagai solusi untuk menghasilkan akar yang kokoh. (Musa *et al.* 2023)

Hasil pengamatan yang dilakukan oleh Wahyuningsih, *et al.* (2017) yaitu perlakuan PGPR dari akar bambu menghasilkan produksi bawang merah lebih tinggi dengan dosis 30 ml/tanaman. Dengan demikian, penggunaan *Trichoderma* dan PGPR diperlukan untuk menekan pertumbuhan patogen dan memicu peningkatan pertumbuhan serta hasil tanaman tomat.

METODE PENELITIAN

Waktu dan tempat

Pengamatan dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Siliwangi dan *green house* Balai Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura Sub Unit Pelayanan PTPH Wilayah V Kota Tasikmalaya Jawa Barat. Penelitian dilaksanakan pada bulan September hingga Desember 2023.

Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu jarum ose, bunsen, korek api, cawan petri, tabung reaksi, gelas ukur, enlemeyer, mikropipet, autoclave, laminar air flow, timbangan, tray pot, polybag ukuran 30 cm x 40 cm, gembor, cangkul, kertas, saringan, plastik tahan panas, label, meteran, jangka sorong, kamera, dan alat tulis.

Adapun bahan yang digunakan yaitu benih tomat, pupuk kandang, pupuk NPK, beras menir, PDA, PDB, isolat *Trichoderma harzianum*, PGPR, *Fusarium oxysporum*, aquades, benih tomat varietas Tymoti.

Metode analisis

a. Uji di laboratorium

Uji untuk mengetahui persentase penghambatan oleh *Trichoderma harzianum* terhadap *Fusarium oxysporum*, dengan metode biakan ganda yang dilakukan dengan menempatkan potongan miselium *Fusarium oxysporum* dan *Trichoderma harzianum* pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) dalam satu cawan petri.

b. Uji di lapangan

Pengamatan ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang digunakan dalam pengamatan ini adalah sebagai berikut.

A : Kontrol (tanpa *T. harzianum* + tanpa PGPR)

B : *T. harzianum* 10 g/tanaman

C : *T. harzianum* 20 g/tanaman

D : *T. harzianum* 10 g/tanaman + PGPR 15 ml/tanaman

E : *T. harzianum* 10 g/tanaman + PGPR 30 ml/tanaman

F : *T. harzianum* 20 g/tanaman + PGPR 15 ml/tanaman

G : *T. harzianum* 20 g/tanaman + PGPR 30 ml/tanaman

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman Tomat

Berdasarkan luaran dari analistik statistik dosis dari perpaduan dari *Trichoderma harzianum* dan PGPR berpengaruh terhadap tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, jumlah buah per tanaman, bobot satuan buah, bobot buah per tanaman dan efektif terhadap intensitas serangan penyakit layu *Fusarium*. Tabel 3 menyajikan tinggi tanaman pada semua periode hidup dalam pengamatan sebagai respon dari dosis perpaduan *Trichoderma harzianum* dan PGPR

Tabel 3 Respon perpaduan dosis *Trichoderma harzianum* dan PGPR terhadap tinggi tanaman tomat

Perlakuan (Kombinasi dosis <i>T. harzianum</i> dan PGPR)	Tinggi tanaman (cm)		
	2 MST	4 MST	6 MST
A	16,06a	45,81a	62,00a
B	18,71b	51,81b	64,19ab
C	19,90bc	55,06bc	70,43bc
D	19,98bc	57,31bcd	76,50bc
E	20,03bc	59,31cd	79,93bc
F	20,90c	63,25de	81,75bc
G	21,35c	65,25e	82,25c

*Keterangan: Nilai dengan tanda huruf yang sama menunjukkan bahwa tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

Tabel di atas menyajikan pada semua periode hidup dalam pengamatan, tinggi tanaman berbeda nyata di berbagai kombinasi kombinasi dosis *T. harzianum* dan PGPR. Pada umumnya tanaman lebih pendek dan berbeda nyata pada control. Perlakuan terbaik untuk meningkatkan tinggi tanaman terjadi pada kombinasi *T.*

harzianum 20 g/tanaman + PGPR 30 ml/tanaman. Perlakuan ini menunjukkan pertumbuhan tertinggi pada semua umur pengamatan. Hal ini karena dosis yang lebih banyak, spora jamur dan bakteri semakin banyak jumlahnya. Dengan pemberian kombinasi dosis tersebut, *Trichoderma harzianum* dapat menginfeksi akar dan memperluas perakaran sehingga memiliki kemampuan untuk menyerap unsur hara nitrogen, fosfat, dan kalium.

Menurut Hopkins & Hunner (2008) penambahan PGPR ke dalam tanah juga dapat menyegerakan penguraian bahan organik sehingga tersedianya nutrisi lengkap dalam tanah. Nutrien lengkap yang hadir dalam tanah memastikan bahwa tanaman mendapatkan segala macam nutrisi yang dibutuhkan dan jumlah hara yang cukup dalam tubuh tanaman meningkatkan metabolisme tanaman.

Dosis *Trichoderma* yang lebih tinggi akan memiliki kemampuan menjajah akar tumbuhan dengan lebih baik dan memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap cekaman kekeringan. Selain itu, *Trichoderma* sendiri mampu mengoptimalkan koordinasi mekanisme pertahanan tanaman dan mempercepat laju fotosintesis pada daun (Vargas et al. 2009). Di sisi lain, Rhizobacteria juga memengaruhi secara positif terhadap pertumbuhan tanaman dari dalam tanah. Jumlah dan keragaman mikroba akan meningkat dengan pemberian PGPR, yang dapat meningkatkan eksudat akar dan memengaruhi pembentukan lingkungan rizosfer yang dinamis dan kaya akan sumber energi (Nugraha, et al. 2023; Rahni, 2012 dalam Nugraha, et al., 2023). PGPR berperan dalam optimalisasi penyerapan dan penyerapan unsur hara N oleh tumbuhan. Nitrogen membantu dalam pertumbuhan tinggi tanaman dan meningkatkan pertunasan (Fitri, Okalia, dan Nopsagiarti, 2020). Perlakuan NPK 200kg dengan PGPR 30 mililiter memberikan hasil terbaik (Putri, et al., 2022).

Diameter batang

Tabel 4 menunjukkan bahwa diameter batang pada periode hidup 2, 4, dan 6 MST berbeda nyata pada berbagai dosis *Trichoderma harzianum* dan PGPR dibandingkan dengan kontrol. Hal ini karena *Trichoderma harzianum* dan PGPR yang diaplikasikan ke daerah perakaran tanaman merupakan jamur dan bakteri yang menguntungkan sehingga jamur dan bakteri tersebut mampu menyediakan sumber ketersediaan unsur hara N dan K di dalam tanah dengan melalui proses dekomposisi.

Tabel 4 Pengaruh kombinasi dosis *Trichoderma harzianum* dan PGPR terhadap diameter batang tanaman tomat

Perlakuan (Kombinasi dosis <i>T. harzianum</i> dan PGPR)	Diameter batang (mm)		
	2 MST	4 MST	6 MST
A	5,00a	5,66a	7,25a
B	6,01b	7,46b	8,38b
C	6,00b	8,19c	9,00bc
D	6,11bc	8,78cd	9,52cd
E	6,15c	8,74cd	9,79cd
F	6,29d	8,87d	10,25d
G	6,33d	8,93 d	10,31d

*Keterangan: Nilai rata-rata yang ditandai dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

Pada diameter batang tanaman menunjukkan peningkatan yang signifikan dengan bertambahnya dosis *T. harzianum* dan PGPR dari waktu ke waktu. Semua perlakuan dengan dosis *T. harzianum* dan PGPR lebih tinggi menunjukkan diameter batang yang lebih besar dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan kombinasi *T. harzianum* 20 g/tanaman + PGPR 30 ml/tanaman memberikan hasil terbaik dalam diameter batang. Meskipun Pada 6 MST Perlakuan kombinasi *T. harzianum* 20 g/tanaman + PGPR 30 ml/tanaman tidak berbeda nyata dengan Perlakuan kombinasi lainnya, perlakuan kombinasi *T. harzianum* 20 g/tanaman + PGPR 30 ml/tanaman ini menghasilkan diameter batang tertinggi pada semua interval waktu pengukuran (2 MST, 4 MST, dan 6 MST), dengan diameter batang mencapai 10,31 mm pada 6 MST.

Ketersediaan unsur hara P dan K memengaruhi perkembangan diameter batang. Unsur hara P memicu terjadinya pembelahan sel tanaman dan memperbesar jaringan sel, sementara unsur hara K memperkuat batang tumbuhan selada (Munawar, 2011). *Trichoderma* dapat membantu meningkatkan diameter batang, yang menunjang secara positif terhadap pertumbuhan tanaman (Rizal & Susanti, 2018). Selain itu, penambahan PGPR juga mampu menunjang peran dari *Trichoderma* dalam meningkatkan diameter batang. Sejalan dengan yang disampaikan oleh Salamiah & Wahdah (2015) bahwa komponen hormon pertumbuhan dari Rhizobacteri, seperti auksin, IAA, giberelin, sitokinin, dan etilen, dapat dikaitkan dengan berbagai karakteristik penting yang berkaitan dengan peningkatan pertumbuhan. Bakteri Rhizobacteri yang ada di sekitar perakaran tanaman memiliki potensi untuk meningkatkan kesuburan tanah, meningkatkan ketahanan tanaman, dan berfungsi sebagai pupuk hayati (Widnyana *et al.*, 2015).

Jumlah daun

Luaran analisis statistik perlakuan kombinasi dosis *Trichoderma harzianum* dan PGPR berpengaruh terhadap jumlah daun disajikan pada Tabel 5. Berdasarkan tabel tersebut didapat bahwa banyaknya daun pada periode hidup 2, 4, dan 6 MST berbeda nyata pada berbagai dosis kombinasi *Trichoderma harzianum* dan PGPR dibandingkan dengan kontrol. Hal ini karena *Trichoderma harzianum* dan PGPR merupakan jamur dan bakteri yang menguntungkan sehingga jamur dan bakteri tersebut menjadikan sumber N dan P di dalam tanah dengan melalui proses dekomposisi.

Semua perlakuan dengan dosis *T. harzianum* dan PGPR menunjukkan peningkatan jumlah daun yang signifikan dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan kombinasi *T. harzianum* 20 g/tanaman + PGPR 30 ml/tanaman menghasilkan jumlah daun tertinggi pada 6 MST, mencapai 219,68 daun. Dengan pemberian dosis *Trichoderma harzianum* sudah mampu memberikan hasil signifikan terhadap jumlah daun pada umur tertentu karena *Trichoderma harzianum* dapat menginfeksi akar dan memperluas perakaran sehingga memiliki kemampuan untuk menyerap unsur hara nitrogen, fosfat, dan kalium.

Tabel 5 Pengaruh kombinasi dosis *Trichoderma harzianum* dan PGPR terhadap jumlah daun tanaman tomat

Perlakuan (Kombinasi dosis <i>T. harzianum</i> dan PGPR)	Jumlah daun		
	2 MST	4 MST	6 MST
A	40,60 a	89,443a	119,31a
B	54,69b	164,56b	185,00b
C	55,88bc	179,00c	196,12b
D	56,69cd	181,06c	197,12b
E	58,19de	182,93c	200,68bc
F	57,88de	190,43c	218,12cd
G	58,81e	190,68c	219,68d

*Keterangan: Nilai rata-rata yang ditandai dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

Trichoderma dapat bersimbiosis dan menyerang akar tumbuhan sehingga terbentuk lebih banyak anak atau cabang akar. Anak akar ini memberikan dampak terhadap efisiensi penyerapan dan tanaman akan mendapatkan cukup hara untuk melakukan fotosintesis (Rizal, *et al.* 2019). Cendawan yang bersifat antagonis, khususnya dapat mengoptimalkan pertumbuhan tinggi tanaman, banyaknya daun, banyaknya cabang, dan produksi tanaman serta merombak unsur hara N di dalam pupuk kandang, pupuk kimia di dalam tanah dan terangkut ke seluruh jaringan tanaman kentang dengan sistem simbiosis akar (Barus, *et al.* 2017). Disamping itu, PGPR juga turut berkontribusi dalam pengembalian kondisi kesehatan tanah. Hal tersebut terjadi karena PGPR mencakup kelompok mikroorganisme penambat nitrogen, beberapa diantaranya adalah genus *Azospirillum*, *Rhizobium*, *Azotobacter*, dan mikroorganisme pelarut fosfat seperti genus *Pseudomonas* dan *Bacillus* (Simbolon & Tyasmro, 2022). Mikroba tanah di sekitar akar tanaman berkontribusi pada pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan secara langsung dan tidak langsung, dan PGPR membantu tumbuhan dalam memproduksi asimilat melalui proses fotosintesis (Coffiana & Hartattik, 2021; Munees & Mulugeta, 2014).

Intensitas serangan penyakit layu *Fusarium*

Berdasarkan hasil analisis statistik perlakuan kombinasi dosis *Trichoderma harzianum* dan PGPR efektif terhadap intensitas serangan penyakit layu *Fusarium* ditampilkan pada Tabel 6.

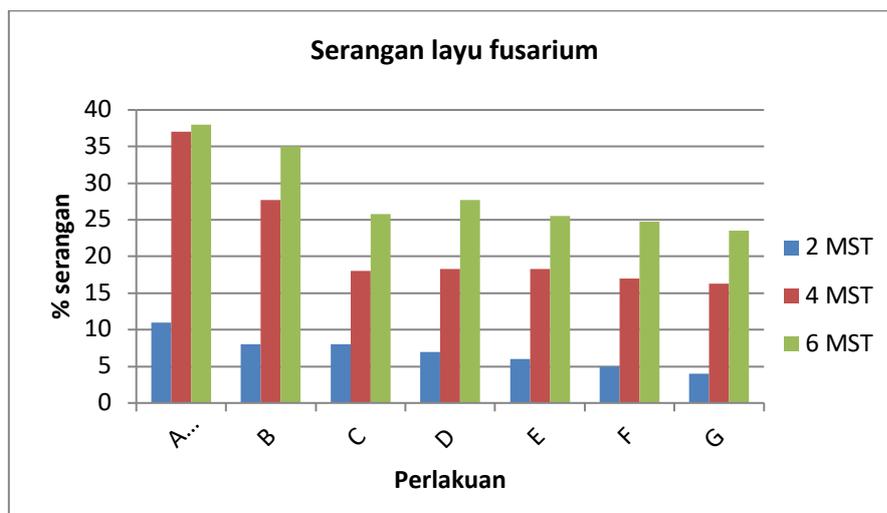
Tabel 6 memberikan informasi terkait intensitas serangan pada periode hidup 2, 4, dan 6 MST berbeda nyata pada berbagai dosis kombinasi *Trichoderma harzianum* dan PGPR dibandingkan dengan kontrol. Ini disebabkan oleh kemampuan cendawan antagonis, *Trichoderma*, yang berperan sebagai parasit dan antibiosis dengan memproduksi enzim. Enzim tersebut memiliki daya untuk menghancurkan sel patogen, menyebabkan sel-sel patogen lisis dan memproduksi trikotoksin yang membunuh jamur patogen. Dengan kemampuan PGPR untuk membentuk endospore, membuat *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. mampu bertahan hidup di berbagai kondisi lingkungan sehingga memudahkan formulasi (Taufik *et al.*, 2010).

Tabel 6 Efektivitas kombinasi dosis *Trichoderma harzianum* dan PGPR terhadap intensitas serangan penyakit layu *Fusarium*

Perlakuan (Kombinasi dosis <i>T. harzianum</i> dan PGPR)	Intensitas serangan (%)		
	2 MST	4 MST	6 MST
A	11,00c	37,00c	38,00c
B	8,00bc	27,75bc	35,00bc
C	8,00bc	18,00ab	25,75ab
D	7,00abc	18,25ab	27,75ab
E	6,008ab	18,25ab	25,50ab
F	5,00ab	17,00ab	24,75a
G	4,00a	16,25a	23,50a

*Keterangan: Nilai rata-rata yang ditandai dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

Intensitas serangan penyakit pada umur 2 MST lebih rendah pada kombinasi *T. harzianum* 20 g/tanaman + PGPR 30 ml/tanaman, tetapi tidak berbeda nyata dengan dengan kombinasi dosis *T. harzianum* dan PGPR lainnya. Intensitas serangan penyakit pada umur 4 MST lebih rendah pada kombinasi *T. harzianum* 20 g/tanaman + PGPR 30 ml/tanaman, tetapi tidak berbeda nyata dengan dengan kombinasi dosis *T. harzianum* dan PGPR lainnya. Dengan hanya menggunakan *T. harzianum* saja baik dengan dosis 20 g/tanaman maupun dosis 10 g/tanaman sudah mampu menurunkan intensitas serangan. Intensitas serangan penyakit pada umur 6 MST lebih rendah pada kombinasi *T. harzianum* 20 g/tanaman + PGPR 30 ml/tanaman, tetapi tidak berbeda nyata dengan dengan kombinasi dosis *T. harzianum* dan PGPR lainnya. Dengan hanya menggunakan *T. harzianum* saja baik dengan dosis 20 g/tanaman ataupun dosis 10 g/tanaman sudah mampu menurunkan intensitas serangan. Intensitas serangan penyakit layu *Fusarium* dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Intensitas serangan penyakit layu *Fusarium* selama pengamatan.



Gambar 4. Perbandingan tanaman tomat sehat dan terserang pathogen, (a) Tanaman sehat pada perlakuan 20 g/tanaman + PGPR 30 ml dan (b) tanaman yang terserang penyakit layu *Fusarium* pada perlakuan kontrol

Dengan memasukkan jasad antagonis seperti *Trichoderma* sp. dan PGPR ke dalam tanah akan meningkatkan populasi antagonis di dalam tanah. Peningkatan populasi tersebut memberikan tekanan pada populasi patogen, sehingga menurunkan kemampuan patogen untuk menginfeksi. *Trichoderma* sp. menghasilkan toksin dan enzim yang berbahaya bagi cendawan *Fusarium* sp., seperti enzim glukonase dan chitinase dapat menyebabkan dinding sel cendawan patogen lisis. Selain itu, *Trichoderma* sp. juga memproduksi antibiotik viridin, glotoksin, dan paraceltin yang berdaya untuk menghancurkan sel jamur (Novita, 2011). Hasil tersebut sejalan dengan Nurjannah (2020) yang mendapatkan hasil terkait dosis *Trichoderma* sebanyak 20 g/tanaman dapat mengurangi insiden penyakit layu *Fusarium* pada tumbuhan cabai keriting.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Soesanto, Mugiastuti, & Rahayuniati (2010), *Pseudomonas fluorescens* memiliki kemampuan untuk meningkatkan senyawa fenol dalam jaringan tanaman, termasuk tanin, saponin, dan glikosit. Senyawa fenol ini memiliki kemampuan untuk mengurangi intensitas layu *Fusarium*, mengurangi laju infeksi kepadatan akhir patogen, mengurangi laju penyebaran penyakit layu *Fusarium*, dan mengurangi kepadatan antagonis akhir. PGPR merupakan kelompok mikroorganisme di bagian rhizosfer yang dapat mengkoloni akar dan/atau berada sekitar 1 hingga 2 cm di area perakaran. Beberapa genus yang termasuk kedalam PGPR adalah *Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Bacillus*, dan *Serratia* (Habibi *et al.*, 2019; Kurniahu *et al.*, 2018; Maulina & Darmayasa, 2018). Junianti dan Elly (2020) menunjukkan bahwa bakteri PGPR dapat bertahan hidup dalam berbagai lingkungan. Munawaroh, Yusriadi, dan Budi (2022) menekan serangan antraknosa pada tanaman tomat dengan menggunakan PGPR 30 ml/tanaman dan kotoran kelinci 30 g.

Pengamatan yang dilakukan oleh Soesanto, Mugiastuti, & Rahayuniati (2010) menemukan bahwa *Pseudomonas fluorescens* berkontribusi dalam peningkatan senyawa fenol, seperti tanin, saponin, dan glikosit, dalam jaringan tanaman. Senyawa fenol tersebut berperan dalam menurunkan intensitas layu *Fusarium* dan menekan laju infeksi kepadatan akhir patogen, menekan laju penyebaran penyakit layu *Fusarium* dan menekan kepadatan antagonis akhir. Menurut Habibi *et al.* (2019), PGPR termasuk dalam suatu kelompok mikroorganisme pada bagian rhizosfer yang

mengkoloni akar, Kurniahu *et al.* (2018) pada area perakaran sekitar 1 sampai 2 cm. Menurut Maulina & Darmayasa (2018) beberapa genus dari rhizobakteri PGPR seperti *Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Bacillus* dan *Serratia*. Junianti dan Elly (2020) bakteri PGPR mampu hidup pada berbagai kondisi. Munawaroh, Yusriadi dan Budi (2022) PGPR 30 ml/tanaman ditambah kotoran kelinci 30 g mampu menekan serangan antraknosa pada tanaman tomat.

Jumlah buah per tanaman

Tabel 7 menunjukkan bahwa jumlah buah berbeda nyata pada berbagai dosis kombinasi *Trichoderma harzianum* dan PGPR dibandingkan dengan kontrol. Hal ini karena *Trichoderma harzianum* merupakan jamur dan PGPR merupakan bakteri yang menguntungkan sehingga jamur dan bakteri tersebut menjadikan sumber ketersediaan unsur hara di dalam tanah dengan melalui proses dekomposisi dan mampu meningkatkan laju asimilat.

Tabel 7 Pengaruh kombinasi dosis *Trichoderma harzianum* dan PGPR terhadap jumlah buah per tanaman tomat

Perlakuan (Kombinasi dosis <i>T. harzianum</i> dan PGPR)	Jumlah buah (buah)
A	39,75a
B	44,00b
C	44,50bc
D	45,50bcd
E	46,00cd
F	46,50d
G	47,00d

*Keterangan: Nilai rata-rata yang ditandai dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

Penambahan dosis PGPR (dari 15 ml menjadi 30 ml) dalam kombinasi dengan dosis *T. harzianum* yang sama memberikan hasil yang lebih baik, hal ini menunjukkan bahwa dosis PGPR yang lebih tinggi berkontribusi pada peningkatan jumlah buah. Perlakuan dengan dosis *T. harzianum* yang lebih tinggi (20 g/tanaman) juga memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan dosis yang lebih rendah (10 g/tanaman), baik dengan atau tanpa PGPR. Meskipun tidak berbeda nyata dengan perlakuan kombinasi lainnya. Perlakuan kombinasi *T. harzianum* 20 g/tanaman+PGPR 30 ml/tanaman adalah yang paling efektif dalam meningkatkan jumlah buah, dengan hasil tertinggi pada akhir pengukuran, yaitu 47,00 buah.

Kehadiran *Trichoderma sp.* membuat hara untuk tanaman dapat ditemukan dengan mudah. Selain itu, ada keseimbangan yang baik di alam atau kondisi lingkungan untuk *Trichoderma sp.* (Utama, *et al.* 2015). Adanya unsur hara nitrogen (N) dan fosfor (P) di sekitar perakaran memengaruhi jumlah buah terung dengan perlakuan *Trichoderma sp.* Kedua unsur hara ini sangat penting selama masa perkembangan generatif, yaitu saat pembentukan buah (Marianah, 2013). Salah satu komponen hara makro, fosfat, diperoleh melalui cendawan *Trichoderma spp.* dan diserap oleh tanaman. Ningrum *et al.* (2017), sama halnya dengan PGPR, memiliki

kemampuan untuk menyediakan ion besi, N, P, K, dan S secara tidak langsung. Unsur hara P meningkatkan pembungaan pembentukan buah dan mengurangi kerontokan buah.

Bobot buah per buah

Berdasarkan hasil analisis statistik perlakuan kombinasi dosis *Trichoderma harzianum* dan PGPR berpengaruh terhadap bobot buah per buah disajikan pada Tabel 8. Tabel tersebut menunjukkan bahwa bobot buah per buah berbeda nyata pada berbagai dosis kombinasi *Trichoderma harzianum* dan PGPR dibandingkan dengan kontrol. Hal ini karena *Trichoderma harzianum* merupakan jamur dan PGPR merupakan bakteri yang menguntungkan sehingga jamur dan bakteri tersebut sebagai pelarut fosfat sehingga menjadikan sumber ketersediaan unsur hara di dalam tanah dengan melalui proses dekomposisi.

Tabel 8 Pengaruh kombinasi dosis *Trichoderma harzianum* dan PGPR terhadap bobot buah per buah tanaman tomat

Perlakuan (Kombinasi dosis <i>T. harzianum</i> dan PGPR)	Bobot satuan buah (g)
A	46,94a
B	51,76b
C	52,19bc
D	52,69bcd
E	53,20cd
F	53,50d
G	53,84d

*Keterangan: Nilai rata-rata yang ditandai dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

Bobot satuan buah pada kombinasi *T. harzianum* 20 g/tanaman + PGPR 30 ml/tanaman tidak berbeda nyata dengan *T. harzianum* 20 g/tanaman + 15 ml/tanaman dan kombinasi lainnya. Dengan dosis *T. harzianum* 10 g/tanaman + PGPR 15 ml/tanaman sudah mampu meningkatkan bobot satuan buah. Hal ini karena spora jamur dan bakteri semakin banyak dengan bertambahnya dosis, akan tetapi bobot buah per buah tidak meningkat karena pada kerapatan spora yang tinggi menimbulkan persaingan dalam mendapatkan nutrisi sehingga jamur dan bakteri yang kebutuhan nutrisinya tidak tercukupi mati dan peran jamur dan bakteri terhadap penyediaan hara menjadi kurang optimal.

Marianah (2013) menyatakan bahwa *Trichoderma* spp. berfungsi untuk menguraikan bahan organik dalam tanah. Materi organik tersebut memuat nutrient, seperti N, P, S, dan Mg, serta unsur hara lainnya yang diperlukan tumbuhan untuk pertumbuhan. Peran lainnya, *Trichoderma* spp. memicu tanaman induk menyerap nutrisi tertentu, terutama fosfat (Poultan, Koide, & Stephenson, 2011). Salah satu nutrisi makro yang diperoleh oleh *Trichoderma* spp. dan ditransfer ke tanaman adalah fosfat. A'yun *et al.* (2013) menemukan bahwa karena PGPR mengandung hormon IAA, bobot buah per buah meningkat. Hal tersebut dikarenakan IAA

merupakan bentuk aktif dari hormon auksin yang berkontribusi dalam peningkatan kualitas dan hasil panen, optimalisasi perkembangan sel, merangsang pertumbuhan, merangsang pembungaan, meningkatkan aktivitas enzim, dan meningkatkan kualitas sel.

Bobot buah per tanaman

Berdasarkan hasil analisis statistik perlakuan kombinasi dosis *Trichoderma harzianum* dan PGPR berpengaruh terhadap bobot buah per tanaman disajikan pada Tabel 9. Tabel 9 menunjukkan bahwa bobot buah per tanaman berbeda nyata pada berbagai dosis kombinasi *Trichoderma harzianum* dan PGPR dibandingkan dengan kontrol. Hal ini karena *Trichoderma harzianum* merupakan jamur dan PGPR merupakan bakteri yang menguntungkan sehingga jamur dan bakteri tersebut menjadikan sumber ketersediaan unsur hara dan menghasilkan hormon IAA di dalam tanah dengan melalui proses dekomposisi.

Tabel 9 Pengaruh kombinasi dosis *Trichoderma harzianum* dan PGPR terhadap bobot buah per tanaman tomat

Perlakuan (Kombinasi dosis <i>T. harzianum</i> dan PGPR)	Bobot buah per tanaman (kg)
A	1,86a
B	2,27b
C	2,32bc
D	2,39bcd
E	2,44cd
F	2,48d
G	2,52d

*Keterangan: Nilai rata-rata yang ditandai dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

Bobot buah per tanaman pada kombinasi *T. harzianum* 20 g/tanaman + PGPR 30 ml/tanaman tidak berbeda nyata dengan *T. harzianum* 20 g/tanaman + 15 ml/tanaman dan berbeda nyata dengan kontrol. Dengan dosis *T. harzianum* 10 g/tanaman + PGPR 15 ml/tanaman sudah mampu meningkatkan bobot buah per tanaman. Dengan dosis *T. harzianum* 10 g/tanaman + PGPR 15 ml/tanaman sudah mampu meningkatkan bobot buah per buah. Hal ini karena spora jamur dan bakteri semakin banyak dengan bertambahnya dosis, akan tetapi bobot buah per tanaman tidak meningkat karena pada kerapatan spora yang tinggi menimbulkan persaingan dalam mendapatkan nutrisi sehingga jamur dan bakteri yang kebutuhan nutrisinya tidak tercukupi mati dan peran jamur dan bakteri terhadap penyediaan hara menjadi kurang optimal.

Pemberian 20 g mikoriza + 20 g *Trichoderma* meningkatkan bobot bunga kubis (Rokhminarsi Utami, Cahyani, & Herliana, 2022). Hal ini karena *Trichoderma harzianum* menghasilkan *Indole Acetic acid* (IAA) yang berkontribusi dalam pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan sehingga berpengaruh baik terhadap bobot buah (Fitria *et al.* 2021).

SIMPULAN

Luaran yang dapat disimpulkan dari pengamatan ini adalah sebagai berikut.

1. Kombinasi dosis *Trichoderma harzianum* dan PGPR berpengaruh terhadap tinggi tanaman, diameter batang, banyak daun, banyak buah per tanaman, bobot buah per buah, bobot buah per tanaman, dan efektif menekan penyakit layu *Fusarium*.
2. Kombinasi dosis *Trichoderma harzianum* 10 g/tanaman + PGPR 15 ml/tanaman memiliki pertumbuhan dan hasil tomat yang paling baik, serta paling efektif dalam menekan penyakit layu *Fusarium*.

SARAN

Berdasarkan luaran dari pengamatan ini, maka disarankan untuk kombinasi dosis *Trichoderma harzianum* 10 g/tanaman + PGPR 15 ml/tanaman dapat dijadikan takaran *Trichoderma harzianum* dan PGPR dalam budidaya tanaman tomat. Selanjutnya, pengembangan takaran dan perpaduannya perlu dilakukan analisis lebih dalam terkait pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan hasil tomat (*Solanum lycopersicm* L.) yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- A'yun, K.Q., T. Hadiastono, M. Martosudiro. 2013. Pengaruh penggunaan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) terhadap intensitas TMV (*Tobacco Mosaic Virus*), pertumbuhan, dan produksi pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). Jurnal HPT. 1(1): 47-56
- Barus, S., R., R.C. Hutabarat. 2017. Pengaruh pemberian tiga isolat *Trichoderma* spp terhadap pertumbuhan vegetatif dan produksi kentang var granola. Jurnal Agroteknosains. 1(2): 124-129.
- BPS. 2022. Produksi Tanaman Sayuran 2022. <https://www.bps.go.id/indicator/55/61/2/produksi-tanaman-sayuran.html>. Diakses tanggal: 20 Januari 2023.
- Coffiana, C.D., S. Hartatik. 2021. Pengaruh kombinasi media tanam dan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman selada (*Lactuca sativa*) dalam pot. Jurnal Penelitian Ipteks. 6(2): 138-145.
- Fitria, E., E. Kesumawaty, B. Basyah, Asis. 2021. Peran *Trichoderma harzianum* sebagai penghasil zat pengatur tumbuh terhadap pertumbuhan dan produktivitas varietas cabai (*Capsicum annum* L.). Jurnal Agron. 49(1): 45-52.
- Habibi, S., S. Djedidi, N. Ohkama-Ohtsu, W.A. Sahardi, K. Kojima, R.V. Rallos, T. Yokoyama. 2019. Isolation and screening of indogenous *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* from different rice cultivars in Afghanistan soils. *Microbes and Environments*. 34(4): 347-355.
- Hopkins, W.G, N.P.A. Hunner. 2008. Introduction to plant physiology (fourth). New York: John Wiley and Sons.
- Khamidi, T., S. Wiyono, Burhanudin. 2021. Pengendalian penyakit dan pemacuan pertumbuhan tanaman tomat dengan perlakuan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* dan *Trichoderma hamatum* Thsw13. Jurnal Ilmiah Pertanian.

- 17(2): 51-56.
- Kurniahu, H., S. Sriwulan, R. Andrian. 2018. Pemberian PGPR indigen untuk pertumbuhan kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) varietas lokal tuban pada media tanam bekas tambang kapur. *Jurnal Agroteknologi*. 11(1): 52-57.
- Marianah, L. 2013. Analisa pemberian *Trichoderma* spp. terhadap pertumbuhan kedelai. Balai Pelatihan Pertanian Jambi.
- Maulina, N.M.I, I.D.N. Darmayasa. 2018. Pemanfaatan Rhizobakteri isolat AI7Kla untuk memacu pertumbuhan dan meningkatkan hail tanaman jagung (*Zea mays*). *Dwijen Agro*. 8(2): 134-143.
- Munawar, A. 2011. Kesuburan tanah dan nutrisi tanaman. PT Penerbit IPB Press: Bogor, Kampus IPB Tanaman Kencana.
- Munawaroh, S., Yusriadi, I.S. Budi. 2022. Pengaruh pemberian PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dan kompos kotoran kelinci terhadap serangan antraknosa (*Colletotrichum* sp.) pada tanaman tomat. *Proteksi Tanaman Tropika*. 5(02).
- Munees, A., K. Mulugeta. 2014. Mechanism and applications of *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*. *Jurnal of King Saud University-Science*. 26(1): 1-20.
- Musa, B.A., B.R.A. Sumayku, M.R. Rantung. 2023. Pengaruh pemberian *Trichoderma* sp. dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) terhadap pertumbuhan akar stek pucuk tanaman krisan. *Agrrisioekonomi*. 19(1): 563-570.
- Nazimah, Nilahayati, Safrizal, A. Jeffri. 2020. Respon pemberian pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan produksi dua varietas tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Jurnal Agrium*. 17(1): 67-73.
- Ningrum, W.A., K.P. Wicaksono, S.Y. Tyasmoro. 2017. Pengaruh *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan pupuk kandang kelinci terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata*). *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(3): 433-440.
- Novita, T. 2011. *Trichoderma* sp. dalam pengendalian layu *Fusarium* pada tanaman tomat. *Biospecies*, 4(2), 27-29
- Nugraha, E., Noertjahyani, L. Parlinah. 2023. Pengaruh konsentrasi PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kangkung (*Ipomea reptans* poir) varietas bika. *Orchid Agro*. 3(1).
- Nurjannah, N. 2020. Pengaruh pemberian *Trichoderma* dosis yang berbeda terhadap pengendalian penyakit layu *Fusarium* pada tanaman cabai keriting (*Capsicum annum* L.) varietas tm 99. *Jurnal Life Science*. 2(2): 47-56.
- Putri, I.S.A., Darussalamdan R. Susana. 2022. Pengaruh pemberian pupuk NPK dan PGPR terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung pulut pada tanah aluvial.
- Rizal, S., D. Novianti, M. Septiani. 2019. Pengaruh jamur *Trichoderma* sp terhadap pertumbuhan tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) *Jurnal Indobiosains*. 1(1): 14-21.
- Rizal, S., T.D. Susanti. 2018. Peran jamur *Trichoderma* sp. yang diberikan terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*. 5(1): 23-29.
- Rokhminarsi, E., D.S. Utami, W. Cahyani, O. Herliana. 2022. Pemanfaatan mikoriza - *Trichoderma* dan pupuk Anorganik terhadap pertumbuhan, hasil dan vitamin c

- kubis bunga. *J. Hort.* 13(3): 140-147.
- Salamiah, R, Wahdah. 2015. Pemanfaatan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dalam pengendalian penyakit tungro pada padi lokal Kalimantan Selatan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon.* 1(6): 1448-56.
- Sastrahidayat, I.R. 2011. *Fitopatologi (Ilmu Penyakit Tumbuhan)*. Universitas Brawijaya Press (UB Press). Malang.
- Setyadi, I., I. Artha, G. Wirya. 2017. Efektifitas pemberian kompos *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan tanaman cabai (*Capsicum annum* L.). *E-Jurnal Agroteknologi Tropika.* 6(11): 21-30.
- Simbolon, M., S.T. Tyasmoro 2022. Pengaruh dosis PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) pada sistem tanaman monokultur dan tumpangsari. *Jurnal Produksi Tanaman.* 10(9): 509-522.
- Singh, J.S. 2013. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*. *Resonance.* 18(3), 275-281.
- Soesanto, Loekas. 2013. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. PT Rajagrafindo Persada, Jakarta. 137 hal.
- Soesanto, L., E. Mugiastuti, 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.
- Sopialena. 2015. Ketahanan beberapa varietas tomat terhadap penyakit *Fusarium oxysporum* dengan pemberian *Trichoderma* sp. *Jurnal Agrifor.* XIV(1): 131-140.
- Sriwati, R. 2017. *Trichoderma* Si Agen Antagonis. Syiah Kuala University Press Darussalam, Banda Aceh. 16 hal.
- Susanna, T. Chamzurni, A. Pratama. 2010. Dosis dan frekuensi kascing untuk pengendalian penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat. *J. Floratek.* 5: 152-163.
- Taufik, M., A. Rahman, A. Wahab, S. Hidayat. 2010. Mekanisme ketahanan terinduksi oleh *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) pada tanaman cabai terinfeksi *Cucumber Mosaik Virus* (CMV). *Jurnal Hortikultura.* 20(3): 57-58.
- Utama, P., A. Saylendra, R.G. Gunawar. 2015. Pengaruh dosis pupuk hayati *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman terung ungu (*Solanum mengolena* L.) varietas hibrida. *Jurnal Agroekotek.* 7(2): 113-120.
- Vargas, W.A., Mandawe, J.C. Mandawe, Kenerley. 2009. Plant-derived sucrose is a key element in the symbiotic association between *Trichoderma virens* and maize plants. *Plant Physiology.* 151(2): 792-808.
- Wahyuningsih, E., N. Herlina, S.Y. Tyasmoro. 2017. Pengaruh pemberian PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dan pupuk kotoran kelinci terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman.* 5(4): 591-599.
- Widnyana, I.K., C. Javandira, I.G.N. Darmaputra. 2015. Pengaruh perendaman benih dengan isolat bakteri *Pseudomonas alcaligenes* TRN2 terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat di rumah kaca. *Jurnal Agrimeta.* 5(9): 1-9.