

APLIKASI *Trichoderma virens* TERHADAP PENYAKIT JAMUR AKAR PUTIH (*Rigodoporus lignosus*) DI PEMBIBITAN TANAMAN KARET (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg)

Yusmar Mahmud, Astutiah Ningsih, Syukria Ikhsan Zam

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. H. R. Soebrantas No. 155 KM Simpang Baru Panam Pekanbaru Riau 28293

Email: yusmar@uin-suska.ac.id HP : 085265410499

Abstract

White root disease (JAP) is an important disease that attacks on rubber plants caused by the *Rigodoporus lignosus* on the roots of rubber plants which can cause leaves to turn yellow, fall, and the stems to dry and decay and even die on plants. Disease control using biological agents in the form of antagonist *Trichoderma virens* has the potential to prevent or suppress the development of JAP disease in rubber plant seeds. This research was conducted in April to July 2019 at the Pathology, Entomology, Microbiology Laboratory of the Faculty of Agriculture and Animal Husbandry, Sultan Syarif Kasim Riau Islamic University. The experiment used a non factorial complete randomized design (RAL) of six treatments and five replications in which *Trichoderma virens* was applied 7 days before the pathogen infection, while the treatments were 0 g, 25 g, 50 g, 75 g, 100 g, and 125 g. The results showed that the concentration of *Trichoderma virens* was effective in suppressing the *Rigodoporus lignosus* attack at a dose of 125 g by 100% in rubber plant nurseries and was able to increase the percentage of plant height increase by 35.39%.

Keywords: Attack intensity, rubber, *Trichoderma virens*, white root disease

PENDAHULUAN

Karet merupakan tanaman perkebunan penting dan tersebar di Indonesia seperti di Jambi, Riau, Kalimantan Barat, dan Jawa Barat. Permintaan pasar dunia terhadap karet alam semakin meningkat, sehingga memberikan peluang yang tinggi bagi Indonesia untuk terus meningkatkan produksi dan volume ekspor (Ekanantari, 2015). Luas lahan karet di Provinsi Riau yaitu 352.711 Ha dengan produksi lateks 328.597 ton/tahun. Berdasarkan data tersebut produktivitas di Riau masih tergolong rendah dibandingkan dengan produktivitas yang dihasilkan secara nasional (Dinas Perkebunan Provinsi Riau, 2017).

Pengembangan industri karet hingga saat ini terus dilakukan. Namun, terdapat hambatan dalam pengembangan budidaya karet, tersebut antara lain adanya serangan penyakit mencapai 5-15 %, yang diperkirakan dapat menurunkan produksi setiap tahunnya (Muharni dan Widjajanti, 2011). Penyakit penting yang menyerang karet adalah penyakit jamur akar putih (JAP) yang disebabkan oleh cendawan *R. lignosus*. *R. lignosus* merupakan familia Polyporaceae penyebab penyakit pada tanaman industri, terutama karet, lada dan ubi kayu. JAP dapat menyerang tanaman karet di pembibitan, kebun entres, tanaman belum menghasilkan (TBM), dan tanaman menghasilkan (TM) melalui perakaran (Pawirosoemardjo, 2007).

Jamur ini menimbulkan lapuk pada akar dan leher akar, sehingga menyebabkan kematian tanaman. JAP diperkirakan menyebabkan kematian 3% pada perkebunan besar dan 5% pada perkebunan karet rakyat di Indonesia taksiran nilai kerugian akibat serangan tersebut mencapai 300 miliar Rupiah per tahun (Situmorang 2004). Infeksi JAP dimulai sejak di pembibitan sampai tanaman menghasilkan sehingga upaya pengendalian

maupun pencegahan terhadap patogen dan sumber infeksi dapat dilakukan sejak awal.

Pengendalian penyakit dengan menggunakan agens hayati, seperti *Trichoderma*, banyak dipilih karena berpotensi dalam mencegah maupun menekan perkembangan penyakit, terutama penyakit tular tanah, di samping itu dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit tertentu (Mastouri dkk, 2012).

Mekanisme *Trichoderma* sebagai agens pengendali patogen tular tanah dapat melalui mekanisme parasitisme, kompetisi ruang dan nutrisi, membentuk lingkungan yang cocok, membentuk zat pemacu pertumbuhan, serta antibiosis dan induksi ketahanan tanaman (Kumar, 2013). Pertumbuhan dari *Trichoderma virens* sangat cepat dan tidak menjadi penyakit untuk tanaman. Penggunaan agens hayati *T. virens* yang bersifat mikoparasit terbukti dapat menekan intensitas serangan penyakit JAP pada bibit tanaman karet (Suwandi, 2008). Menurut hasil penelitian (Yulia dkk, 2017) menunjukkan bahwa pemberian ABK *Trichoderma* spp mampu menekan penyakit JAP pada akar bibit tanaman karet dengan penekanan tertinggi sebesar 100% pada perlakuan 100 g ABK/bibit tanaman karet. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dosis jamur *T. virens* yang efektif dalam menekan pertumbuhan jamur *R. lignosus* di pembibitan tanaman karet.

METODOLOGI

Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Patologi, Entomologi Mikrobiologi dan Ilmu Tanah serta Lahan Percobaan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, pada bulan April sampai Juli 2019.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah *T. virens* dari koleksi Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Riau, isolat jamur akar putih (*R. lignosus*) dari koleksi Laboratorium Balai Penelitian Sungei Putih, bibit karet klon RRIC 100 umur 6 bulan (Lampiran 1), tisu gulung, kertas label, alkohol 96%, aquades, *potato dextrose agar* (PDA), *aluminium foil*, kapas, tanah, *polybag* ukuran 30 cm x 45 cm, plastik tahan panas, dan masker. Alat yang digunakan dalam penelitian adalah penggaris, pisau, *showcase*, gunting, Jarum Ose, kaca objek, Lampu Bunsen, tabung reaksi, timbangan analitik, *sprayer*, Cawan Petri, erlenmeyer 250 ml, kamera, batang pengaduk, autoklave, *laminar air flow cabinet* (L AFC), inkubator, kamera, jaring paranet, cangkul, gembor, botol ukuran 1 Liter, ember, meteran dan sarung tangan.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan, di mana *T. virens* diaplikasikan 7 hari sebelum infeksi patogen. Setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali sehingga terdapat 30 unit percobaan dimana setiap unit percobaan terdapat satu tanaman. Sehingga seluruh tanaman yaitu 30 tanaman.

Adapun perlakuannya yaitu :

- T0 : 0 gram *T. virens* + JAP /polybag (kontrol)
- T1 : 25 gram *T. virens* + JAP/polybag
- T2 : 50 gram *T.virens* + JAP/polybag

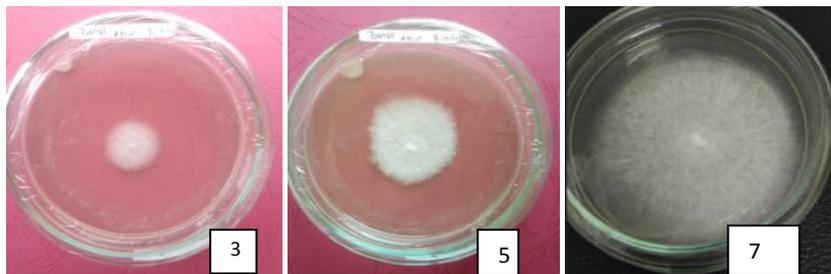
- T3 : 75 gram *T. virens* + JAP /polybag
- T4 : 100 gram *T. virens* + JAP /polybag
- T5 : 125 gram *T. virens* + JAP /polybag

Data hasil pengamatan diolah secara statistik dengan menggunakan analisis sidik ragam rancangan acak lengkap satu faktor. Jika hasil sidik ragam menunjukkan perbedaan nyata, maka dilakukan Uji lanjut dengan menggunakan Uji Duncan's *Multiple Range* (DMRT) pada taraf 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Makroskopis *R. lignosus* dan *T. virens* pada Media PDA

Berdasarkan hasil pengamatan pertumbuhan *R. lignosus* secara makroskopis pada media PDA yang diamati pada 3, 5 dan 7 HST dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. pertumbuhan *R. lignosus*

Pengamatan makroskopis *R. lignosus* di media PDA selama 7 hari secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pertumbuhan makroskopis *R. lignosus*

Karakteristik Morfologi	Makroskopis
Warna Miselium	Berwarna putih
Arah Pertumbuhan	Kesamping
Bentuk Miselium	Seperti kapas

Hasil pengamatan Pertumbuhan *T. virens* pada Media PDA yang diamati pada 3,5 dan 7 HST. Hasil pengamatan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pertumbuhan *T. virens*

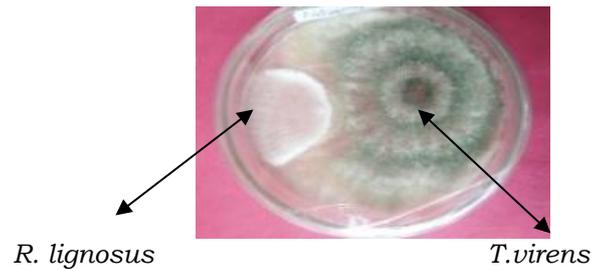
Umur 3 HST *T. virens* berwarna putih kehijau-hijauan selanjutnya pertumbuhan *T. virens* pada umur 5 HST dengan warna hijau muda pada bagian tengah koloni dan berwarna putih pada bagian tepi koloni dan pada umur 7 HST *T. virens* sudah memenuhi Cawan Petri dengan diameter 9 cm dan tumbuh sempurna. Pengamatan makroskopis *T. virens* di media PDA selama 7 hari secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pertumbuhan makroskopis *T. virens*

Karakteristik Morfologi	Makroskopis
Warna Miselium	Putih dan hijau
Arah Pertumbuhan	Kesamping
Bentuk Miselium	Seperti benang

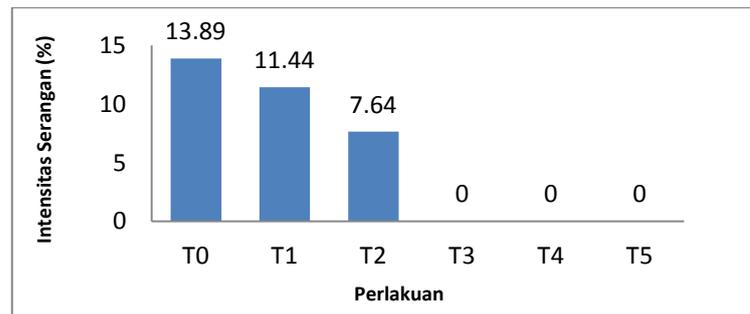
Uji Antagonis *T. virens* dengan *R. lignosus* Secara *In-Vitro*

Hasil pengamatan uji antagonis *T. virens* dan *R. lignosus* secara *in vitro* mampu menekan 80%. Hal ini sejalan menurut Amaria *et al.* (2013) bahwa *T. virens*, *T. hamatum*, *T. amazonicum*, dan *T. atroviride* dapat menekan patogen *R. lignosus* 80 % – 85 % secara *in vitro*. sehingga *T. virens* ini efektif dalam menghambat penyakit jamur akar putih dapat dilihat pada gambar 3.



Intensitas Serangan Penyakit (%)

Hasil pengamatan intensitas seranga dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4. Intensitas Serangan JAP

Gambar 4. di atas menunjukkan hasil pengamatan intensitas serangan *R. lignosus* berkisar antara 0 – 13,89 % dengan pemberian berbagai dosis *T. virens*. Intensitas serangan tertinggi terdapat pada perlakuan T0 dan terendah pada perlakuan T3, T4, dan T5. Rata-rata intensitas serangan *R. lignosus* tertinggi yaitu 13,89 % pada perlakuan (T0) pemberian perlakuan *R. lignosus* tanpa *T. virens*. Hal ini disebabkan karena tidak adanya *T. virens* sebagai agen hayati pada bibit tanaman karet sebagai agen antagonis yang dapat melindungi akar tanaman dari patogen tular tanah dan menekan pertumbuhan jamur *R. lignosus*.

Hasil pengamatan terhadap perkembangan gejala JAP diawali dengan munculnya miselium berwarna putih pada bagian perakaran, baik akar lateral (akar cabang dan akar rambut), dan tampak jelas pada permukaan akar tunggang. Di awal infeksi atau saat tingkat serangan rendah, gejala hanya terlihat di perakaran karena bibit tanaman tetap dapat tumbuh dengan baik. Bila diamati di sekitar perakaran maka tampak miselium JAP semakin melekat kuat pada permukaan akar tunggang (Gambar 5).



Gambar 5.

- a). Miselium melekat di sekitar perakaran.
- b). Miselium melekat kuat dan merusak jaringan kulit perakaran

Sesuai dengan pernyataan Basuki dan Sinulingga (1996) bahwa infeksi *R. lignosus* melalui rizomorf yang melekat kuat pada akar, selanjutnya dapat menembus ke dalam akar dan mengakibatkan pembusukan, menjadi lunak dan kadang tampak basah. Perlakuan dengan pemberian dosis 75 g, 100 g, dan 125 g *T. virens* (T3, T4, dan T5) menunjukkan tidak adanya serangan patogen sehingga mampu menghambat pertumbuhan dan perkembangan *R. lignosus* yang mencapai 80-90 %. Menurut hasil penelitian (Yulia dkk, 2017) menunjukkan bahwa pemberian ABK *Trichoderma* spp mampu menekan penyakit JAP pada akar bibit tanaman karet dengan penekanan tertinggi sebesar 100% pada perlakuan 100 g ABK/bibit tanaman karet.

T. virens menghasilkan antibiotik berupa gliotoksin, gliovirin dan viridiol yang bersifat fungistatik, gliotoksin dapat menghambat pertumbuhan cendawan dan bakteri, sedangkan viridiol merupakan senyawa yang dapat menghambat cendawan (Hanson dan Howell, 2004). *T. virens* juga bersifat mikoparasit yaitu bersifat parasit pada jamur lain (Harwitz, 2003).

Mekanisme infeksi penyakit JAP melalui 3 tahap, yaitu penetrasi, kolonisasi, dan degradasi. Patogen *R. lignosus* menginfeksi tanaman dengan cara penetrasi pada bagian perakaran tanaman inang (akar tunggang) di dalam tanah, hifa berkembang, dan mengeluarkan enzim ekstraseluler. Proses selanjutnya kolonisasi jaringan akar, dan meluas ke bagian lain di daerah perakaran sehingga menyebabkan enzim ekstraseluler dari patogen mendegradasi lignin dinding sel akar inang. Hal inilah yang mengakibatkan akar tanaman berubah warna menjadi kecokelatan dan membusuk. Proses penetrasi dapat berlangsung dengan bantuan enzim pendegradasi atau secara mekanik melalui luka alami (Omorusi, 2012).

Mekanisme antagonistik cendawan antagonis meliputi hiperparasitisme (mikoparasit), antibiosis dan kompetisi. Sastrahidayat (1992) dalam Supriati (2010), menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. bertindak sebagai mikoparasit bagi cendawan lain dengan tumbuh mengelilingi miselium patogen. *Trichoderma* sp. Menghasilkan enzim dan senyawa antibiosis yang mampu menghambat bahkan membunuh patogen. Senyawa antibiosis tersebut yaitu *gliotoxin*, *glyoviridin* dan *Trichoderma* yang sangat berat menghambat pertumbuhan patogen. Dan mampu memproduksi senyawa volatil dan non-volatil antibiotik (Arya dan Parello, 2010). Senyawa ini mempengaruhi dan menghambat banyak sistem fungsional dan membuat patogen rentan. (Vey *et al.*, 2001).

Tinggi Bibit Karet

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pengaruh aplikasi *T. virens* berpengaruh sangat nyata terhadap persentase pertambahan tinggi bibit tanaman karet. Data persentase pertambahan tinggi bibit tanaman karet dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Pertambahan Tinggi Bibit Tanaman Karet

Perlakuan	Pertambahan TT (%)
T0 (0 g <i>T. virens</i> + JAP)	11.36 ^a
T1 (25 g <i>T. virens</i> + JAP)	14.53 ^b
T2 (50 g <i>T. virens</i> + JAP)	18.48 ^c
T3 (75 g <i>T. virens</i> + JAP)	23.35 ^d
T4 (100 g <i>T. virens</i> + JAP)	28.42 ^e
T5 (125 g <i>T. virens</i> + JAP)	35.39 ^f

Ket: *Superskrip* yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5 % uji DMRT.

Tabel 3. menunjukkan bahwa persentase pertambahan tinggi tanaman berbeda nyata antar perlakuan. Pada dosis 125 g *T. virens* + JAP (T5) berbeda nyata dengan T4, T3, T2, T1 dan T0. Hal ini diduga *Trichoderma* merupakan agensia hayati yang dapat menunjang pertumbuhan tanaman. Pernyataan ini sesuai dengan pernyataan yang dikemukakan Herlina dan Dewi (2009) bahwa spesies *Trichoderma virens* disamping sebagai organisme pengurai, dapat pula berfungsi sebagai agen hayati dan stimulator pertumbuhan tanaman. Hal ini sesuai penelitian Manurung dkk. (2015) yang menyatakan bahwa pemberian *Trichoderma* sp. pada tanaman karet mampu meningkatkan persentase pertambahan tinggi tanaman.

T. virens juga menghasilkan hormon auksin berupa IAA (*indole asetic acid*) yang berperan dalam pemanjangan sel-sel akar yang menyebabkan serapan hara semakin tinggi. Serapan hara yang tinggi mempengaruhi pertumbuhan tanaman karena nutrisi tanaman terpenuhi, sehingga produksi tanaman juga semakin tinggi (Contreras Cornejo, 2009). *T. virens* adalah kompetitor ruang tumbuh yang sangat baik, pertumbuhannya yang cepat dapat mengkolonisasi dan tumbuh berasosiasi dengan baik pada perakaran tanaman, secara signifikan meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Ortiz Castro *et al*, 2009).

T. virens memperbaiki kesehatan dan vigor tanaman, merangsang pengambilan nutrisi ketika populasi melimpah dalam perakaran tanaman (efek tidak langsung). Pada berbagai eksperimen, *Trichoderma* sp. dapat meningkatkan pertumbuhan perakaran, melindungi dari patogen *soil borne* maupun *water borne* (Lestari, *et al.*, 2007). *T. virens* juga memproduksi ZPT berupa IAA yaitu salah satu jenis hormon yang dapat memacu pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan laju pertumbuhan akar, seperti perpanjangan akar primer serta perbanyakkan akar lateral dan akar adventif, yang merupakan suatu keuntungan bagi kecambah dalam meningkatkan kemampuannya untuk lebih merekatkan diri ke tanah, menyerap air, serta nutrisi dari lingkungan sehingga tanaman tersebut dapat bertahan (Wanjiru, 2009).

Diameter Batang Bibit Karet

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian berbagai dosis *T. virens* dalam mengendalikan *R. lignosus* tidak berpengaruh nyata terhadap persentase pertambahan diameter batang bibit karet. Data

Persentase penambahan diameter batang bibit karet setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Persentase Pertambahan Diameter Batang Karet

Perlakuan	Pertambahan DB (%)
T0 (0 g <i>T. virens</i> + JAP)	53.90
T1 (25 g <i>T. virens</i> + JAP)	69.68
T2 (50 g <i>T. virens</i> + JAP)	59.85
T3 (75 g <i>T. virens</i> + JAP)	58.74
T4 (100 g <i>T. virens</i> + JAP)	61.51
T5 (125 g <i>T. virens</i> + JAP)	64.52

Pada Tabel 4. menunjukkan bahwa perlakuan pemberian beberapa dosis aplikasi *T. virens* tidak berbeda nyata terhadap persentase pertambahan diameter batang yang berkisar 53,90 % sampai 69,68 %. Hal ini diduga pemberian *T. virens* belum mampu meningkatkan persentase pertambahan diameter batang tanaman karet yang signifikan antar perlakuan, kemudian respon akar terhadap penyerapan unsur hara karena aktivitas *T. virens* belum optimal dalam meningkatkan kandungan unsur hara P dan K di dalam tanah yang dibutuhkan tanaman karet untuk perkembangan diameter batang. Hal ini sejalan menurut Selian (2008) menyatakan apabila kandungan K tanaman rendah sebagai akibat rendahnya aplikasi K kedalam tanah, menyebabkan rendahnya energi untuk pertumbuhan.

Unsur K berperan mempercepat pertumbuhan jaringan meristematik terutama pada batang tanaman karet dalam proses fotosintat, semakin meningkatnya fotosintat maka akan menambah ukuran diameter batang tanaman. Menurut Jumin (1986), batang merupakan daerah akumulasi pertumbuhan tanaman sehingga dengan adanya unsur hara dapat mendorong pertumbuhan vegetatif tanaman diantaranya pembentukan klorofil pada daun sehingga akan memacu laju fotosintesis. Semakin laju fotosintesis maka fotosintat yang dihasilkan akan memberikan ukuran pertambahan diameter batang yang besar.

Kandungan unsur hara P dan K yang relatif rendah kurang mampu mendukung pertumbuhan diameter batang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lizawati (2002) bahwa pada tanaman tahunan seperti tanaman perkebunan mengalami pertumbuhan yang lama ke arah horizontal, sehingga untuk diameter batang pada tanaman perkebunan membutuhkan waktu yang relatif lama.

KESIMPULAN

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan *T. virens* efektif untuk menekan serangan *R. lignosus* pada dosis 75 g, 100 g dan 125 g sebesar 100 % pada pembibitan tanaman karet dan mampu meningkatkan persentase pertambahan tinggi tanaman sebesar 35.39 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaria, W dan Edi, W. 2014. Pengaruh Waktu Aplikasi dan Jenis *Trichoderma* Terhadap Penyakit Jamur Akar Putih pada Bibit Tanaman Karet. *Jurnal TIDP*, 1(2): 79-86.
- Arya, A and A. E. Perello. 2010. Management of Fungal Plant Pathogen. Published by CAB International. London. 24 hal.

- Basuki dan Sinulingga, W. 1996. Penyakit Akar Putih pada Tanaman Karet, Gejala Penyakit, Pengendalian Hayati dan Saran-Saran Pengendalian Penyakit. *Jurnal Warta Pusat Penelitian Karet*, 15(2): 96-104.
- Castro, O. R. H. A., Cornejo, C. L., Rodriguez, M dan Bucio, J. L. 2009. The Role of Microbial Signals in Plant Growth and Development. *Journal of Plant Signaling dan Behavior*, 4(8): 701 –712.
- Contreras, C. H. A., Machias, R. L., Cortès, P. C dan López, L. J. 2009. *Trichoderma virens*, a Plant Beneficial Fungus, Enhances Biomass Production and Promotes Lateral Root Growth Through an Auxin Dependent Mechanism in Arabidopsis. *Journal of Plant Physiol*, 14(9): 1579-1592.
- Dinas Perkebunan Provinsi Riau. 2017. *Laporan Tahunan 2017*. Riau. 236 hal.
- Ekanantari. 2015. *Outlook Karet Komoditas Pertanian Subsektor Perkebunan*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Jakarta. 68 hal.
- Hanson LE, CR Howell (2004). Elicitors of Plant Defense Responses Elicitor Respon Biocontrol Strains of *Trichoderma virens* . *Phytopathology*, 94(2): Fitopatologi, 94 (2): 171-176. 171- 176.
- Harwitz, A. 2003. TmKA, a Mitogen- Activated Protein Kinase of *T. virens*, is Involved in Biocontrol Properties and Repression of Conidiation in the Dark. <http://ec.asm.org/content/abstract/2/3/446>. Diakses pada 19 Juli 2019.
- Herlina, L dan P. Dewi. 2009. Penggunaan Kompos Aktif Aktif *Trichoderma Harzianum* dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Cabai. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Jumin, H. B. 1986. *Ekologi Tanaman Suatu Pendekatan Fisiologi*. Rajawali. Jakarta. 142 hal.
- Kumar, S. 2013. *Trichoderma: a Biological Weapon for Managing Plant Diseases and Promoting Sustainability Internat. Journal of Agric. Sci. And Vet. Med*, 1(3): 107-121.
- Lestari, P., D. N, Susilowati dan E. I, Riyanti. 2007. Pengaruh Hormon Asam Indol Asetat yang Dihasilkan oleh *Azospirillum* sp. Terhadap Perkembangan Akar Padi. *Jurnal Agro Biogen*. 3(2): 66 – 71.
- Lizawati. 2002. Analisis Interaksi Batang Bawah dan batang Atas Pada Okulasi Tanaman Karet. *Tesis*. Fakultas Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Manurung , L., L. Lubis., Marheni dan C. I. Dalimunthe. 2015. Pengujian Berbagai Jenis Bahan Aktif Terhadap Penyakit Jamur Akar Putih (JAP) (*Rigidoporus microporus* (Swartz: Fr.)) di Areal Tanpa Olah Tanah (TOT). *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(1) : 168 – 17.
- Mastouri, F., T. Bjorkma and G. E. Harman. 2012. *Trichoderma harzianum* Enhances Antioxidant Defense of Tomato Seedling and Resistance to Water Deficit. *Journal of Mol Plant Microbe Interact*, 25(10): 1264-1271.
- Muharni dan H. Widjajanti. 2011. Skrining Bakteri Kitinolitik Antagonis Terhadap Pertumbuhan Jamur Akar Putih (*Rigidoporus lignosus*) dari Rizosfir Tanaman Karet. *Jurnal Penelitian Sains.*,14(1): 51-56.
- Omorusi, V. I. 2012. Effects of White Root Rot Disease on *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. Challenges and Control Approach. (pp. 139-152). <http://dx.doi.org/10.5772/54024> diakses pada tanggal 5 agustus 2019.

- Pawirosoemardjo, S. 2007. .Perilaku Patogen dan Epidemi Beberapa Penyakit pada Tanaman Karet. *Jurnal Warta Perkaratan*, 26(1): 27–39.
- Sastrahidayat, I. R.1992. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Usaha Nasional. Surabaya. 365 hal.
- Selian, A. R. 2008. Analisa Kadar Unsur Hara Kalium (K) dari Tanah Perkebunan Kelapa Sawit Bengkalis Riau secara Spektrofotometri Serapan Atom (Ssa). *Skripsi*. Jurusan Studi Diploma Kimia Analisis Fakultas Matematika dan Ilmu Pengertahuan Alam Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sitomurang, A. 2004. Pertemuan Teknis Strategi Pengelolaan Penyakit Tanaman Karet untuk Mempertahankan Potensi Produksi Mendukung Industri Perkaratan Indonesia Tahun 2020. PT. Grasindo. Palembang. 298 hal.
- Suwandi. 2008. Evaluasi Kombinasi Isolat *Trichoderma* Mikoparasit dalam Mengendalikan Penyakit Akar Putih Pada Bibit Karet. *Jurnal HPT Tropika*, 8(1): 55-62.
- Vey, A., R. E. Hoagland dan T. M. Butt. 2001. Fungi as Biocontrol Agents: Progress Problems and Potential. In Butt, T. M., C. Jackson and N. Magan (Ed). *Toxic Metabolite of Fungal Biocontrol Agents*. Publishing CAB International. London.
- Wanjiru, M. M. 2009. Effect of *Trichoderma Harzianum* and Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Growth of Tea Cuttings, Napier Grass and Disease Management in Tomato Seedlings. *Journal of Plant and Microbial Sciences*. 13(9): 305-312.
- Yulia, E., N. Istifadah., F. Widiyantim dan H. S Utami. 2017. Antagonisme *Trichoderma spp.* terhadap Jamur *Rigidoporus lignosus* (Klotzsch) Imazeki dan Penekanan Penyakit Jamur Akar Putih Pada Tanaman Karet. *Jurnal Agrikultura*, 28(1): 47-55.