

**Efek Bionematisida Terhadap Serangan Nematoda Puru Akar
Meloidogyne incognita (Koffoid & White) Chitwood
pada Beberapa Takaran**

***Bionematicidal Effects on the Attack of Root-Knot Nematode
Meloidogyne incognita (Koffoid & White) Chitwood at Several Doses***

Yani Purwanti^{1*)}, Haperidah Nunilahwati¹, Khodijah Khodijah¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Palembang,
Palembang 30139

^{*)}Penulis untuk korespondensi: yanipurwanti62@gmail.com

Sitasi: Purwanti Y, Nunilahwati H, Khodijah. 2019. Efek bionematisida terhadap serangan nematoda puru akar *meloidogyne incognita* (koffoid & white) chitwood pada beberapa takaran. In: Herlinda S et al. (Eds.), Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2018, Palembang 18-19 Oktober 2018. pp. 198-205. Palembang: Unsri Press.

ABSTRACT

Biological control by utilizing antagonistic fungi is an alternative control of root-knot nematode (RKN) which does not damage the environment. Giving organic material to the soil can increase soil fertility and support the success of biological control. Bionematicides in the form of manure compost enriched with antagonistic fungi at the right dosage are expected to be able to control the attack of root-knot nematodes and increase tomato growth and production. The aim of the study was to determine the effect of bionematicide treatment on chicken manure compost enriched with antagonistic fungi from South Sumatra lowland vegetable crops at various doses in controlling the attack of root-knot nematodes on tomato plants. The bionematicide in the form of chicken manure compost with *Aspergillus 2* fungi and *Trichoderma* has a high potential in suppressing root-knot nematode attacks. Increased bionematicidal dose decreases the amount of nodule formed at the roots of tomatoes. Bionematisidal treatment in the form of chicken manure enriched with *Aspergillus 2* and *Trichoderma* fungi at a rate of 300 g 10⁻¹ kg of soil produced the lowest amount of the purse on the root with the highest growth and tomato production.

Keywords: bionematicide, Bionematicidal effect, Dose, Root-knot nematode attack

ABSTRAK

Pengendalian hayati dengan menggunakan jamur antagonis merupakan alternatif pengendalian nematoda puru akar (NPA) *Meloidogyne incognita* yang bersifat ramah lingkungan. Pemberian bahan organik pada tanah dapat meningkatkan kesuburan tanah dan menunjang keberhasilan pengendalian hayati. Bionematisida berupa kompos pupuk kandang yang diperkaya jamur antagonis pada takaran yang tepat diharapkan mampu mengendalikan serangan nematoda puru akar serta meningkatkan pertumbuhan dan produksi tomat. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan bionematisida berupa kompos pupuk kandang ayam diperkaya jamur antagonis asal pertanaman sayuran dataran rendah Sumatera Selatan, pada berbagai takaran dalam mengendalikan nematoda puru akar pada tanaman tomat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bionematisida berupa kompos

pupuk kandang ayam diperkaya dengan jamur *Aspergillus* 2 mampu menekan serangan nematoda puru akar. Peningkatan takanan pemberian bionematisida menurunkan jumlah puru yang terbentuk pada akar tanaman tomat secara nyata. Perlakuan bionematisida berupa pupuk kandang ayam yang diperkaya dengan jamur *Aspergillus* 2, dan jamur *Trichoderma* pada takaran 300 g per 10 kg tanah menghasilkan jumlah puru terendah dengan pertumbuhan dan produksi tomat tertinggi.

Kata kunci: bionematisida, Efek bionematisidal, Nematoda puru akar, Takaran

PENDAHULUAN

Penggunaan pestisida sintetis harus ditekan karena meninggalkan residu pada produk pertanian, berbahaya bagi kesehatan dan mencemari lingkungan. Pengendalian hayati merupakan alternatif pengendalian nematoda puru akar (NPA) yang bersifat ramah lingkungan. Pengendalian hayati menggunakan jamur antagonis sebagai agens pengendali hayati NPA tidak berbahaya terhadap lingkungan, mudah diperbanyak pada media buatan dengan harga yang relatif murah, mudah diaplikasikan, dan mampu berkembang secara alami walaupun tidak terdapat nematoda sebagai inangnya (Winarto, 2010). Keberhasilan pengendalian hayati harus didukung oleh pengelolaan ekosistem, diantaranya melalui amandemen bahan organik dan menekan penggunaan fungisida sintetis.

Beberapa jamur selain memiliki sifat antagonistik terhadap patogen juga bersifat saprofit sehingga dapat bertindak sebagai biodekomposer dan biofertilizer (Sinaga, 2006 dalam Amaria *et al.*, 2013). Jamur *Trichoderma*, *Penicillium* dan *Aspergillus* adalah jamur antagonis yang memiliki mekanisme antagonistik melalui antibiosis dengan menghasilkan antibiotik tertentu atau menghasilkan metabolit sekunder untuk menekan perkembangan patogen (Khan *et al.*, 2010). Jamur *Aspergillus* mampu menghasilkan antibiosis berupa enzim protease yang bersifat kitinolitik dan toksik. Kemampuan jamur *Trichoderma* spp. dalam mengendalikan nematoda patogenik tanaman diduga disebabkan oleh kemampuannya dalam menghasilkan enzim, yang melisis dinding sel telur nematoda (Soesanto *et al.*, 2013).

Penerapan amandemen organik pada tanah merupakan salah satu strategi alternatif untuk pengelolaan nematoda parasit tanaman (Agyarko & Asante, 2005). Peningkatan populasi jamur perangkap nematoda mengalami peningkatan setelah amandemen bahan organik yang terjadi karena ketersediaan karbon dan energi yang berasal dari bahan organik dan ketersediaan nitrogen dari nematoda (Timm *et al.*, 2001). Penerapan pengendalian nematoda menggunakan bahan organik dapat dipadukan dengan pengendalian hayati dengan memanfaatkan jamur antagonis. Penerapan kombinasi pengendalian biologis ini dapat dilakukan oleh petani, namun membutuhkan teknologi.

Pupuk kandang merupakan salah satu bahan organik yang sering digunakan untuk mengendalikan nematoda. Penerapan amandemen organik akan merangsang aktivitas antagonis alami nematoda parasit tanaman. Hasil penelitian Koenning *et al.*, (2003), mengungkapkan terjadinya potensi nematisidal produk organik yang digunakan sebagai amandemen tanah. Ketika dimasukkan ke dalam tanah, substrat organik mengalami dekomposisi yang dimediasi secara biologis untuk melepaskan NH_4^+ , formaldehida, fenol dan asam lemak yang mudah menguap di antara senyawa lain (Wang *et al.*, 2004). Keterlibatan mikroorganisme tanah dalam pengendalian nematoda di tanah, namun kenyataannya bahwa iradiasi tanah mengganggu efek nematisidal dari amandemen bahan organik (Kaskavalci, 2007). Keberadaan mikroorganisme antagonis diharapkan mampu meningkatkan efek nematisidal pada bahan organik. Produk bionematisida berupa kompos pupuk kandang yang diperkaya jamur antagonis diharapkan mampu mengendalikan

serangan NPA. Penggunaan pupuk kandang dengan takaran yang tepat juga akan meningkatkan kesuburan fisik, kimia dan biologi tanah. Penelitian bertujuan untuk melihat kemampuan masing-masing jenis bionematisida pada berbagai takaran dalam menekan serangan NPA *Meloidogyne incognita*

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Palembang, dimulai dari bulan Maret sampai dengan Juli 2018, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah 4 jenis bionematisida berupa kompos pupuk kandang ayam tanpa jamur antagonis (B₁), dan yang diperkaya 3 jenis jamur antagonis yang terdiri dari *Aspergillus* 2 (B₂), *Aspergillus* 6 (B₃), dan *Trichoderma* (B₄). Isolat jamur antagonis yang digunakan merupakan isolat yang berasal dari pertanaman sayuran dataran rendah Sumatera Selatan yang telah diseleksi. Faktor kedua adalah perlakuan tiga tingkat takaran bionematisida (100, 200, 300) g per 10 kg tanah.

Pembuatan bionematisida berupa kompos pupuk kandang kotoran ayam yang diperkaya jamur antagonis. Pupuk kandang ayam diayak lalu disterilkan dengan uap panas selama 1 jam dan didinginkan. Pupuk kandang dicampur dengan rumput segar yang telah dicacah dengan takaran 4 takaran pupuk kandang dengan 1 takaran rumput segar, lalu diaduk secara merata. Tambahkan air hingga lembab, diberi larutan gula dan EM4, lalu kompos dimasukkan dalam wadah kering dan tertutup rapat, letakkan pada tempat yang tidak terkena hujan dan sinar matahari langsung. Setiap 4 hari kompos dibuka dan dibalik-balik agar dekomposisi bahan organik merata. Setelah kompos berumur 2 minggu diinokulasi dengan starter masing-masing jamur antagonis secara aseptis. Kompos kemudian ditutup rapat dan diinkubasikan pada suhu ruang hingga berumur 40 hari.

Media tanam berupa tanah steril ditimbang sebanyak 10 kg, lalu dimasukkan dalam polibag. Bionematisida berupa kompos pupuk kandang diperkaya jamur antagonis sebanyak 4 jenis dicampur dengan media tanam sesuai dengan perlakuan takaran yaitu sebanyak 100, 200, dan 300g kompos per 10 kg tanah. Seminggu kemudian bibit tomat yang berumur 3 minggu dipindah ke polibag. Investasi nematoda dilakukan satu minggu setelah tanaman tomat dipindah ke polibag dengan menginvestasi suspensi larva instar 2 NPA *M. incognita* masing-masing sebanyak 2.000 larva yang diletakkan pada media tanam di sekitar perakaran.

Analisis data dilakukan dengan melakukan analisis sidik ragam untuk Rancangan Acak Lengkap Faktorial yang dilanjutkan dengan Uji lanjut menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

HASIL

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis bionematisida berupa kompos pupuk kandang diperkaya jamur antagonis dan takaran bionematisida serta interaksinya berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah puru pada akar, tinggi tanaman, berat berangkasan basah, dan jumlah cabang. Hasil Uji F perlakuan jenis bionematisida, takaran pemberian dan interaksinya (Tabel 1). Hasil uji lanjut pengaruh perlakuan jenis bionematisida berupa kompos pupuk kandang ayam yang diperkaya dengan berbagai jamur antagonis pada tiga takaran (Tabel 2).

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata jumlah puru pada akar terendah terdapat pada tanaman tomat yang diaplikasi bionematisida berupa kompos pupuk kandang ayam

diperkaya jamur *Aspergillus* 2 pada takaran 300 g per 10⁷ kg tanah (B₂T₃), yaitu sebanyak 22,67 puru dan yang tertinggi adalah pada perlakuan tanpa jamur antagonis pada takaran 100g (B₁T₁), yaitu sebanyak 53,23 puru. Rata-rata tinggi tanaman, berat berangkasan basah, dan berat buah yang tertinggi juga terdapat pada kombinasi perlakuan B₂T₃ sedangkan yang terendah pada kombinasi perlakuan B₁T₁.

Tabel 1. Hasil uji F perlakuan jenis bionematisida, takaran dan interaksinya terhadap jumlah puru, tinggi tanaman, berat berangkasan basah dan berat buah per tanaman

Peubah yang diamati	Perlakuan			Koefisien keragaman (%)
	B	T	Interaksi	
Jumlah puru	**	**	**	4,28
Tinggi tanaman (cm)	**	**	**	2,82
Berat berangkasan basah (g)	**	**	**	6,42
Berat buah per tanaman (g)	**	**	**	7,57

Keterangan:: ** = Berpengaruh sangat nyata
 B = Jenis bionematisida
 T = Takaran pemberian
 I = Interaksi

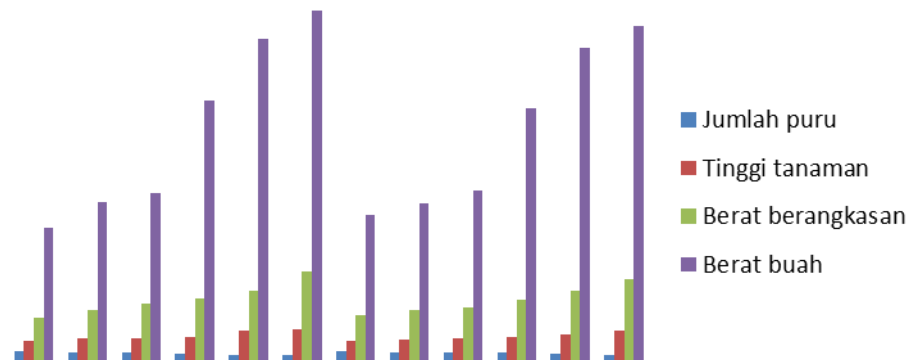
Tabel 2. Pengaruh perlakuan jenis dan takaran bionematisida terhadap jumlah puru akar dan pertumbuhan tanaman tomat

Perlakuan jenis bionematisida (B) pada berbagai takaran (T)	Jumlah puru	Tinggi Tanaman (cm)	Berat Berangkasan Basah (g)	Brtar Buah (g)
B ₁ T ₁	53,23 g	105,00 a	224,67 a	697,00 a
B ₁ T ₂	47,00 e	116,00 bc	265,33 c	830,67 c
B ₁ T ₃	46,33 e	120,00 de	298,67 de	877,33 c
B ₂ T ₁	46,67 e	125,67 f	327,00 f	1354,00 e
B ₂ T ₂	32,67 b	157,33 hi	374,00 g	1678,67 f
B ₂ T ₃	27,67 a	161,33 i	469,00 i	1826,67 h
B ₃ T ₁	51,00 f	107,00 a	235,67 ab	762,00 b
B ₃ T ₂	45,00 e	113,67 b	262,67 bc	820,00 c
B ₃ T ₃	41,33 d	117,00 bcd	276,00 cd	889,33 d
B ₄ T ₁	47,00 e	122,00 ef	318,67 ef	1316,33 e
B ₄ T ₂	38,33 c	135,00 g	363,67 g	1634,67 f
B ₄ T ₃	32,33 b	156,00 h	426,56 h	1743,00 g
BNT 0,05	2,15	4,29	24,61	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata pada taraf 5%

Hasil Uji BNT untuk parameter jumlah puru menunjukkan bahwa perlakuan B₂T₃ berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya. Tinggi tanaman pada kombinasi perlakuan B₂T₃ tidak berbeda nyata dengan B₄T₃, tetapi berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya. Berat berangkasan basah dan berat buah per tanaman pada kombinasi perlakuan B₂T₃ berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya. Makin sedikit jumlah puru pada akar tanaman cenderung meningkatkan tinggi tanaman, berat berangkasan basah

dan serta buah per tanaman tomat. Gambaran tentang pengaruh perlakuan jenis bionematisida dan takaran biomematisida (Gambar 1).



Gambar 1. Pengaruh jenis dan takaran bionematisida terhadap jumlah puru, pertumbuhan dan produksi tomat

PEMBAHASAN

Rata-rata jumlah puru pada akar tanaman tomat yang diaplikasikan dengan bionematisida berupa kompos pupuk kandang ayam diperkaya jamur *Aspersillus 2* pada takaran 300 g per 10 kg tanah (B_2T_3) adalah terendah dan berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya. Rendahnya jumlah puru pada kombinasi perlakuan B_2T_3 terjadi karena jamur *Aspergillus 2* menghasilkan senyawa antibiosis yang memiliki daya nematisidal lebih tinggi dibandingkan jamur antagonis lainnya. Menurut Khan *et al.* (2010), bahwa jamur *Aspergillus* merupakan salah satu jamur antagonis yang dapat berperan sebagai biopestisida dan biofertilizer. Jamur ini menghasilkan zat berupa antibiotik dan senyawa metabolit sekunder yang mampu menekan perkembangan patogen. Hal ini terjadi karena jamur *Aspergillus* menghasilkan senyawa yang meracuni dan membunuh NPA. Proses penghambatan oleh jamur *Aspergillus* terjadi karena jamur ini menghasilkan enzim kitinase dan β -1,3 glucanase (Laminarinase) yang mampu memecah komponen dinding sel patogen (Bosch *et al.*, 2010).

Substrat organik ketika ditambahkan ke dalam tanah mengalami dekomposisi oleh mikroorganisme yang akan melepaskan NH_4^+ , formaldehida, fenol, dan asam lemak yang mudah menguap dibandingkan senyawa lainnya (Wang *et al.*, 2004). Selain itu jamur saprofit dan endofit bersinergi dalam menginduksi ketahanan tanaman. Mekanisme induksi ketahanan tanaman terhadap nematoda dapat terjadi melalui peningkatan asam salisilat, peroksidase, dan senyawa fenolik (Harni dan Munif, 2012). Pupuk kandang ayam merupakan substrat yang paling baik bagi pertumbuhan jamur antagonis. Efikasi pengendalian biologis berupa amoniak ditemukan dalam kotoran ayam setara dengan 1,3-D, kloroprin, metam-natrium, cadusafos, atau metam-natrium (Yucel *et al.*, 2002; Koenning *et al.*, 2003).

Selain pada kompos kotoran ayam yang diperkaya jamur *Aspergillus 2*, pada kompos pupuk kandang ayam diperkaya jamur *Trichoderma* juga mampu menurunkan jumlah puru pada akar dibandingkan jamur *Aspergillus 6* dan tanpa jamur antagonis. Jamur *Trichoderma* sp. adalah salah satu jamur antagonis yang sering digunakan sebagai agens pengendali hayati. Mekanisme antagonistik jamur *Trichoderma* meliputi

kompetisi, parasitasi, antibiosis dan reaksi enzimatik. Jamur ini berpotensi sebagai parasit karena menghasilkan enzim hidrolitik berupa β -1,3 glukukanase, β -1,6 glukukanase, khitinase, dan protease yang berperan dalam mempenetrasi inang (Kullnig *et al.*, 2000). Jamur *Trichoderma* sp. mampu memproduksi asam organik, seperti asam *glicinic*, asam *citric* atau asam *fumaric* yang menurunkan pH tanah, dan solubilisasi posfat, mikronutrient dan kation mineral seperti besi, mangan, dan magnesium, yang bermanfaat untuk metabolisme tanaman (Saba *et al.*, 2012). Hasil pengujian daya nematisidal secara *in vivo* bahwa jamur *Trichoderma* mampu menurunkan populasi NPA dan jumlah puru pada akar masing-masing sebesar 53,53 dan 49,85 % dibandingkan kontrol (Winarto, 2005). Naserinasab *et al.* (2011) menyatakan bahwa jamur *T. harzianum* menghasilkan peroksidase dan berperan dalam meningkatkan kemampuan tanaman tomat dalam ketahanannya menghadapi infeksi nematoda puru akar *M. javanica*

Sebaliknya dengan jamur *Aspergillus* 6, justru menghasilkan jumlah puru yang lebih banyak dibandingkan jamur antagonis lain kecuali pada kompos yang tidak diperkaya jamur antagonis. Hal ini terjadi karena pertumbuhan jamur antagonis pada media jagung sebagai starter yang digunakan dalam pembuatan bionematisida tidak tumbuh dengan baik. Pertumbuhan jamur pada media sangat lambat, dimana pada hari ketujuh setelah inkubasi hanya 83% media yang terinfeksi sedangkan infeksi jamur *Trichoderma* pada media sebesar 100% sudah dicapai pada hari kelima dan pada jamur *Aspergillus* 2 dicapai pada hari keenam. Selain itu inokulasi jamur *Aspergillus* 6 pada media jagung merubah media menjadi lembab dan menggumpal. Perlu kiranya untuk mencari media alternatif bagi pertumbuhan jamur antagonis dalam pembuatan starter jamur antagonis.

Peningkatan takaran pemberian bionematisida mampu menurunkan jumlah puru pada akar tanaman secara signifikan. Hal ini terjadi karena semakin tinggi takaran pemberian bionematisida akan meningkatkan kandungan antibiotik dan senyawa-senyawa organik yang bersifat nematisidal pada media tanam. Peningkatan takaran dari 100 g menjadi 300 g bionematisida per 10 kg tanah meningkatkan kandungan senyawa tersebut hingga 3 kali lipat. Hal ini tentu saja akan meningkatkan mortalitas larva nematoda yang diinvestasikan pada media tanam dan rendahnya populasi nematoda yang masuk, bertahan hidup dan menginfeksi akar. Akibatnya makin tinggi takaran bionematisida yang diberikan maka akan menurunkan jumlah puru yang terbentuk pada akar.

Pada kombinasi perlakuan B₂T₃ dan B₄T₃ dengan rata-rata jumlah puru akar yang lebih rendah ternyata menghasilkan tinggi tanaman, berat berangkas basah, dan berat buah yang lebih tinggi dibandingkan kombinasi perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena adanya hubungan antara jumlah puru pada akar dengan pertumbuhan dan produksi tanaman. Peningkatan jumlah puru pada akar akan menghambat proses absorpsi dan translokasi air dari akar ke bagian atas tanaman sehingga mengganggu proses fotosintesis pada tanaman. Selain itu, beberapa jamur rizosfer juga membantu pertumbuhan tanaman melalui berbagai mekanisme seperti peningkatan penyerapan nutrisi, sebagai kontrol biologi terhadap serangan patogen, dan juga menghasilkan hormon pertumbuhan bagi tanaman (Chanway, 1997).

Selain berperan sebagai agens biokontrol, jamur antagonis juga dapat berperan sebagai dekomposer yang menghasilkan senyawa atau unsur-unsur tertentu yang dapat meningkatkan kesuburan tanah dan memacu pertumbuhan tanaman (Khan *et al.*, 2010; Song *et al.*, 2010). Kelebihan dari *Trichoderma* sebagai agens pengendali hayati adalah beberapa spesies jamur ini menghasilkan zat pengatur tumbuh (Meyer *et al.*, 2001). Jamur *T. harzianum* menghasilkan peroksidase yang berperan untuk meningkatkan ketahanan tanaman tomat terhadap infeksi NPA *M. javanica* (Naserinasab *et al.*, 2011). Selain itu, jamur *T. harzianum* juga dapat meningkatkan pertumbuhan akar dan batang bibit

tanaman tomat pada enam minggu setelah aplikasi (Ozbay *et al.*, 2004). Hasil analisa kandungan NPK pada kompos pupuk kandang ayam diperkaya jamur *Aspergillus* 2 masing-masing sebesar 1,76, 2,30, 2,46, sedangkan pada kompos pupuk kandang ayam diperkaya jamur *Trichoderma* dan *Aspergillus* 6 masing-masing sebesar 1,37, 1,91, 1.94 dan 1,43, 2,0, 1,73.

KESIMPULAN

Bionematisida berupa kompos pupuk kandang ayam diperkaya jamur *Aspergillus* 2 asal pertanian sayuran dataran rendah Sumatera Selatan lebih mampu menekan serangan nematoda puru akar serta meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Peningkatan takaran bionematisida dari 100 menjadi 200 dan 300 g 10⁻² kg tanah mampu menekan serangan serta meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Pemberian kompos pupuk kandang ayam diperkaya jamur *Aspergillus* 2 pada takaran 300 g 10⁻² kg tanah paling mampu dalam menekan serangan serta meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman..

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah memberikan dukungan dana melalui Hibah Penelitian Strategis Nasional Institusi Tahun Anggaran 2018 dan Fakultas Pertanian Universitas Palembang yang telah memberikan dukungan sarana dan prasarana selama pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Agyarko K, Asante JS. 2005. Nematode dynamics in soil amended with neem leaves and Poultry manure. *Asian J. Plant Sci.* 4: 426-428.
- Amaria W, Taufik E, Harni R. 2013. Seleksi dan identifikasi jamur antagonis sebagai agens hayati jamur akar putih (*Rigidoporus microporus*) pada tanaman karet. *Bulletin RISTRI* 4(1): 1-8.
- Bosch O, Igeleke CA, Omorosi VI. 2010. In Vitro Microbial Control org Pathogenic *Schlerotium rolfsii*. *Int. J. Agric. Biol.* 12: 474-476.
- Chanway CP. 1997. Inoculation of Tree Rootswith Plant Growth Promoting Bacteria: AnEmerging technology for reforestation, *Forest Science* 43: 96-112.
- Harni R, Munif A. 2012. Pemanfaatan agens hayati endofit untuk mengendalikan penyakit kuning pada tanaman lada. *Bull. RISTRI.* 3(3):201-206.
- Kaskavalci G. 2007. Effects of soil solarization and organic amendment treatments for controlling *Meloidogyne incognita* in tomato cultivars in Western Anatolia. *Turk. J. Agric. For.* 31: 159-167.
- Khan A, Williams KL, Nevalainen HKM. 2010. Effects of *Paecilomyces lilacinus* protease and chitinase on the eggshell structures and hatching of *Meloidogyne javanica* juveniles. *Biological Control.* 31(3):346-52.
- Koenning SR, Edmisten KL, Barker KR, Bowman DT, Morrison DE. 2003. Effects of rate and time of application of poultry litter on *Hoplolaimus Columbus* on cotton. *Plant Dis.*, 87: 1244-1249.
- Kullnig C, Mach RL, Lorito M, Kubicek CP. 2000. Enzyme diffusion from *Trichoderma atroviride* (= *T. harzianum* P1) to *Rhizoctonia solani* is a prerequisite for triggering

- of *Trichoderma ech42* gene expression before mycoparasitic contact. *Appl. Environ. Microbiol.* 66:2232-2239.
- Meyer SLF, Roberts DP, Chitwood DJ, Carta LK, Lumsden RD, Mao W. 2001. Application of *Burkholderia cepacia* and *Trichoderma virens*, alone and in combinations, against *Meloidogyne incognita* on bell pepper. *Nematropica* 31:75–86.
- Naserinasab F, Sahebani N, Etebarian HR. 2011. Biological control of *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum* BI and salicylic acid on tomato. *African Journal of Food Science.* 5: 276–280.
- Ozbay N, Newman SE, Brown WM. 2004. The effect of the *Trichoderma harzianum* Strains on the growth of tomato seedlings. *Proceeding XXVI IHC- Managing Soil-Borne Pathogens.* Fort Collins, Colo. USA
- Saba H, Vibhash D, Manisha M, Prashant KS, Farhan H. 2012. *Trichoderma*– a promising plant growth stimulator and biocontrol agent. *Mycosphere* 3(4): 524–531. NPK terhadap Ketersediaan N dan Hasil tanaman padi sawah (*Oryza sativa* L.) di Waelo kecamatan Waeapo Kabupaten Buru. *Agrologia.* 1(1): 81-90.
- Soesanto, L., Mugiastuti, E., Rahayuniati, R.E., Dewi, R.S. 2013. Uji Kesesuaian Empat Isolat *Trichoderma* spp. dan Daya Hambat In Vitro Terhadap Beberapa Patogen Tanaman. *Jurnal HPT Tropika.* 13(2): 117-123.
- Song F, Tian X, Fan X, He X. 2010. Decomposing ability of filamentous fungi on litter is involved in a subtropical mixed forest. *Mycologia* 102 (1): 20–26. DOI: 10.3852/09-047.
- Timm L, Pearson D, Jaffee B. 2001. Nematode-trapping fungi in conventionally and organically managed corn-tomato rotations. *Mycologia*, 93: 25-29.
- Wang, Koon-Hui. 2002. Nematode-Antagonistic Fungi. <http://agroecology.ifas.ufl.edu/Beneficiaal1%20oil20fungi.htm> .(14 Juli 2017).
- Winarto T. 2010. Aktivitas antagonistik dan karakteristik jamur yang berasosiasi dengan ndac. nematoda bengkak akar (*Meloidogyne spp.*) pada tanaman tomat. [Resipotary unand.ac/6460/1/artikel.pdf](http://resipotary.unand.ac/6460/1/artikel.pdf). (10 Maret 2016).
- Winarto T. 2005. Potensi jamur antagonis dari rizosfer sebagai agens hayati untuk mengendalikan nematoda puru akar. *Penelitian Dosen Muda (BBI).* Dikti. 26 halaman.
- Yucel S, Elekcioglu IH, Uludag A, Can C, Sogut MA, Ozarslandan A, Aksoy E. 2002. The second year results of Methyl Bromide alternatives in the Eastern Mediterranean. *Proceedings of the Annual International Research.*