

Pengaruh Waktu Inkubasi terhadap Gejala Penyakit Hawar Daun dengan Agen Hayati Jamur Antagonis *Trichoderma viride* dalam Menginduksi Ketahanan Tanaman Kentang

Effect of Incubation Time on Leaf Blight Symptoms with Trichoderma viride Antagonistic Fungal Biological Agents in Inducing Potato Plant Resistance

Rizki Yanti Azzahra^{1)*}, Ade Nur Hidayat¹⁾, Balqis Syifa Azahra¹⁾, Fitri Mutiara Dewi¹⁾, Muhammad Indra Maulana Rizki¹⁾, Priyanti¹⁾, Junaidi¹⁾, Linda Advinda²⁾

¹⁾Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta Jalan Ir. H. Juanda No. 95, Cempaka Putih, Kec. Ciputat, Kota Tangerang Selatan, Banten 15412

²⁾Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang Jalan Prof. Dr. Hamka, Air Tawar 25132, Padang, Sumatera Barat

Email: rizki.yantiazzahra19@mhs.uinikt.ac.id

ABSTRAK

Produktivitas tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) di Indonesia masih tergolong rendah. Hal ini dikarenakan terdapat beberapa kendala dalam usaha produksi kentang, salah satunya adanya jamur penyebab penyakit pada tanaman kentang yaitu *Phytophthora infestans* yang menyebabkan penyakit hawar daun (*late blight*). Penyakit hawar daun merupakan penyakit utama pada kentang dan dapat menurunkan hasil panen hingga 90% dari total produksi kentang dalam waktu yang singkat. Penggunaan jamur antagonis *Trichoderma viride*, digunakan sebagai metode alternatif induksi ketahanan tanaman kentang terhadap jamur *Phytophthora infestans*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui waktu inkubasi yang optimal pada jamur *Trichoderma viride* dalam menghambat pertumbuhan *Phytophthora infestans*. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan penelitian eksperimental dengan pola penelitian rancangan acak lengkap dengan 6 perlakuan dan pengulangan sebanyak 8 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *Trichoderma viride* dapat menunda kemunculan penyakit hawar daun dibandingkan dengan kontrol dan fungisida. Aplikasi *Trichoderma viride* dapat menunda penyakit hawar daun sampai 14 hari.

Keywords: Hawar Daun; Kentang; *Trichoderma viride*

PENDAHULUAN

Tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan komoditas hortikultura yang memegang peranan penting dalam perekonomian di Indonesia. Selain menunjang program diversifikasi pangan dalam rangka mewujudkan ketahanan pangan berkelanjutan, umbi tanaman kentang juga berpotensi menjadi bahan pangan alternatif pengganti beras karena mempunyai kandungan karbohidrat, protein, lemak, serta vitamin C yang cukup tinggi (Ashari, 1995). Produktivitas tanaman kentang di Indonesia masih tergolong rendah, salah satu kendala dalam usaha produksi kentang adalah adanya penyakit yang disebabkan oleh virus (Gul *et al.*, 2013), nematoda (Parveen *et al.*, 2013), bakteri (Ashraf *et al.*, 2012), dan jamur. Jamur yang menyebabkan penyakit pada tanaman kentang satu diantaranya adalah

Phytophthora infestans. Jamur *Phytophthora infestans* merupakan penyebab penyakit hawar daun kentang (*late blight*) dan merupakan penyakit utama pada tanaman kentang (Abbas *et al.*, 2013). Patogen ini menyebabkan bercak luka dan busuk pada jaringan tanaman yang diinfeksi dan mengakibatkan kehilangan hasil panen hingga 90% dari total produksi kentang dalam waktu yang singkat (Riza *et al.*, 2012).

Metode alternatif yang sangat potensial dilakukan adalah pengendalian secara hayati menggunakan jamur yang bersifat antagonis terhadap patogen *Phytophthora infestans*, yaitu dengan menggunakan jamur antagonis *Trichoderma* spp. (Latifah *et al.*, 2011). Pemberian *Trichoderma* spp. menguntungkan tanaman karena saat kondisi tertentu *Trichoderma* spp. dapat mengkolonisasi dan menembus sistem perakaran yang menimbulkan mekanisme pertahanan tanaman tertentu yang menginduksi resistensi sistemik (ISR) dalam keseluruhan tanaman, dengan demikian dapat memperkuat sistem pertahanan tanaman melawan serangan patogen (Lehar, 2012). Jamur antagonis *Trichoderma* spp. telah dibuktikan mempunyai kemampuan dalam menginduksi ketahanan sistemik tanaman dalam melawan kehadiran jamur patogen penyebab penyakit tanaman termasuk di dalamnya adalah kelompok patogen jamur *Phytophthora* spp. (Purwantisari *et al.*, 2015). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu inkubasi yang optimal pada jamur *Trichoderma viride* dalam menghambat pertumbuhan *Phytophthora infestans*. Penundaan gejala penyakit hawar daun adalah salah satu indikator ketahanan tanaman kentang karena induksi oleh agensia hayati.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2022 dengan menggunakan metode deskriptif. Pengumpulan data diperoleh dari pustaka yang telah dipublikasikan baik nasional maupun internasional dengan batas tahun terbit yaitu 10 tahun terakhir. Pencarian sumber pustaka menggunakan kata kunci “Penyakit hawar daun pada tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.)”. Seluruh referensi jurnal yang telah diperoleh kemudian dikaji secara utuh dan disajikan dalam bentuk studi literatur ilmiah.

Penelitian yang dilakukan oleh Listianto *et al.* (2013) yaitu mengamati gejala serangan penyakit hawar daun saat tanaman kentang berumur satu bulan di KP Pasirsarongge, Cianjur dan penelitian yang dilakukan oleh Purwantisari *et al.* (2016) menggunakan pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan, yang masing-masing perlakuan diulang sebanyak 8 kali sebagai berikut:

- P1 : Aplikasi jamur antagonis *Trichoderma viride* 2 minggu sebelum tanam bibit kentang (mst) dan infeksi jamur patogen *Phytophthora infestans*.
- P2 : Aplikasi jamur antagonis *Trichoderma viride* 1 minggu sesudah tanam kentang (msd) dan infeksi jamur patogen *Phytophthora infestans*.
- P3 : Aplikasi jamur antagonis *Trichoderma viride* 2 mst dan 1 mst serta infeksi jamur

- patogen *Phytophthora infestans*.
- P4 : Aplikasi fungisida sintetis berbahan aktif mankozeb (Dithane M-45) dan infeksi jamur patogen *Phytophthora infestans*
- P5 : Tanpa inokulasi *Trichoderma viride* tanaman kentang namun diinfeksi patogen *Phytophthora infestans* (kontrol positif)
- P6 : Tanaman kentang yang tidak diaplikasi *Trichoderma viride* maupun tidak diinfeksi patogen *Phytophthora infestans* (kontrol negatif).

Peremajaan Isolat jamur antagonis *Trichoderma viride* dilakukan di medium PDA selama 8 hari di dalam suhu 25°C, dihitung kepadatan konidianya 10⁸ konidia/mL. Isolat patogen *Phytophthora infestans* ditumbuhkan pada medium V8 juice agar selama 9 hari dalam inkubator suhu 18°C. Sporangia dipanen dengan dikerok pada permukaan medium dengan *glass rod*. Dihitung kepadatan sporangia sampai 10³ sporangia/mL. Sebanyak 250 mL larutan suspensi konidia *Trichoderma viride* dituang ke dalam tanah tempat tumbuh bibit kentang sesuai perlakuan. Sebanyak 300 mL suspensi *Phytophthora infestans* juga diinokulasikan pada daun pada tanaman kentang yang telah berumur 30 hari kecuali perlakuan kontrol positif. Kelembaban udara relatif dijaga minimal sebesar 90% dan suhu udara relatif 20°C. Setelah inokulasi jamur patogen, pengamatan dilakukan setiap hari untuk mengetahui kapan munculnya gejala penyakit hawar untuk pertama kali (waktu inkubasi).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penyakit hawar daun (*P. infestans*) pada tanaman kentang biasanya membutuhkan kondisi iklim lingkungan yang sesuai. Berdasarkan data dalam penelitian Listanto et al. (2013) di KP Pasir Sarongge, Cianjur, kondisi lingkungan menunjukkan kelembaban udara cukup tinggi dengan rata-rata 89% antara bulan Januari 2009 –Februari 2009 dengan suhu udara rata-rata 18°C dan pada malam hari suhu mencapai 15°C (Anonim, 2009). Kondisi ini merupakan kondisi optimum untuk pembentukan sporangia dengan kelembaban nisbi yang tinggi (di atas 85%) dan suhu udara 18-23°C (Hausladen & München, 2006). Hasil pada gambar 1 menunjukkan bahwa pada saat tersebut tanaman border yang merupakan varietas Granola tampak mengalami gejala penyakit yang sangat parah dan menunjukkan adanya massa sporangia yang berlimpah di sisi bawah permukaan daun.



Gambar 1. Masa sporangia (tanda panah) pada daun kentang kultivar Granolanon-transgenik yang terinfeksi *P. infestans*. (Sumber: Listanto et al., 2013)

Waktu antara inokulasi patogen *P. infestans* sampai timbulnya gejala awal penyakit hawar daun disebut masa inkubasi. Tanaman kentang berumur 30 hari diinokulasi oleh patogen *P. infestans* kecuali pada perlakuan kontrol positif (P6). Pengamatan dilakukan setiap hari untuk melihat kapan pertama kali muncul gejala penyakit hawar daun. Berdasarkan hasil analisis data secara statistik dan pengamatan secara morfologis pada habitus tanaman, diketahui bahwa aplikasi jamur antagonis *T. viride* dengan beberapa variasi perlakuan waktu aplikasi (P1, P2 dan P3) menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap saat munculnya gejala penyakit hawar daun (masa inkubasi) pada tanaman kentang (Tabel 1).

Tabel 1. Rerata masa inkubasi penyakit hawar daun tanaman kentang oleh 6 perlakuan aplikasi *Trichoderma viride* (hari setelah inokulasi/ hsi)

Perlakuan	Masa Inkubasi(hsi)
P1	16, 11 a
P2	13, 77 b
P3	13, 16 b
P4	2, 72 c
P5	2, 17 c
P6	0, 00 d

Ket: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% Uji Jarak Berganda Duncan. P1: Aplikasi *T. viride* 2 minggu sebelum tanam (mst), P2:Aplikasi *T. viride* 2 minggu sesudah tanam (msd), P3:Aplikasi *T. viride* 2 minggu mst dan 1 minggu msd, P4: Aplikasi fungisida sintetis, P5: Tanpa aplikasi *T. viride* (kontrol positif) dan P6: Tanpa aplikasi *T. viride* dan jamurpatogen (kontrol negatif).

Penyakit hawar daun atau lebih dikenal dengan penyakit busuk cendawan disebabkan oleh *Phytophthora infestans*. Cendawan tersebut sangat merusak dan sulit dikendalikan, karena *P. infestans* merupakan cendawan patogen dengan berbagaitingkat patogenitas yang bersifat heterotalik (Purwanti, 2002). Jamur ini bersifat heterotalik, artinya perkembangbiakan secara seksual atau pembentukan oospora hanya terjadi apabila terjadi mating (perkawinan silang) antara dua isolat *P.infestans* yang mempunyai mating type (tipe perkawinan) berbeda (Purwantisari, 2002). Kondisi lingkungan yang sesuai juga menjadi pendukung perkembangan patogen *P. infestans* dalam mempercepat masa inkubasi penyakit, sehingga jamur patogen akan lebih cepat untuk menginfeksi tanaman. Patogen ini dapat menyebabkan bercak luka dan busuk pada jaringan tanaman yang diinfeksi dan kehilangan hasil antara 10-100% bergantung pada tingkat serangan, musim, ketinggian, dan varietas kentang (Nathasia *et al.*, 2014).

Pengendalian penyakit hawar daun kentang dengan menginduksi ketahanan tanaman dengan jamur antagonis *Trichoderma spp.* merupakan bagian dari pengendalian hayati karena memanfaatkan mikroorganisme non-patogen sebagai induksi ketahanan tanaman. *T. viride* menghasilkan antibiotik serta berbagai enzim seperti eksoglukanase, endoglukanase, selulase, dan kitinase yang dapat menghancurkan dinding sel jamur patogen pada tanaman (Papavizas, 1985).Mekanisme perlindungan tanaman oleh *T. viride* tidak hanya melibatkan serangan terhadap patogen pengganggu, tetapi juga melibatkan produksi beberapa metabolit sekunder yang berfungsi meningkatkan pertumbuhan tanaman dan akar (Harman,2006).

Penundaan gejala penyakit hawar daun menjadi salah satu indikator ketahanan tanaman kentang oleh *Trichoderma viride* sebagai agen hayati yang didasarkan atas pengaktifan potensi genetik ketahanan tanaman inang. Gejala penyakit hawar daun dapat diketahui dengan mengamati saat munculnya bercak nekrosis pada tepi daun tanaman kentang untuk yang pertama kali setelah tanaman diinokulasi oleh patogen *P. Infestans*. Pemanfaatan agen hayati adalah untuk mengurangi jumlah inokulum patogen, menghambat kemampuan patogen dan mengurangi keganasan patogen untuk menginfeksi inangnya (Cikita *et al.*, 2016).

Berdasarkan data yang diperoleh, diketahui bahwa penggunaan jamur antagonis *T. viride* dengan beberapa variasi perlakuan yaitu pada perlakuan P1, P2 dan P3 menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap masa inkubasi pada tanaman kentang (Tersaji pada tabel 1). Hal tersebut disebabkan karena tanaman telah mempunyai ketahanan secara preventif

akibat penggunaan jamur antagonis *T. viride* terhadap serangan jamur patogen *P. infestans* sehingga perkembangan penyakit hawar daun tertunda lebih lama dibandingkan dengan perlakuan yang tidak menggunakan jamur antagonis *T. viride*. Penggunaan jamur antagonis *T. viride* menyebabkan adanya pengaruh induksi ketahanan struktural pada tanaman kentang, yaitu penebalan dinding sel tanaman oleh peningkatan akumulasi lignin. Lignin adalah lapisan yang menyusun dinding sel jaringan tanaman sebagai struktur penghalang masuknya patogen ke dalam tanaman. Dengan adanya lignin, maka zoospore *P. infestans* tidak mampu melakukan penetrasi dan melakukan perkecambahan ke dalam sel daun tanaman kentang meskipun lingkungan kondusif (Purwantisari, *et al.*, 2016).

Induksi jamur antagonis pemacu pertumbuhan tanaman yang bisa meningkatkan lignifikasi sel daun tanaman dapat menghambat perkecambahan spora patogen dan tidak memiliki kemampuan untuk menginfeksi tanaman. Peningkatan produksi senyawa antijamur tertentu oleh tanaman dan peningkatan induksi sintesis enzim hidrolitik juga telah terlibat sebagai mekanisme utama pengurangan penyakit (Koike, 2001). Vos, *et al.*, (2015) menjelaskan bahwa *Trichoderma* bekerja melawan patogen secara langsung dengan cara mikoparasitisme, memproduksi enzim pemecah dinding sel dan senyawa antimikroba, atau secara tidak langsung dengan kompetisi nutrisi dan tempat, memodifikasi lingkungan tumbuh dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. *Trichoderma* melakukan parasitisme dengan langsung penetrasi ke dalam dinding sel patogen atau langsung penetrasi ke dalam hifa patogen untuk mengambil isinya (Purnomo, 2010).

Pada saat penelitian, agen penginduksi *T. viride* dan jamur patogen *P. Infestans* diinokulasikan pada tempat yang berbeda sehingga tidak ada kemungkinan adanya efek antagonisme secara langsung. Terinduksinya ketahanan tanaman kentang inikemungkinan juga karena terlepasnya elisitor yang dapat memicu pengaktifan sistem pertahanan tanaman kentang secara sistemik. Elisitor adalah molekul sinyal yang memacu terbentuknya metabolit sekunder di dalam kultur sel. Elisitor yang berasal dari bahan hayati disebut eliator biotik yang meliputi polisakarida, protein, glikoprotein, atau fragmen-fragmen dinding sel yang berasal dari fungi, bakteri, dan tanaman. Fungi seringkali dipelajari secara luas untuk meningkatkan sintesis metabolit sekunder (Zhao, *et al.*, 2005; Jeong, *et al.*, 2005; Baldi, *et al.*, 2009; Pathel & Krisnamurthy, 2013). Elisitor tersebut terdapat pada dinding sel miselium atau spora jamur antagonis *T. viride*. Dinding sel jamur *T. viride* mengandung senyawa glukonase dan polisakarida (selulosa) yang berpotensi untuk memicu produksi fitoaleksin yang berperan pada ketahanan tanaman kentang itu sendiri (Lyon *et al.*, 1995 dalam Purwantisari, *et al.*, 2016).

Semua perlakuan dengan aplikasi *Trichoderma viride* memiliki perbedaan yang sangat nyata dengan perlakuan kontrol. Terlihat pada tabel 1 bahwa gejala penyakit hawar daun pertama kali muncul pada perlakuan P5 (aplikasi tanpa inokulasi *Trichoderma viride* tetapi diinfeksi *Phytophthora infestan*) yaitu sebesar 2,17 hsi. Sama halnya dengan

perlakuan P4 (Aplikasi fungisida sintetik dengan bahan aktif mancozeb (Dithane M-45) dan infeksi patogen *P. Infestans*) yang menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan dengan perlakuan P5 yaitu sebesar 2,72 hsi. Kedua perlakuan tersebut menunjukkan kemunculan gejala penyakit hawar daun yang lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan P1, P2 dan P3 dikarenakan tanaman tersebut tidak memiliki perlindungan preventif dalam menghambat serangan jamur patogen *Phytophthora infestans* sehingga menyebabkan perkembangan penyakit hawar daun yang lebih cepat. Berbeda halnya dengan perlakuan P1, P2 dan P3 yang menunjukkan perlambatan serangan patogen *Phytophthora infestans* yang terjadi sebab adanya kemampuan dan mekanisme *Trichoderma viride* sebagai penekan serangan infeksi dari jamur patogen *Phytophthora infestans*. Hasil ini berkaitan dengan kemampuan *Trichoderma viride* yang memiliki laju pertumbuhan yang cepat (Iqbal et al., 2017) dan mekanisme antagonis yang dilakukan dalam memproduksi metabolit sekunder ke dalam jaringan tanaman sehingga dapat menginduksi respon resistensi lokal (pada jaringan tertentu tempat agen penginduksi diaplikasikan) dan secara sistemik (seluruh bagian tanaman) (Harman et al., 2004).

Lain halnya pada perlakuan kontrol negatif (P6) yang memang tidak tampak gejala penyakit hawar daun dikarenakan tanaman tidak terinfeksi patogen *Phytophthora infestans*. Intensitas serangan penyakit hawar daun pada perlakuan P5 terjadi lebih cepat seiring dengan meningkatnya umur tanaman. Tingkat kecepatan penyakit hawar daun pada tanaman tersebut kemungkinan disebabkan oleh tidak adanya ketahanan tanaman yang diinduksi terhadap serangan patogen *Phytophthora infestans*. Oleh karena itu patogen *Phytophthora infestans* dapat dengan leluasa menyerang tanaman kentang tanpa ada pertahanan yang akhirnya memicu timbulnya penyakit hawar daun (Ortiz et al., 1999 dalam Baihaqi et al., 2013). Adapun penggunaan fungisida sintetik dalam perlakuan P4 memang memiliki keunggulan tersendiri yaitu cepat membunuh jamur/patogen tanpa mengurangi waktu produksi tanaman. Keunggulan tersebut terkadang sering membuat para petani menggunakan fungisida sintetis tersebut secara berlebihan sehingga kebiasaan tersebut mampu menimbulkan strain- strain baru dari kapang-kapang patogen yang resisten terhadap fungisida sintetik (Sumardiyono, 2008).

PENUTUP

Gejala penyakit hawar daun pada tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) ditunjukkan dengan adanya massa sporangia yang berlimpah di sisi bawah permukaan daun dan aplikasi jamur antagonis *Trichoderma viride* 2 minggu sebelum tanam mampu menginduksi ketahanan tanaman kentang dengan menunda kemunculan terjadinya gejala penyakit hawar daun yang disebabkan oleh jamur patogen *Phytophthora infestans* hingga 14 hari.

REFERENSI

- Anonim. (2009). Buletin Evaluasi Hujan Januari 2009 dan Prakiraan Hujan Maret 2009, Propinsi Jawa Barat. MBG, Stasiun Klimatologi Darmaga, Bogor.
- Abbas, M.F., Naz, F., & Irshad, G. (2013). Important Fungal Diseases of Potato and Their Management - A Brief Review. *Mycopath*, 11(1), 45-50.
- Ashari, S. (1995). *Hortikultura Aspek Budidaya*. Jakarta : Universitas Indonesia Press.
- Ashraf, A., Rauf, A., Abbas, M.F., & Rehman, R. (2012). Isolation and Identification of *Verticillium dahliae* Causing Wilt on Potato in Pakistan. *The Pakistan Journal of Surgery, Gynaecology, and Obstetrics*, 24(2), 112-116.
- Baldi A, Srivastava AK and Bisaria VS. (2009). Fungal Elicitors for Enhanced Production of Secondary Metabolites in Plant Cell Suspension Cultures. Department of Biochemical Engineering and Biotechnology. Indian Institute of Technology. New Delhi, India.
- Cikita, D., Khotimah, S., & Linda, R. (2016). Uji antagonis *Trichoderma spp* . terhadap *Phytophthora palmivora* Butl . penyebab penyakit busuk buah Kakao (*Theobroma cacao L.*). *Protobiont*, 5 (3), 59–65.
- Gul, Z., Khan, A.A., Khan, A.U.R., & Khan, Z.U. (2013). Incidence of Potato Viruses in Different Districts of Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *Science Journal of Plant Pathology*, 2(1), 32-36.
- Harman GE, ChR Howell, A Viterbo, I Chet and M Lorito. (2004). *Trichoderma* Species Opportunistic, Avirulent Plant Symbionts. *Nat Rev*. 2:43-56.
- Harman, G.E. (2006). *Trichoderma* for biocontrol of plant pathogen: from basic research to commercialized products. *Cornell Community Conference on Biological Control*.
- Hausladen H & München TU. (2006). *Phytophthora infestans*: A pathogen of global importance. *Courier*, Center of Life and Food Sciences, Weihenstephan, Germany.
- Iqbal, S., Ashfaq, M., Malik, A. H., Ulhaq, I., Khan, K. S., & Mathews, P. (2017). Isolation , preservation and revival of *Trichoderma Viride* in culture media. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(3), 1640–1646.
- Jeong GT and Park DH. (2005). Enhancement of Growth and Secondary Metabolite Biosynthesis: Effect of Elicitors Derived from Plants and Insects. *Biotechnology and Bioprocess Engineering* 10:73-77.
- Koike N, M Hyakumachi, K Kageyama, S Tsuyumu & N Doke. (2001). Induction of systemic resistance in cucumber against several diseases by plant growth promoting fungi lignification and superoxide generation. *Eur J Plant Pathol*. 107:523-533.
- Kosasi, S. (2014). Sistem Pakar Hama dan Penyakit Tanaman Semangka Menggunakan Metode Certainty Factor. *Jurusan Sistem Informasi, STMIK Pontianak*, 108-1012,7.
- Latifah, A., Kustantinah., & Soesanto, L. (2011). Pemanfaatan Beberapa Isolat *Trichoderma harzianum* Sebagai Agensia Pengendali Hayati Penyakit Layu

- Fusarium pada Bawang Merah In Planta. *Eugenia*, 17(2), 86-94.
- Lehar, L. (2012). Pengujian Pupuk Organik Agen Hayati (*Trichoderma* sp.) terhadap Pertumbuhan Kentang (*Solanum tuberosum* L). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 12(2), 115-124.
- Listanto, E., Herman, M., Sofiari., E. (2013). Uji Ketahanan Galur-galur Kentang Transgenik Hasil Transformasi Dengan Gen RB Terhadap Penyakit Hawar Daun (*Phytophthora infestans*) Di Kp. Pasir Sarongge, Cianjur. *J. HPT Tropika*. ISSN 1411-7525. Vol. 13, No. 2: 141–15.
- Ortiz, O., P. Winter, H. Pano, G. Thiele, S. Guaman, R. Torres, V. Barera, J. Unda, and J. Hakiza. (1999). Understanding farmer's responses to late blight: Evident from Peru, Bolivia, Equador, and Uganda. Program Report 1997-1998.
- Papavizas, G.C. (1985). *Trichoderma harzianum* and *Gliocladium: Biology, Ecology and Potential for Biological Control of Soilborne Diseases*. Laboratory Plant Protection Institute Agriculture Research Service, US Department of Agriculture Research, Beltsville, Maryland.
- Parveen, N., Mukhtar, T., Abbas, M.F., & Rauf, C.A. (2013). Management of Root Knot Nematode with Marigold (*Tagetes erecta* L.) and Antagonistic Fungus (*Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson) in Tomato Crop. *International Journal of Biology and Biotechnology*, 10(1), 61-66.
- Patel H and Krisnamurthy. (2013). Elicitors in Plant Tissue Culture. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. Vol 2 Issue 2: 60- 65.
- Purnomo, H. (2010). *Pengantar Pengendalian Hayati*. Yogyakarta: C.V.Andi Offset.
- Purwanti, H. (2002). Penyakit Hawar Daun (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) pada Kentang & Tomat: Identifikasi Masalah di Indonesia. *Buletin AgroBio*, 5(2), 67-72.
- Purwantisari, S., Priyatmojo, A., Sancayaningsih., R., P, & Kasiamdari, R., S. (2016). Masa Inkubasi Gejala Penyakit Hawar Daun Tanaman Kentang yang Diinduksi Ketahannya oleh Jamur Antagonis *Trichoderma viride*. *Bioma*. Vol. 18, No. 1, Hal.41-47.
- Purwantisari H. (2002). Penyakit Hawar Daun (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) pada Kentang dan Tomat: Identifikasi Permasalahan di Indonesia. Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. *Buletin AgroBio* 5(2): Hlm. 67-72.
- Purwantisari, S., Priyatmojo, A., Sancayaningsih, R.P., & Kasiamdari, R.S. (2015). Aplikasi Jamur Antagonis *Trichoderma viride* Terhadap Pengurangan Intensitas Serangan Penyakit Hawar Daun Serta Hasil Tanaman Kentang. Seminar Nasional Konservasi Dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam.
- Riza, S., Dwi, N., & Siti, M. (2012). Pengaruh Frekuensi Suara "Garengpung" (*Dundubia manifera*) Terhadap Pertumbuhan, Produktivitas, dan Patogen "Phytophthora infestans" Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) dengan Sistem Greenhouse.

Seminar Nasional IX Pendidikan Biologi FKIP UNS. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.

- Seminis. (2016). Agronomic Spotlight: Bacterial Fruit Blotch Of Watermelon. Seminis Vegetable Seeds, Inc. Song, Yu-Rim, Hwang, I.S., & Oh, C.S. (2020). Natural Variation in Virulence of *Acidovorax citrulli* Isolates That Cause Bacterial Fruit Blotch in Watermelon, Depending on Infection Routes. *The Plant Pathology Journal*, 36 (1), 29-42.
- Sumardiyono, C. (2008). Ketahanan jamur terhadap fungisida di Indonesia. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 14(1), 1–5.
- Vos, C.M.F., De Cremer, K., Cammue, B.P.A., and B. Connick. (2015). The toolbox of *Trichoderma spp.* in the biocontrol of botrytis cinerea disease. *Mol. Plant Pathology* 16: 400 – 412.
- Zhao J, Davis LC, Verpoorte R. (2005). Elicitor Signal Transduction Leading to Production of Plant Secondary Metabolites. *Biotechnol Adv* 23(4):283-333.