

**PEMBERIAN PUPUK HAYATI DENGAN INTERVAL WAKTU APLIKASI
BERBEDA TERHADAP PERKEMBANGAN PENYAKIT REBAH SEMAI DAN
PERTUMBUHAN SAWI (*BRASICA RAPA*) DI PESEMAIAN**

*Application of Biological Fertilizer with Different Application Time Intervals
on the Development of Seedling Down Disease and
Growth of Mustard (*Brasica rapa*) in Nurseries*

¹Silvia Kilian, ^{1*}A. Marthin Kalay, ¹Abraham Talahaturuson

¹Staf Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Pattimura.
Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka Ambon, 97233

*Koresponden: marthinkalay@gmail.com

ABSTRACT

Seedling fall disease caused by the fungus *Rhizoctonia solani* is one of the limiting factors in the cultivation of mustard plants. This pathogen can attack plants in the nursery as well as after the plants in the field. The aim of this study was to determine the effect of using biological fertilizers Azoto-Trico and consortium of phosphate solubilizing bacteria isolates with different application time intervals on the development of seedling fall disease and the growth of mustard in the nursery. The study used Azoto-Tricho and consortium of phosphate solubilizing bacteria isolates biological fertilizers with application intervals of two days, four days and six days. The results showed that the application of biological fertilizers Azoto-Tricho and KIBPF with different application time intervals had an effect on controlling seedling fall disease and increasing plant height and plant fresh weight. The application of Azoto-Tricho biofertilizer and consortium of phosphate solubilizing bacteria isolates if applied at intervals of two days or four days or six days had the same ability to control seedling fall disease and increase plant height and fresh weight of mustard plants in nurseries.

Keywords: *Mustard greens; biological agents; Azotobacter; Trichoderma; BPF*

PENDAHULUAN

Salah satu faktor pembatas dalam upaya peningkatan produksi dan mutu hasil komoditas sawi (*Brasica rapa*) adalah penyakit akibat serangan patogen. Salah satu penyakit yang berbahaya pada tanaman sawi adalah penyakit rebah semai yang disebabkan oleh jamur patogen *Rhizoctonia solani*. Penggunaan pestisida

sintetis merupakan andalan petani dalam mengendalikan penyakit baik di pesemaian maupun di lapangan.

Penggunaan pupuk hayati merupakan suatu solusi mengatasi efek penggunaan bahan-bahan kimia sintetis seperti pestisida dan pupuk kimia. Pupuk hayati adalah larutan konsentrat yang mengandung sel-sel berbagai jenis mikroorganisme tertentu

yang hidup. Peranan dari mikroorganisme tersebut dapat sebagai biokontrol, biofertilizer, biostimulan, biodekomposer (Ghazalibiglar *et al.*, 2016; Saxena *et al.*, 2000; Gracia-Fraile *et al.*, 2015; Borriss, 2011).

Pupuk hayati konsorsium isolat bakteri pelarut fosfat (KIBPF) dan pupuk hayati konsorsium *Trichoderma harzianum* dan *Azotobacter chroococcum* (*Azoto-Tricho*) merupakan pupuk hayati konsorsium isolat indigenus dalam bentuk pupuk cair. Jamur *T. harzianum* merupakan salah satu jamur antagonis terhadap jamur patogen pada tanaman (Backer dan Cook, 1983). Hasil penelitian Kalay *et al.* (2017), *T. harzianum* dapat mengendalikan pertumbuhan patogen *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* dan *Phytophthora infestans* secara invitro. Mekanisme antagonis *T. haruzianum* terhadap patogen penyebab penyakit tumbuhan dengan cara kompetisi, mikoparasitik, dan antibiosis (Harman, 2006). *Azotobakter chroococcum* merupakan salah satu jenis bakteri yang berperan sebagai agens hayati pengendali patogen tanah pada tanaman sayuran (Chauhan *et al.*, 2012), selain itu *A. chroococcum* dikenal sebagai agen biologi pemfiksasi N₂, yang mengkonfersi N₂ ke amonium melalui reduksi elektro dan protonasi N₂. Beberapa hasil penelitian

dilaporkan Hindersah dan Simarmata (2004) bahwa *Azotobacter* memproduksi fitohormon sitokinin, giberelin dan auksin. Taler dan Wong, (1989) juga mengemukakan bahwa produksi hormon terjadi pada fase logaritmik akhir. Konsorsium kedua *T. harzianum* dan *A. chroococcum* (*Azoto-Tricho*) teruji dapat mengendalikan penyakit layu dan meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (Syarifudin *et al.*, 2021).

Konsorsium isolat bakteri pelarut fosfat (KIBPF) merupakan pupuk hayati konsorsium isolat indigenus dalam bentuk pupuk cair. Pupuk ini mengandung sejumlah bakteri yang diketahui dapat melarutkan fosfat dan menghasilkan fitohormon dan teruji dapat meningkatkan pertumbuhan bibit tomat (Kalay *et al.*, 2019).

Penelitian bertujuan untuk mempelajari efek penggunaan pupuk hayati *Azoto-Trico* dan KIBPF dengan interval waktu aplikasi berbeda terhadap perkembangan penyakit rebah semai dan pertumbuhan tanaman sawi di pesemaian. Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan solusi menyelesaikan permasalahan dampak negetaif dari penggunaan bahan kimia sintetis serta dapat meningkatkan produktifitas tanaman.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di rumah plastik dan di Laboratorium Biocontrol Fakultas Pertanian Universitas Pattimura, berlangsung pada bulan Juni sampai Juli 2021.

Bahan dan Alat

Penelitian menggunakan benih sawi hijau; pupuk hayati KIBPF yang diisolasi dari rizosfer tomat, dan Azoto-Tricho yang mengandung bakteri *A.chrocoocum* dan jamur *T. Harzianum*, campuran tanah dan kompos sebagai media tanam, potatos dekstrose agar (PDA) sebagai media pertumbuhan patogen *R. solani* penyebab penyakit rebah semai, dan kompos.

Metode Penelitian

Perlakuan yang dicobakan adalah pupuk hayati konsorsium dengan interval waktu aplikasi berbeda. Perlakuan tersebut adalah sebagai berikut:

K = Tanpa pupuk hayati sebagai kontrol

A2 = Azoto-Tricho; interval waktu aplikasi 2 hari

A4 = Azoto-Tricho; interval waktu aplikasi 4 hari

A6 = Azoto-Tricho; interval waktu aplikasi 6 hari

B2 = KIBPF; interval waktu aplikasi 2 hari

B4 = KIBPF; interval waktu aplikasi 4 hari

B6 = KIBPT; interval waktu aplikasi 6 hari

Perlakuan dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan ulangan tiga kali sehingga diperoleh 21 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdapat 100 tanaman. Hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (Anova) dan uji lanjut menggunakan uji beda nyata jujur (BNJ) atau uji Tukey ($P \leq 0,05$), menggunakan Soft Ware Minitab 18.

Prosedur Penelitian di Rumah Plastik

Persiapan media semai

Media semai adalah campuran tanah regosol dan kompos dengan perbandingan 2:1 (v/v) yang telah steril, kemudian setiap 1 kg dicampurkan dengan 30 g *R. solani* yang dibiakan pada media DE (sekam-dedak v/v) yang berumur dua minggu (Kuara, 2017). Selanjutnya diinkubasi dalam wadah plastik tertutup berwarna hitam pada suhu ruang selama satu minggu, kemudian dimasukkan di dalam wadah semai (tray).

Penanaman benih

Sebelum ditanam, benih cawi dicuci dengan air steril kemudian diletakan di atas kertas saring basah steril selama 16 jam. Setelah itu terlihat benih becah

(berkecambah), kemudian dipindahkan ke dalam lubang tray yang bersisi media tanam sebanyak satu benih per lubang dengan menggunakan pinset.

Aplikasi pupuk hayati

Masing-masing pupuk hayati diencerkan dengan konsentrasi 1%. Aplikasi dilakukan dengan cara semprot dengan interval waktu sesuai perlakuan yaitu 2 hari, 4 hari, dan 6 hari, dan dimulai setelah tanaman berumur empat hari sampai 28 hari. Sebanyak 100 mL dari masing-masing pupuk hayati disemprotkan pada 100 tanaman yang terdapat dalam satu tray.

Pengamatan

Variabel yang diamati adalah gejala penyakit, intensitas penyakit, tinggi tanaman dan bobot segar tanaman.

1. Gejala penyakit, gejala penyakit yang diamati cara visual terhadap tanaman mulai dari pangkal batang dan tanaman rebah. Batang tanaman yang menunjukkan gejala penyakit diisolasi pada media PDA, kemudian dilakukan pengamatan mikroskopik untuk mengetahui morfologi penyebab penyakit. Hasil pengamatan didokumentasikan dalam bentuk foto.
2. Intensitas Penyakit, pengamatan intensitas penyakit rebah semai dilakukan berdasarkan gejala rebahnya

tanaman dan dimulai setelah perlakuan pertama yakni lima hari setelah semai (HSS). Perhitungan intensitas penyakit dilakukan pada tanaman berumur 28 HST intensitas penyakit (IP) dihitung menggunakan rumus:

$$IP = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

IP = intensitas penyakit,

n = banyaknya tanaman yang sakit (rebah),

N = banyaknya tanaman yang diamati (100 tanaman setiap satuan percobaan).

3. Tinggi Tanaman, tinggi tanaman diukur dengan mistar/meteran dimulai dari pangkal batang sejajar dengan permukaan tanah sampai ujung daun yang paling panjang. Tinggi tanaman diukur pada tanaman berumur 28 hari setelah semai (HSS). Pengukuran dilakukan terhadap lima tanaman sebagai sampel dan dipilih secara acak.
4. Bobot segar tanaman, pengukuran bobot segar dilakukan terhadap lima tanaman sebagai sampel dari setiap satuan percobaan, dilakukan pada tanaman berumur 28 HSS. Pengukuran menggunakan timbangan analitik.

Pelaksanaan Penelitian Di Laboratorium

Tanaman sawi yang rebah dan pada pangkal batang berwarna coklat diambil

dan diisolasi pada media PDA di laboratorium. Sebelum diisolasi, bagian jaringan tanaman yang sakit dipotong seluas 1 cm dan dibersihkan dengan alkohol 70% dan dibilas dengan air steril. Koloni yang tumbuh pada media PDA diambil dan diamati di bawah mikroskop dengan pembesaran 400 kali. Hifa yang tumbuh bercabang membentuk sudut kurang lebih 90° mencirikan jamur tersebut adalah *R. solani*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gejala dan Penyebab Penyakit

Secara kasat mata gejala penyakit busuk *Rhizoctonia* pada tanaman sawi di pesemaian adalah mula-mula terjadi

infeksi pada pangkal bibit, kemudian bibit rebah dan akhirnya layu. Dalam beberapa hari bibit menjadi busuk dan apabila kondisi lingkungan mendukung perkembangan patogen maka miselium jamur tumbuh pada permukaan bibit yang sudah membusuk. Miseliumnya tumbuh dengan cepat dan kelihatan dengan jelas pada permukaan bibit tanaman yang telah terinfeksi. Apabila miseliumnya tumbuh lebat maka kelihatannya berwarna putih buram. Miselium yang tumbuh lebat ini akan menginfeksi semua bagian tanaman termasuk daun dan tangkai daun yang kesemuanya akan mengalami busuk basah dan hancur Gambar 1.



Gambar 1. Gejala penyakit rebah semai (a), pertumbuhan *R. Solani* pada media PDA, dan hifa *R. Solani* yang bercabang membentuk sudut 90° (c)

Intensitas Penyakit

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pengaruh pemberian pupuk hayati Azoto-Tricho dan KIBPF dengan waktu aplikasi yang berbeda berpengaruh

terhadap intensitas penyakit rebah semai ($P=0,000$). Intensitas penyakit dari semua perlakuan pupuk hayati dengan interval waktu aplikasi berbeda secara signifikan berbeda dengan kontrol, sedangkan antara

perlakuan pupuk hayati dengan waktu aplikasi tidak menunjukkan perbedaan signifikan (Tabel 1).

Tabel 1. Intensitas penyakit rebah semai pada sawi di pesemaian setelah aplikasi pupuk hayati Azoto-Tricho dan KIBPF dengan interval waktu aplikasi berbeda

Pupuk hayati dengan waktu aplikasi	Intensitas penyakit (%)
Tanpa pupuk hayati = kontrol (K)	10,70 ± 1,21 a
Azoto-Tricho; interval waktu aplikasi 2 hari (A2)	3,21 ± 0,79 b
Azoto-Tricho; interval waktu aplikasi 4 hari (A4)	3,75 ± 0,48 b
Azoto-Tricho; interval waktu aplikasi 6 hari (A6)	3,80 ± 0,43 b
KIBPF; interval waktu aplikasi 2 hari (B2)	3,77 ± 0,40 b
KIBPF; interval waktu aplikasi 4 hari (B4)	4,03 ± 0,06 b
KIBPF; interval waktu aplikasi 6 hari (B6)	4,27 ± 0,46 b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji Tukey 0,05.

Rendahnya intensitas penyakit setelah pemberian pupuk hayati Azoto-Tricho dan KIBPF dapat disebabkan karena kedua pupuk hayati memiliki kemampuan dalam menekan perkembangan jamur patogen *R. solani* pada bibit tanaman sawi. Pupuk hayati Azoto-Tricho yang mengandung bakteri *A.chrocoocum* dan jamur *T. harzianum* memiliki kemampuan memproduksi metabolit sekunder yang dapat menekan perkembangan *R. solani* sehingga daya patogenesisnya menjadi berkurang untuk menjadikan tanaman sakit. Pridachina *et al.* (1982) menyatakan bahwa *A. chroccocum* dapat memproduksi metabolit sekunder berupa senyawa antibiotik yang dikenal sebagai ester asam alifatik tetraenik (C₂₀H₃₀O₄) yang dapat menekan pertumbuhan mikroba fitopatogen. Lebih

lanjut Singh *et al.*, (2011) menambahkan bahwa *A. chrocoochum* mampu memproduksi enzim selulase, kitinase, glukase, dehidrogenase, lipase, posfatase, nitrogenase, yang dapat menghambat pertumbuhan jamur pathogen. Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh *T. harzianum* adalah senyawa antibiotik gliovirin dapat menghambat perkembangan patogen dan bahan kimia non-volatile sehingga dapat mempengaruhi permeabilitas membran sel dan menghancurkan sitoplasma jamur (Ha, 2010), juga enzim lytic ekstraselluler seperti 1,3 β-Glukanase dan Chitinase yang dapat melakukan penetrasi pada hifa inang patogen sehingga menyebabkan lisis pada dinding sel inangnya.

Howel, (2003) mengemukakan bahwa *T. harzianum* dapat memproduksi

metabolit sekunder alkyprone yang merupakan senyawa anti jamur yang dapat menghambat perkecambahan miselia *Colletotrichum capsici*. Harman, (2006) dan Elad & Freeman (2002), mengemukakan bahwa penghambatan jamur patogen oleh *T. harzianum* terjadi melalui beberapa mekanisme yaitu secara mikoparasitisme, antibiosis, kompetisi nutrisi, induksi resistensi tanaman, melarutkan nutrisi anorganik, dan inaktivasi enzim patogen. Beberapa hasil penelitian yang dikemukakan dalam Jayalakshmi (2009) bahwa *Trichoderma* spp. umumnya tumbuh pada permukaan akar tanaman sehingga dapat mengontrol penyakit akar.

Pemberian KIBPF terhadap intensitas penyakit rebah semai dapat terjadi karena bakteri pelarut fosfat (BPF) yang terdapat dalam KIBPF dalam memproduksi metabolit antibiotik yang dapat menekan perkembangan patogen penyebab penyakit (*R. solani*). Bakteri pelarut fosfat yang terdapat dalam KIBPF adalah *Bacillus* sp. *Bacillus* cukup penting dalam pengendalian penyakit tanaman (Jacobsen *et al.* 2004). Beberapa hasil penelitian memperlihatkan bahwa *Bacillus*, dapat bertindak sebagai agen biokontrol (Ahmad *et al.*, 2008; Ait-Kaki *et al.*, 2013). Gardener (2004) mengemukakan bahwa *Bacillus* membantu mengendalikan

penyakit dengan memproduksi metabolit antibiotik, menekan patogen tanaman, persaingan dalam pemenuhan nutrisi seperti besi dan fosfat, serta secara tidak langsung memperbaiki ketersediaan nitrogen untuk tanaman dan membantu merangsang penyerapan nutrisi tanaman. *Bacillus* strain amyloliquefaciens dilaporkan mampu menghambat pertumbuhan berbagai jamur patogen karena dapat menghasilkan senyawa antibiotik seperti zwittermicin, bacillomycin, fengycin, bacilysin dan difficidin (Athukorala *et al.*, 2009; Chen *et al.*, 2009).

Data pada Tabel 1 dapat dilihat juga bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan akibat perbedaan pada perlakuan interval waktu pemberian, yakni aplikasi dengan interval waktu 2 hari, 4 hari, dan 6 hari baik untuk Azoto-Tricho maupun KIBPF belum memperlihatkan variasinya. Hal ini disebabkan karena pada pertama kali aplikasi, patogen telah mengalami kerusakan akibat metabolit yang dihasilkan oleh *Bacillus* sp, *A. chroococum* dan *T. harzianum*.

Tinggi dan Bobot Segar Tanaman

Pemberian Azoto-Tricho dan KIBPF meningkatkan tinggi tanaman ($P=0,000$) dan bobot segar tanama sawi ($P=0,006$) di pesemaian. Hasil analisis

ragam (Tabel 2), menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati Azoto-Tricho memberikan pengaruh signifikan terhadap tinggi dan bobot segar bibit tanaman sawi di pesemaian. Sedangkan antara perlakuan Azoto-Tricho dengan perlakuan KIBPF tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Pada kedua tabel tersebut terlihat bahwa baik perlakuan Azoto-Tricho maupun perlakuan KIBPF dengan waktu pemberian 2 hari, 4 hari, dan 6 hari tidak berpengaruh terhadap tinggi dan bobot segar tanaman sawi di pesemaian tidak terdapat

perbedaan yang nyata. Hal ini menunjukkan bahwa kedua pupuk hayati yang digunakan mampu memberikan pengaruh yang positif terhadap pertumbuhan bibit tanaman sawi di pesemaian. Adanya pertumbuhan bibit tanaman yang baik, yang ditunjukkan pada variabel tinggi dan bobot segar tanaman karena adanya suplai unsur hara baik dari tanah maupun dari udara melalui proses fiksasi dan dekomposisi dari mikroorganisme terdapat pada kedua pupuk hayati yang diberikan.

Tabel 2. Tinggi dan bobot segar tanaman sawi di pesemaian setelah aplikasi pupuk hayati Azoto-Tricho dan KIBPF dengan waktu aplikasi berbeda

Pupuk hayati dengan waktu aplikasi	Tinggi Tanaman (cm)	Bobot Segar tanaman (g)
Tanpa pupuk hayati = kontrol (K)	11,88 ± 0,58 b	0,374 ± 0,01 b
Azoto-Tricho; interval waktu aplikasi 2 hari (A2)	15,41 ± 0,33 a	0,463 ± 0,05 ab
Azoto-Tricho; interval waktu aplikasi 4 hari (A4)	14,37 ± 0,41 a	0,457 ± 0,04 ab
Azoto-Tricho; interval waktu aplikasi 6 hari (A6)	13,69 ± 0,43 a	0,452 ± 0,04 ab
KIBPF; interval waktu aplikasi 2 hari (B2)	14,87 ± 0,76 a	0,505 ± 0,01 a
KIBPF; interval waktu aplikasi 4 hari (B4)	14,33 ± 0,65 a	0,491 ± 0,03 a
KIBPF; interval waktu aplikasi 6 hari (B6)	14,08 ± 0,93 a	0,489 ± 0,03 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom menunjukkan berbeda tidak menurut uji Tukey 0,05.

Tinggi tanaman dan bobot segar tanaman yang lebih tinggi dibandingkan kontrol dapat disebabkan karena agens hayati *A. chroocochum* dan *T. harzianum* yang terdapat di dalam Azoto-Tricho dapat berperan menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Ketersediaan unsur hara yang cukup dapat memacu

pertumbuhan tanaman. Ketersediaan unsur hara ini dapat terjadi karena penguraian bahan organik menjadi unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Nurahmi *et al.* (2012) mengemukakan bahwa *A. chroocochum* dan *T. harzianum* dapat pula sebagai organisme pengurai dan stimulator pertumbuhan tanaman. Selanjutnya Chet

et al. (2004) mengemukakan bahwa inokulasi *Trichoderma* secara langsung dapat memicu pertumbuhan dan perkembangan tanaman, karena dapat mempengaruhi produksi zat pengatur tumbuh (ZPT) tumbuhan, seperti metabolit sekunder dan auksin. *A. crocoochum* juga dapat menghasilkan fitohormon seperti sitokinin dan auksin dilaporkan pertama kali pada tahun 1960 oleh Vancura dan Macura (Vancura 1988). Sejumlah penelitian telah membuktikan kemampuan *Azotobacter* dalam memproduksi fitohormon terutama sitokinin. Hasil penelitian Hindersah *et al.* (2001) menunjukkan bahwa *Azotobacter* sp yang diisolasi dari rizosfir tomat mengekskresikan GA1 sebanyak 13,57 µg/mL dan sitokinin sebanyak 10,13 µg/mL.

Kontribusi KIBPF terhadap pertumbuhan tinggi tanaman dan bobot segar tanaman dapat terjadi karena BPF yang terdapat dalam KIBPF dalam memproduksi fitohormon yang mampu memacu pertumbuhan bibit tomat. Salah satu BPF adalah *Bacillus*. *Bacillus* sp diketahui dapat memproduksi auksin (Wedhastri, 2002; Kalay *et al.*, 2020). Auksin mampu meregulasi banyak proses fisiologi, seperti pertumbuhan, pembelahan dan diferensiasi sel serta sintesis protein (Wiraatmaja, 2017).

Beberapa hasil penelitian mengemukakan bahwa *Bacillus* bertindak sebagai agen pemacu pertumbuhan tanaman (Ahmad *et al.*, 2008; Ait-Kaki *et al.*, 2013). Bakteri pemacu pertumbuhan tanaman diketahui dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan berbagai mekanisme; misalnya oleh produksi fitohormon (asam indole-3-asetat) (IAA), asam giberelat dan etilena), fiksasi N₂ dan denitrifikasi, pelarutan fosfat, 1-aminocyclopropane-Aktivitas 1-karboksilat deaminase dan produksi siderofor (Souza *et al.*, 2015).

SIMPULAN

Pemberian pupuk hayati Azoto-Tricho dan KIBPF dengan waktu aplikasi berbeda berpengaruh terhadap perkembangan penyakit rebah semai yang disebabkan oleh *Rizoctonia solani* serta meningkatkan tinggi tanaman dan bobot segar tanaman sawi di pesemaian. Pemberian pupuk hayati Azoto-Tricho maupun KIBPF jika diaplikasikan dengan interval waktu 2 hari atau 4 hari atau 6 hari memiliki kemampuan yang sama dalam mengendalikan penyakit rebah semai serta meningkatkan tinggi tanaman dan bobot segar tanaman sawi di pesemaian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, F., Ahmad, I., Khan, M.S. 2008. Screening of Free-Living Rhizospheric Bacteria for their Multiple Plant Growthpromoting Activities. *Microbiol. Res.* 163: 173-181.
- Ait-Kaki, A., KacemChaouche, N., Dehimat, L., Milet, A., Youcef-Ali, M., Ongena, M. 2013. Biocontrol and Plant Growth Promotion Characterization of Bacillus Species Isolated from Calendula Officinalis Rhizosphere. *Indian J. Microbiol.* 53: 447-452.
- Athukorala, S.N.P., Fernando, W.G.D., and K.Y. Rashid. 2009. Identification of Antifungal Antibiotics of *Bacillus* species isolated from Different Microhabitats Using Polymerase Chain Reaction and MALDI-TOF Mass Spectrometry. *Can J. Microbiol.* 55: 1021-1032.
- Backer, K.F., and Cook, R.J. 1983. Nature and Practice of Biological Control of Plant Phatogens. Minnesota: The American Phytopathologi.
- Borriss, R. 2011. *Use of Plant-Associated Bacillus Strains as Biofertilizers and Biocontrol Agents in Agriculture.* In Bacteria in Agrobiology: Plant Growth Responses. Bacterial Genetics/Institute of Biology Humboldt University Berlin Berlin Germany, pp 41-76.
- Chauhan, S., Wadhwa, K., Vasudeva, M., and N. Narula. 2012. Potential of Azotobacter spp. as Biocontrol Agents Gaints *Rhizoctonia solani* and *Fusarium oxyforum* in Cotton (*Gossypium hirsutum*), Guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) and Tomato (*Lycopersicum esculentum*). *Archives of Agr.soil Sci.* 58 (12): 1365-1385.
- Chen, X., Scholz, R., Borriss, M., Junge, H., Mogel, G., Kunz, S., and R. Borriss. 2009. Difficidin and Bacilysin Produced by Plant-Associated *Bacillus amyloliquefaciens* Dare Efficient in Controlling Fire Blight Disease. *J. Biotech.* 140: 38-44.
- Chet, I., Viterbo, A., and M. Shores. 2004. *Plant Biocontrol by Trichoderma spp.* Department of Biological Chemistry. New York.
- Elad, Y., and S. Freeman. 2002. *Biological Contol of Fungal Plant Pathogens.* In: Kempken F (ed) The Mycota, A Omprehen-sive Treatise on Fungi as Experimental Systems for Basic and Applied Research. XI. Agricultural Applications, Springer, Heidelberg, Germany, pp. 93-109.
- Gardener, B.B.M. 2004. Ecology of *Bacillus* and *Paenibacillus* sp. in Agricultural Systems. *Phytopathol.* 94: 1252-1258.
- Gazalibiglar, H., Kandula, D., and J. Hampton. 2016. Biological Control of Fusarium Wilt of Tomato by Trichoderma Isolates. *Jurnal New Zealand Plant Protection.* Hal 57-63.
- Gracia-Fraile, P., Esther Menéndez, E., and R. Rivas. 2015. Role of Bacterial Biofertilizers in Agriculture and Forestry. *AIMS Bioengineering.* 2 (3): 183-205.
- Ha, T.N. 2010. Using Trichoderma sp. for Biological Control of Plant Pathogens in Vietnam. *J. ISSAAS.* 16 (1): 17-21.
- Harman, G.E. 2006. Overview of Mechanisms and Uses of Trichoderma spp. *Phytopathology.* 96:190-194
- Hindersah, R., dan T. Simarmata. 2004. Kontribusi Rizobacter *Azotobacter* dalam Meningkatkan Kesehatan Tanah Melalui Fiksasi N₂ dan Produksi Fitohormom di Rizosfir.

- Jurnal Natur Indonesia*. 6: 127-133.
- Hindersah, R., Setiawati, M.R., dan B.N. Fitriatin. 2001. Pengaruh Supernatan Suspensi Kultur Cair *Azotobacter* terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Tomat. Laporan Penelitian. Bandung: Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran.
- Howel, C.R. 2003. Mechanisms Employed by *Trichoderma* sp. in the Biological Control of Plant Diseases: The History and Evolution of Current Concepts. *Plant Disease*. 87 (1): 4-10.
- Jacobsen, B.J., Zidack, N.K., and B.J. Larson. 2004 The Role of *Bacillus*-Based Biological Control Agents in Integrated Pest Management Systems: Plant Diseases. In: Symposium the Nature and Application of Biocontrol Microbes: *Bacillus* sp. *Phytopathol*. 94: 1272-1275.
- Jayalakshmi, S.K., Raju, S., Usha-Rani, S., Benagi, V.I., and K. Sreeramulu. 2009. *Trichoderma harzianum* L1 as a Potential Source for Lytic Enzymes and Elicitor of Defense Responses in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Against wilt Disease Caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. ciceri. *Australian Journal of Crop Science*. 3 (1): 44-52.
- Kalay, A.M. Talahaturuson, A., dan W. Rumahlewang. 2017. Uji Antagonisme *Trichoderma harzianum* dan *Azotobacter chroococcum* terhadap *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* dan *Fusarium oxysporum* secara in-vitro. *Agrologia*. 7(2): 71-78.
- Kalay, A.M., Kesaulya, H., dan A. Talahaturusen. 2020. Pertanian Berkelanjutan Berbasis Agens Hayati pada Tanaman Pangan dan Sayuran. Laporan Penelitian Fakultas Pertanian Universitas Pattimura.
- Kalay, A.M., Kesaulya, H., dan W. Rumahlewang. 2019. Peningkatan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Hortikultura Berkelanjutan Berbasis Agens Hayati. Laporan Penelitian Kolaboratif. Universitas Pattimura, Ambon.
- Nurahmi, E., Susanna, dan R. Sriwati. 2012. Pengaruh *Trichoderma* terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Bibit Kakao, Tomat, dan Kedelai. *J. Floratek*. 7: 57-65.
- Pridachina, N. N., E.D. Novogradskaja, E.B. Krugliak., E.V. Chekasina, and T.S. Korchak. 1982. *Azotobacter chroococcum*, a Producer of a New Antifungal Antibiotic. *Antibiotiki*. 27 (1): 3-6.
- Saxena, A., Pal, K., and K.Tilak. 2000. Biocontrol Potential and its Exploitation in Sustainable Agriculture. 25-37.
- Singh, A., Parmar, N., and R.C. Kuhad. 2011. *Bioaugmentation, Biostimulation and Biocontrol*. Springer Science & Business Media New York.
- Souza, R.d., Ambrosini, A, Passaglia, L.M.P. 2015. Plant Growthpromoting Bacteria as Inoculants in Agricultural Soils. *Genet. Mol. Biol*. 38: 401-419.
- Syarifudin, R., Kalay, A.M., dan C. Uruilal. 2021. Efek Pemberian Pupuk Hayati dan Fungisida Kimia terhadap Serangan Penyakit Layu *Fusarium*, Pertumbuhan dan Hasil Pada Bawang Merah (*Allium ascaloncum* L). *Agrologia*. 10 (2): 69-79.
- Taller, B.J., dan T.Y. Wong. 1989. Cytokinins In *Azotobacter vinelandii* Culture Medium. *Appl. Environ. Microbial*. 55: 266-267.
- Vancura, V. 1988. Microorganisms, their Mutual Relation and Functions in the Rhizosphere. di dalam Vancura, V. & Kunc, F. (eds.). Soil

Microbial Association. Praha:
Elsevier.
Wedhastri, S. 2002. Isolasi dan seleksi
Azotobacter spp. Penghasil Faktor

Tumbuh dan Penambat Nitrogen dari
Tanah Masam. *Jurnal Ilmu Tanah
dan Lingkungan*. 3 (1): 45-51.