

Penggunaan *Trichoderma* Endofitik Untuk Mengendalikan Penyakit Busuk Buah *Phytophthora infestans*, Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat

Malaky Wattimury, Johana Taribuka, Adelina Siregar

Program Studi Pengelolaan Lahan, Program Pascasarjana, Universitas Pattimura
Jl. dr. Tamaela-Kampus PGSD Kota Ambon.
Email: malakyeky@gmail.com

ABSTRAK

Trichoderma endofitik adalah jamur yang terdapat di dalam jaringan tanaman dan berpotensi sebagai agens pengendali hayati tanaman. Penelitian bertujuan mengkaji *Trichoderma* endofitik yang diisolasi dari akar, batang dan daun tomat untuk mengendalikan penyakit busuk buah *Phytophthora infestans* serta pertumbuhan dan hasil tanaman tomat. Pelakuan yang dicobakan adalah *Trichoderma* endofitik hasil isolasi dari bagian akar, batang dan daun tanaman tomat dan diaplikasikan masing-masing dengan dosis 50, 75, dan 100 g per tanaman tomat. Desain percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan tiga ulangan. Variabel pengamatan adalah intensitas penyakit, tinggi tanaman, jumlah bunga terbentuk, dan jumlah buah terbentuk. Hasil percobaan diperoleh bahwa *Trichoderma* endofitik yang digunakan dapat mengendalikan penyakit busuk buah *Phytophthora infestans* serta peningkatkab pertumbuhan dan hasil tanaman tomat. Pemberian *Trichodema* endofitik dari akar yang diaplikasikan dengan dosis 100 g merupakan perlakuan terbaik karena dapat mengurangi intensitas penyakit sebesar 48,02%, sedangkan pemberian dengan dosis 75 g per tanaman merupakan perlakuan terbaik karena dapat meningkatkan tinggi tanaman sebesar 51,74%, jumlah bunga terbentuk sebesar 68,42% dan jumlah buah terbentuk sebesar 74,70%.

Kata Kunci : *Tricoderma* endofitik, Tomat, *Phytophthora infestans*

Use of Endophytic *Trichoderma* to Control Fruit Rot *Phytophthora infestans*, Growth and Yield in Tomato

ABSTRACT

Endophytic *Trichoderma* is a fungus found in plant tissue and has the potential as a plant biological control agent. The aim of this study was to study endophytic *Trichoderma* isolated from tomato roots, stems and leaves to control *Phytophthora infestans* fruit rot and growth and yield of tomato plants. The treatments that were tested were endophytic *Trichoderma* isolated from the roots, stems and leaves of tomato plants and applied with doses of 50, 75, and 100 g per tomato plant, respectively. The experimental design used a completely randomized design with three replications. The observed variables were disease intensity, plant height, number of flowers formed, and number of fruits formed. The results showed that the endophytic *Trichoderma* used could control the pod rot disease of *Phytophthora infestans* as well as increase the growth and yield of tomato plants. Giving endophytic *Trichodema* from roots applied with a dose of 100 g is the best treatment because it can reduce disease intensity by 48.02%, while giving at a dose of 75 g per plant is the best treatment because it can increase plant height by 51.74%, the number of flowers formed amounted to 68.42% and the number of fruit formed was 74.70%.

Keywords: Endophytic *Tricoderma*, Tomato, *Phytophthora infestans*.

PENDAHULUAN

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) adalah sayuran buah berasal dari famili *Solanaceae*, kebanyakan ditanam di dataran tinggi sampai dataran rendah, dan termasuk

tanaman semusim dengan kisaran umur tiga sampai empat bulan. Tomat merupakan salah satu komoditas hortikultura yang berpotensi untuk dikembangkan, karena mempunyai nilai ekonomi dan peluang ekspor cukup tinggi. Buah tomat dikenal sebagai sumber vitamin A

dan C yang sangat baik, memiliki kandungan *Lycopene* yang sangat berguna sebagai antioksidan dan dapat mencegah perkembangan penyakit kanker, terutama kanker prostat^[1].

Produksi Provinsi Maluku tahun 2018 produksi tanaman tomat sebesar 3.548 ton^[2]. Usaha pengembangan dan peningkatan produksi buah tomat tidak selalu berjalan mulus, akibat hambatan baik yang bersifat ekonomis, sosial, maupun biologis^[3]. Salah satu kendala dalam peningkatan produksi tomat di Indonesia adalah gangguan yang disebabkan oleh organisme pengganggu tanaman (OPT)^[4]. Beberapa jenis penyakit penting yang dapat menyerang tanaman tomat pada masa pertanaman hingga produksi antara lain penyakit layu yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum*, penyakit busuk daun dan buah yang disebabkan oleh cendawan *Phytophthora infestans*, penyakit *Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV)* yang disebabkan oleh vektor utama yaitu kutu kebul dan penyakit bercak daun coklat. Berdasarkan hasil penelitian setiap satu persen peningkatan intensitas penyakit bisa mengurangi hasil sebesar 1,36 %, dan kegagalan panen total dapat terjadi ketika penyakit terjadi pada tingkat yang parah dan dapat mengalami kerugian hasil mencapai 79 persen^[5].

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya kesadaran masyarakat tentang pentingnya kesehatan, permintaan tomat diprediksi dapat terus mengalami peningkatan. Hingga saat ini peningkatan produksi tomat masih terkendala oleh faktor hama dan penyakit tanaman. Penyakit utama pada tanaman tomat di dataran tinggi dan rata-rata pertanaman tomat di Indonesia adalah penyakit busuk daun dan busuk buah. Kerusakan pada tanaman tomat oleh penyakit ini mengakibatkan penurunan hasil hingga 100% tergantung kepada varietas, cuaca dan kultur teknis^[6].

Penyakit busuk daun dan buah disebabkan oleh jamur *Phytophthora infestans* dan biasanya menyerang pada tanaman tomat di dataran tinggi. Gejala serangan pada daun

terjadi bercak coklat hingga hitam. Awalnya menyerang ujung dan sisi daun, kemudian meluas ke seluruh permukaan daun hingga ke tangkai daun dan buah. Bercak selanjutnya melebar dan terbentuk daerah nekrotik yang berwarna coklat. Bercak dikelilingi oleh masa sporangium yang berwarna putih dengan latar belakang hijau kelabu. Serangan dapat menyebar ke batang, tangkai, umbi dan buah. Serangan penyakit ini dapat berkembang dengan cepat pada musim hujan dengan kelembapan di sekitar kanopi > 95% dengan suhu sekitar 20 ° C. Sampai saat ini usaha pengendalian penyakit busuk buah masih menitik beratkan pada penggunaan pestisida, karena dianggap paling praktis dan efektif. Namun penggunaan pestisida secara terus menerus tersebut dapat mengakibatkan efek negatif, seperti terbunuhnya musuh alami, terjadinya resistensi serta pencemaran lingkungan^[7].

Salah satu alternatif pengendalian penyakit yang aman adalah pengendalian secara hayati dengan menggunakan jamur endofitik yang bersifat antagonis untuk meningkatkan ketahanan induksi tanaman terhadap penyakit^[8]. Jamur endofitik adalah jamur yang terdapat di dalam jaringan tanaman seperti daun, bunga, ranting, ataupun akar tanaman. Jamur ini menginfeksi jaringan tanaman sehat dan mampu menghasilkan mikotoksin, enzim, serta antibiotik^[9]. Dengan adanya jamur endofitik di dalam jaringan tanaman dapat memberikan keuntungan bagi tanaman, yaitu meningkatnya toleransi tanaman terhadap logam berat, meningkatnya ketahanan terhadap kekeringan, menekan serangan hama, dan resistensi sistemik terhadap patogen^[8].

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan mikroba endofitik khususnya melalui perlakuan benih memberikan hasil yang sangat efektif dalam mengendalikan penyakit. *Biological seed treatment* dapat mengkolonisasi akar tanaman dan mengontrol gangguan penyakit secara efektif antara lain jenis agensia biokontrol seperti *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Streptomyces*

dan *Enterobacter* yang berasal dari golongan bakteri dan *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Cladosporium*, *Ectomycorrhizae* dan *Phomopsis* dari golongan jamur^[10].

Jamur endofitik yang diperoleh dari bagian tanaman tomat sehat memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan *Phytophthora infestans* pada media uji antagonis dengan persentase antagonis sebesar 36,93% - 100%. Salah satu jamur endofitik yang sering ditemukan dan mampu berperan sebagai agens pengendali hayati yaitu *Trichoderma* spp. Jamur ini dapat menekan patogen penyebab penyakit terutama patogen terbawa tanaman melalui mekanisme mikoparasitisme, kompetisi dan antibiosis serta secara langsung dapat juga memacu pertumbuhan tanaman dan merangsang respons ketahanan terhadap penyakit^[11].

Pemahaman yang lebih mendalam mengenai keanekaragaman jamur endofitik di dalam jaringan tanaman dan kemampuan antagonisnya terhadap jamur patogen perlu dikaji, sehingga dapat diketahui lebih jauh potensi jamur endofitik sebagai agen biokontrol yang dapat mengurangi penggunaan fungisida dalam pengendalian penyakit.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji *Trichoderma* endofitik yang diisolasi dari akar, batang dan daun tomat untuk mengendalikan penyakit busuk buah *Phytophthora infestans* serta pertumbuhan dan hasil tanaman tomat.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Rumah Kaca dan di Laboratorium Diagnosis Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Pattimura pada bulan Juni hingga bulan Desember 2019. Menggunakan benih tomat varietas Servo dan isolat endofitik *Trichoderma* yang diisolasi dari akar, batang dan daun tomat sehat, serta isolat *Phytophthora infestans* sebagai sumber patogen penyakit busuk buah.

Perlakuan dan Rancangan Percobaan

Perlakuan yang dicobakan adalah *Trichoderma* endofitik asal akar, batang, dan daun dengan tiga taraf dosis yaitu tanpa *Trichoderma* (Kontrol), 50 g *Trichoderma* asal akar (TAa), 75 g *Trichoderma* asal akar (TAb), 100 g *Trichoderma* asal akar (TAc), 50 g *Trichoderma* asal batang (TBa), 75 g *Trichoderma* asal batang (TBb), 100 g *Trichoderma* asal batang (TBc), 50 g *Trichoderma* asal daun (TDa), 75 g *Trichoderma* asal daun (TDb), 100 g *Trichoderma* asal daun (TDC). Perlakuan didesain menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan ulangan lima kali. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan dilakukan analisis ragam (Anova) dan uji lanjut uji lanjut menggunakan uji Tukey pada taraf 5%.

Pelaksanaan Penelitian

Benih tomat disemai pada tray sampai berumur 14 hari. Media tanam yang digunakan pada proses semai, maupun pada polybag menggunakan campuran pupuk kandang (kotoran ayam) dan tanah, dengan perbandingan 1 : 1 (v/v) yang telah disterilkan. Media tanam dimasukan ke polybag ukuran 40 x 40 cm sebanyak 10 kg kemudian diinokulasi diinokulasi dengan *Trichoderma* endofitik (sesuai perlakuan) diinkubasikan selama 2 hari selanjutnya ditanami dengan bibit tomat. Inokulasi patogen dilakukan 7 hari setelah inokulasi *Trichoderma* endofitik atau lima hari setelah bibit ditanam.

Variabel pengamatan meliputi intensitas penyakit busuk buah, tinggi tanaman, jumlah bunga yang terbentuk dan jumlah buah. Pengukuran intensitas penyakit dilakukan menggunakan formula : $I = \frac{n}{N} \times 100 \%$, I = Intensitas penyakit, n = Jumlah buah yang sakit, dan N = Jumlah seluruh buah yang diamati^[12]. Tinggi tanaman diukur menggunakan meteran dari pangkal batang sejajar permukaan tanah sampai ujung daun yang paling panjang. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan tujuh hari setelah bibit dipindah ke polybag sampai tanaman mengeluarkan bunga dengan interval waktu

tujuh hari. Perhitungan jumlah bunga dan jumlah buah dimulai dari bunga dan buah sampai akhir penelitian dengan interval 4 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gejala Penyakit Busuk Buah (*Phytophthora infestans*)

Gejala penyakit pada awalnya terlihat pada daun berupa bercak kebasah-basahan pada bagian tepi atau tengah daun (a). Sedangkan pada buah gejala penyakit mulai terjadi pada buah muda dengan bercak kecil pada bagian bawah buah dan membesar, bercak kebasah-basahan (Gambar 1).

Gejala penyakit busuk buah pada tanaman tomat juga dilaporkan oleh penelitian

lainnya bahwa penyakit pada buah juga dapat timbul pada semua tingkat perkembangannya. Bercak yang berwarna hijau kelabu kebasah-basahan meluas menjadi bercak yang bentuk dan besarnya tidak tertentu. Pada buah hijau bercak berwarna coklat tua, agak keras dan berkerut. Bercak mempunyai batas yang cukup tegas pada bagian buah yang tidak sakit dan batas ini tetap berwarna hijau. Kadang-kadang bercak mempunyai cincin^[13]. Penyakit busuk daun pada tanaman tomat disebabkan oleh jamur *Phytophthora infestans*, gejala serangan pada daun terjadi bercak coklat hingga hitam. Pada awalnya menyerang ujung dan sisi daun, kemudian meluas ke seluruh permukaan daun hingga ke tangkai daun^[14].



Gambar 1. Gejala Penyakit ada daun dan buah Tomat

Intensitas Penyakit

Berdasarkan hasil analisis statistik terhadap data pengamatan intensitas penyakit busuk buah tomat diketahui bahwa pemberian perlakuan *Trichoderma* endofitik yang diisolasi dari bagian akar, batang dan daun yang diaplikasikan dengan berbagai tingkat dosis menunjukkan pengaruh signifikan terhadap intensitas penyakit. Pemberian perlakuan 75 g *Trichoderma* asal akar (TAa) dan 100 g *Trichoderma* asal akar (TAb) pengaruhnya secara signifikan berbeda dengan tanpa perlakuan *Trichoderma* (kontrol) tetapi tidak signifikan berbeda dengan perlakuan lainnya. Selain perlakuan TAb dan TAa, perlakuan lainnya tidak signifikan berbeda dengan kontrol (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan jamur *Trichoderma* endofitik

yang diisolasi dari akar tomat dan diaplikasikan dengan dosis 75 g sudah dapat memberikan pengaruh menekan penyakit busuk buah pada tomat. Pemberian dengan dosis 75 g dan 100 g masing-masing dapat mengurangi intensitas penyakit sebesar 33,30% dan 48,02%.

Keunggulan dari *Trichoderma* endofitik yang diisolasi dari akar dibandingkan dengan *Trichoderma* endofitik yang diisolasi dari batang dan daun karena *Trichoderma* adalah jamur yang kebanyakan hidup di tanah (*soil*). Jamur ini adalah bersifat antagonis untuk beberapa patogen jamur tanah antara lain *Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporium*^[15], dan *Phytophthora infestans*^[16]. Penurunan intensitas penyakit merupakan indikasi bahwa *Trichoderma* menekan perkembangan patogen penyebab

penyakit (*Phytophthora infestans*). Penekanan *Trichoderma* terhadap patogen dapat terjadi melalui beberapa mekanisme antara lain, mikroparasitisme, antibiosis, kompetisi nutrisi, induksi resistensi tanaman, melarutkan nutrisi anorganik dan inaktivasi enzim patogen [17].

Mekanisme mikroparasitisme yaitu dengan menghancurkan dinding sel inang [18],

hifa *Trichoderma sp* melingkar di sekitar hifa *Phytophthora infestans* kemudian melakukan penetrasi serta menghancurkan sitoplasma [19]. Enzim yang dihasilkan oleh *Trichoderma sp* adalah enzim lytic ekstraseluler seperti 1,3 glukonase dan chitinase yang dapat berpenetrasi pada hifa inang patogen sehingga menyebabkan lysis pada sel inangnya [20].

Tabel 1. Pengaruh Perlakuan terhadap Intensitas Penyakit Busuk Buah Tomat *Phytophthora infestans*

Perlakuan	Intensitas Penyakit (%)
Kontrol	18.68 a
TAa	16.22 ab
TAb	12.46 bc
TAc	9.71 c
TBa	15.53 abc
TBb	14.05 abc
TBc	13.31 abc
TDa	16.40 ab
TDb	12.98 abc
TDc	13.29 abc

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama, tidak menunjukkan perbedaan signifikan menurut uji Tukey 0,05.

Mekanisme antibiosis terjadi karena *Trichoderma* menurut bahwa antibiotik antara lain gliotoksin, gliovirin, viridian dan trichofiridin yang mampu menghambat dan menghancurkan sitoplasma [21], dan bahan kimia nonvolatile yang dapat mempengaruhi permeabilitas membran dan menghancurkan sitoplasma [18]. *Trichoderma sp* dapat menginduksi resistensi pada tanaman [17] dan juga mampu meningkatkan respons kekebalan tanaman setelah infeksi primer yang dikenal mengakuisisi resistensi sistemik (SAR) [22]. Aktivitas ini berkorelasi dengan ekspresi-patogenesis gen terkait (PR) termasuk asam dan enzim 1,3 protease, glukonase dan kitinase yang seharusnya bertindak terhadap dinding sel dari pathogen [23]. Induksi ketahanan tanaman dapat terjadi melalui dua cara yaitu dengan memproduksi secara langsung patogenesis-relatedprotein (PR) protein dan fitoaleksin sebagai akibat serangan mikroorganisme patogenik. Cara yang kedua

yaitu dengan menghasilkan komponen enzim selulase yang terdiri dari enzim eksoglukanase (-1.4 glikanhidrolase), dan sellubiase (-glukosidase) yang mampu merusak dinding sel Jamur patogen secara langsung [24].

Jenis *Trichoderma spp* yang telah diketahui efektif sebagai agensia hayati adalah *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride*, dan *Trichoderma koningii*. *Trichoderma spp.* memproduksi senyawa anti jamur seperti harzianic acid, alamethicins, tricholin, peptaibols, 6-pentyl -pyrone, dan massoilactone [25].

Pertumbuhan dan hasil Tanaman

Data pertumbuhan dan hasil tanaman berdasarkan variabel tinggi tanaman, jumlah buah dan buah yang terbentuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan menggunakan *Trichoderma* endofitik berpengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman, jumlah bungan dan buah terbentuk (Tabel 2).

Berdasarkan data pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa semua perlakuan *Trichoderma* endofitik memberikan pengaruh lebih baik dibandingkan dengan tanpa pemberian *Trichoderma* endofitik (Kontrol) dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman tomat. Perlakuan pemberian *Trichoderma* endofitik yang diisolasi dari akar tomat dan diaplikasikan dengan 75 g per tanaman merupakan perlakuan terbaik terlihat pada tinggi tanaman mencapai 115,20 cm, jumlah bunga terbentuk mencapai 60,60, dan jumlah buah terbentuk mencapai 33,20 atau terjadi peningkatan dari kontrol masing-masing variabel sebesar 51,74%, 68,42% dan 74,70%. Jika peningkatan dosisnya sampai 100 g pertanaman pengaruhnya tidak berbeda dengan dosis 75 g. Hal ini menunjukkan

bahwa pemberian dosis sampai 100 g per tanaman terlihat kurang ekonomis karena menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda secara signifikan dengan dosis 75 g per tanaman. Tanaman membutuhkan batas toleransi dengan merespons sesuatu yang berpengaruh terhadapnya. Pemberian pupuk baik organik maupun anorganik mengakibatkan peningkatan pertumbuhan tanaman sampai batas optimal dan jika penambahan secara terus menerus sampai pada titik yang berlebihan dari yang dibutuhkan oleh tanaman maka pertumbuhan tanaman menjadi terganggu ^[26]. Beberapa penelitian juga melaporkan bahwa aplikasi *Trichoderma* pada konsentrasi yang berlebihan memberikan respon negatif terhadap pertumbuhan tanaman kakao ^[27].

Tabel 2. Pengaruh perlakuan *Trichoderma* endofitik terhadap tinggi tanaman, jumlah bunga dan jumlah buah terbentuk

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah bunga terbentuk	Jumlah buah terbentuk
Kontrol	55,60 d	19.20 c	8.40 c
TA.a	81,60 c	55.80 ab	27.20 ab
TA.b	115.20 a	60.80 a	33.20 a
TA.c	93.40 b	57.00 ab	28.20 ab
TB.a	89,40 bc	52.40 ab	23.20 b
TB.b	91,60 b	53.40 ab	23.20 b
TB.c	92,40 b	54.40 ab	26.80 ab
TD.a	86,60 bc	44.60 b	19.00 b
TD.b	92,20 b	48.20 ab	23.00 b
TD.c	92.60 b	50.00 ab	23.00 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda secara signifikan, berdasarkan Uji Tukey 5%.

Peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman tomat pada penelitian ini berhubungan erat dengan peranan *Trichoderma* dalam meningkatkan kesuburan tanah dan adanya unsur pemacu pertumbuhan tanaman. Peningkatan kesuburan tanah karena *Trichoderma* dapat bersifat dekomposer sehingga mempercepat proses perombakan bahan organik di dalam tanah sehingga tanah menjadi subur dan merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman ^[28]. Selain itu dapat

meningkatkan serapan nitrogen, fosfat, kalium dan kalsium pada daun dan berkorelasi terhadap diameter batang, tinggi tanaman, luas daun, bobot kering tajuk dan bobot kering akar ^[29].

Peningkatan tinggi tanaman, jumlah bunga dan buah terbentuk dapat disebabkan karena kemampuan *Trichoderma* memproduksi bermacam enzim seperti selulase, protease, amilase dan lipase. Enzim selulase berperan dalam perombakan-

perombakan selulosa menjadi glukosa, enzim protease berperan dalam perombakan protein menjadi asam amino, enzim amilase berperan dalam perombakan karbohidat menjadi gula sederhana dan enzim lipase membantu pemecahan lemak menjadi asam lemak menjadi asam lemak khusus^[30].

Aplikasi *Trichoderma* sp secara langsung dapat memicu pertumbuhan dan perkembangan tanaman, karena dapat mempengaruhi produksi zat pengatur tumbuh (ZPT) dan 1-aminocyclopropane-1-carboksilat (ACC) prekursor etilena^[31]. ZPT yang dihasilkan *Trichoderma* adalah hormon auksin berupa IAA (*Indole Asetic Acid*) yang berperan dalam pemanjangan sel-sel akar yang menyebabkan serapan hara semakin banyak dengan jangkauan serapan semakin luas. Dengan serapan hara yang cukup nutrisi yang diperlukan terpenuhi, sehingga produksi tanaman juga semakin tinggi^[32].

KESIMPULAN

1. *Trichoderma* endofitik yang diisolasi dari akar, batang dan daun tomat dapat mengendalikan penyakit buah *Phytophthora infestans* serta pertumbuhan dan hasil tanaman tomat.
2. Pemberian *Trichoderma* endofitik yang diisolasi dari akar tomat dan diaplikasikan dengan dosis 100 g merupakan perlakuan terbaik karena dapat mengurangi intensitas penyakit sebesar 48,02%, sedangkan pemberian dengan dosis 75 g merupakan perlakuan terbaik karena dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman sebesar 51,74%, jumlah bunga terbentuk sebesar 68,42% dan jumlah buah terbentuk sebesar 74,70%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wenner, B.Z.H. 2000. Importance of The Tomato. <http://www.download.portalgaruda.org/article.php>. [12/12/2020].
- [2] Badan Pusat Statistik. 2018. Produksi Tanaman Hortikultura.
- [3] Sopialena. 2015. Ketahanan Beberapa Varietas Tomat terhadap Penyakit *Fusarium oxysporum* dengan Pemberian *Trichoderma* sp.
- [4] Darmayasa., Sudiarta, P., Wirya, A. S., Sumiartha, K., Utama, M. S., Luther, G. C., dan J. Mariyono. 2012. Kajian Ketahanan Terhadap Penyakit Busuk Daun (*Phytophthora Infestans*) pada Beberapa Galur Tomat
- [5] Kumar, P. 2017. Studies On *Alternaria solani* Causing Early Blight Disease In Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.)
- [6] Alviansyah, F., Ruslianto, I., dan M. Diponegoro. 2017. Identifikasi Penyakit Pada Tanaman Tomat Berdasarkan Warna Dan Bentuk Daun Dengan Metode Naive Bayes Classifier Berbasis Web. Coding : jurnal Komputer dan Aplikasi 5 (1):
- [7] Purwanti, 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. Dalam Buletin Agrobio 5 (2): 67-72.
- [8] Sudantha, M.I, dan A.L. Abadi. 2006. Identifikasi jamur endofit dan mekanisme antagonismenya terhadap jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae* pada tanaman vanili. Agroteksos. 17(1):23–38.
- [9] Carroll, G. 1988. Source: Ecology, Vol. 69, No. 1 (Feb.), pp. 2-9 Published by: Ecological Society of America Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/1943154>. Accessed: 05/08/2013 15:21
- [10] Harman, G.E., Howell, C.R., Viterbo, A., Chet, I. and M. Lorito M. 2004. *Trichoderma* species-opportunistic avirulent plant symbionts. Nature Rev Microbiol 2:43–5 Department of Horticultural Sciences, Cornell University, Geneva, NY 14456, USA.)

- Novel Biotechnologies for Biocontrol Agent Enhancement and Management
- [11] Wulandari. 2014. Keanekaragaman Jamur Endofit Pada Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) dan Kemampuan Antagonisnya Terhadap *Phytophthora infestans* Jurnal HPT 2 (1):
- [12] Watanabe, T. 2002. Soil And Seed Fungi Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi. Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species. Mycological Research 106 (11): 1375-1376
- [13] Horodecka. 1989. The in vitro culture of *Phytophthora infestans* isolates occurring on the tomato - their pathogenicity and usefulness for artificial inoculations December 2013 *Acta Agrobotanica* 42(1-2): 77-93
- [14] Semangun, H. 2000. Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- [15] Kalay, AM., Talahaturuson, A. dan W. Rumahlewang. 2018. Uji Antagonisme *Trichoderma harzianum* Dan *Azotobacter chroococcum* Terhadap *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* dan *Fusarium oxysporum* secara in-vitro. *Agrologia* 7 (2): 71-78.
- [16] Purwantisari, S dan R.B. Hastuti. 2009. Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang Dengan Menggunakan *Trichoderma* spp. Isolat Lokal. *BIOMA* 11 (1): 24-32
- [17] Harman, G. E. 2006. Overview of Mechanisms and Uses of *Trichoderma* spp. *Phytopathology* 96:190-194.
- [18] Schubert, M., Fink, S and F.W.M.R. Schwarzel. 2008. In Vitro Screening of An Antagonistic *Trichoderma* Strain Against Wood Decay Fungi. *Arboricultural Journal* 31: 227-248.
- [19] Ha, T.N. 2010. Using *Trichoderma* Species For Biological Control Of Plant Pathogens In Vietnam. *J. ISSAAS* 16 (1): 17-21.
- [20] Lynch, J.M. 1987. In vitro identification of *Trichoderma harzianum* as a potential antagonistic of plant pathogens. *Current Microbiol.*, 16: 49-53.
- [21] Abbas A. Jiang D., and Y. Fu. 2017. *Trichoderma* Spp. as Antagonist of *Rhizoctonia solani*. *Journal of Plant Pathology & Microbiology* 08(03).
- [22] 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.
- [23] Shores, M., Harman, G and F. Mastouri. 2010. Induced Systemic Resistance and Plant Responses to Fungal Biocontrol Agents. *Annual Review of Phytopathology* 48(1):21-43.
- [24] Heil, M., and R.M. Bostock. 2002. Induced systemic resistance (ISR) against pathogens in the context of induced plant defences. *Ann. Bot.* 89: 503-512.
- [25] Vey, A., Hoagland, R. E. and T.M. Butt. 2001. Toxic metabolites of fungal biocontrol agents. *Fungi as Biocontrol Agents: Progress, Problems and Potential*. Butt, T.M. and C. Jackson, (eds), Pp. 311-346. CAB International, Bristol.
- [26] Poerwowidodo.1992. Telaah Kesuburan Tanah. Angkasa Persada, Bandung.
- [27] Sriwati, R., Tjut C., dan Sukarman. 2011. Deteksi dan Identifikasi Cendawan Endofit *Trichoderma* yang Berasosiasi Pada Tanaman Kakao. Staf Pengajar Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Syah Kuala Banda Aceh. *Jurnal Agrista* 15 (1).

- [28] Irwansyah, A. 2008. Penggunaan Beberapa Jenis Aktivator untuk Meningkatkan Laju Degradasi Tanah Gambut dan Pertumbuhan Tanaman Jati Putih (*Gmelina arborea roxb*). [Skripsi]. Universitas Sumatera Selatan. Medan.
- [29] Yuleli, 2009 Penggunaan beberapa jenis fungi untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman karet (*Hevea brasilliensis*) di tanah gambut. [Tesis] Universitas Sumatera Utara. Medan.
- [30] Kullnig, C., Szakacs, G., and C.P. Kubicek. 2020. Molecular identification of *Trichoderma* species from Russia, Siberia and the Himalaya. *Mycological Research* 104(9):1117-1125.
- [31] Martinez-Medina, A.A., Alguicil, M.D.M., Pascual, J.A. and S.C.M. Van Wess. 2014. Phytohormone Profiles Induced by *Trichoderma* Isolates Correspond With Their Biocontrol and Plant Growth-Promoting Activity on Melon Plants. *Jurnal Of Chemical Ecology* :40(7) : 804-15
- [32] Suanda, I.W. 2017. Pemanfaatan *Trichoderma* sp. sebagai Agen Hayati Ramah Lingkungan dalam Pengendalian Penyakit *Fusarium* pada Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Prosiding Seminar Nasional Penguatan dan Pengajaran Biologi sebagai Ilmu Dasar FMIPA Universitas Hindu Indonesia. Denpasar.p.390-398.