

Pengendalian Hayati Nematoda Puru Akar pada Pertanaman Jambu Biji Kristal di Lampung

Biological Control of Root Knot Nematode on Guava Plantation in Lampung

I.G. Swibawa^{1*)}, Y. Fitriana¹, Solikhin Solikin¹, R. Suharjo¹, E. Monica²,
& R.A. Wardhana³

¹Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Lampung

²Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung

³PT GGP, Lampung

*Penulis untuk korespondensi: igede.swibawa@fp.unila.ac.id

Sitasi: Swibawa IG, Fitriana Y, Solikhin S, Suhajo R, Monica E, Wardhana RA. 2020. Pengendalian hayati nematoda puru akar pada pertanaman jambu biji Kristal di Lampung. *In: Herlinda S. et al. (Eds.) Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-8 Tahun 2020, Palembang 20 Oktober 2020. pp. 457-465* Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).

ABSTRACT

One of the main problem in guava cultivation is root knot nematodes (*Meloidogyne* sp.). Synthetic nematicides was not suitable for controlling of nematodes on guava because of their side effect on environment and health. Therefore, it was necessary to search the alternative control technique. This research aim was to study the *Purpureocillium lilacinum* bionematicide to control root knot nematode on Kristal guava plantation. Field experiment with Block Experimental Design with five block was conducted in Kristal guava plantation belonging PT GGP-PG4 East Lampung, from January until May 2020. Four treatment were applied consisted of bionematicide, bionematicide plus compost, synthetic Carbofuran nematicide, and check without treatment. New shoot formation data were plotted on histogram graph, while analyses of variance was applied for root damage and nematode population and LSD test was used for mean separation by R-studio program on 5% significance level. The results show that application of *P. lilacinum* bionematicide solely or composed with compost were effective to control root knot nematodes on Kristal guava plantation. It was recommended to use bionematicides *P. lilacinum* plus compost to control plant parasitic nematodes for various cultivated plants.

Keywords: bionematicide, *meloidogyne*, *purpureocillium lilacinum*

ABSTRAK

Salah satu masalah dalam budidaya jambu biji Kristal adalah Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* sp.). Pengendalian secara kimiawi menggunakan nematisida kimiawi tidak cocok untuk jambu biji Kristal karena efek sampingnya pada lingkungan dan kesehatan. Oleh karena itu, perlu dicari teknik pengendalian alternatif. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari penggunaan bionematisida berbahan aktif jamur *Purpureocillium lilacinum* untuk mengendalikan nematoda puru akar pada pertanaman jambu biji Kristal. Percobaan lapangan dengan rancangan Acak Kelompok 5 blok dilakukan di kebun jambu biji Kristal

Editor: Siti Herlinda et. al.

ISBN: 978-979-587-903-9

Penerbit: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI)

PT GGP-PG4 Lampung Timur, bulan Januari sampai Mei 2020. Empat perlakuan yang dicobakan yaitu aplikasi bionemtisida, bionematisida plus kompos, nematisida Carbofuran dan tanpa perlakuan sebagai kontrol. Data pembentukan tunas baru diplotkan dalam grafik, sedangkan kerusakan akar dan populasi nematoda dianalisis ragam kemudian dilanjutkan pemisahan nilai tengah menggunakan diuji BNT pada taraf nyata 5% menggunakan program R-studio. Hasil penelitian menunjukkan aplikasi bionematisida berbahan aktif *P. lilacinum* secara tunggal maupun dicampur dengan kompos efektif mengendalikan nematoda puru akar pada pertanaman jambu biji kristal. Dianjurkan untuk menggunakan bionematisida *P. lilacinum* dicampur kompos untuk mengendalikan nematoda berbagai tanaman.

Kata kunci: bionematisida, *meloidogyne. purpureocillium lilacinum*

PENDAHULUAN

Pertanaman jambu biji Kristal yang merupakan tanaman hortikultura penting di Lampung mendapat gangguan serius oleh nematoda puru akar (*Meloidogyne* sp.). Nematoda yang merusak sistem perakaran ini menyebabkan transportasi nutrisi dan air dari dalam tanah ke seluruh bagian tanaman melalui akar terganggu. Akibatnya tanaman jambu tidak tumbuh normal yang menurunkan kuantitas dan kualitas produksi. Produksi potensial jambu biji Kristal mencapai 20,76 ton/ha/tahun (Dirjen Hortikultura, 2015), namun di PT NTF Lampung Timur jambu biji kristal berproduksi 10 ton/ha/tahun (Widodo, *et al.* 2010). Produksi jambu yang rendah ini salah satu penyebabnya adalah serangan nematoda puru akar (Swibawa *et al.*, 2017).

Serangan nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) pada jambu biji kristal juga menjadi masalah di berbagai negara. Kualitas dan kuantitas produksi tanaman jambu biji Kristal di Malaysia rendah karena serangan nematoda puru akar, yang menyerang pertanaman di berbagai wilayah (Razak and Lim, 1987). Demikian pula di Uttar Pradesh India, nematoda puru akar menyerang dan menurunkan produksi tanaman jambu biji Kristal (Ansari and Khan, 1994). Di Amerika Latin seperti di Brasilia hampir sepertiga pertanaman jambu biji mengalami kekerdilan karena kompleks penyakit serangan nematoda puru akar dan jamur *Fusarium* (Gomes *et al.*, 2011), demikian juga di Costa Rica jambu bijinya terserang nematoda puru akar (Humphreys *et al.*, 2012).

Penggunaan nematisida kimiawi untuk pengendalian nematoda puru akar pada pertanaman jambu biji Kristal sedapat mungkin dihindari. Buah jambu biji Kristal dimakan dalam bentuk segar tanpa melalui pengolahan. Oleh karena itu, residu pestisida seperti nematisida kimiawi yang terbawa buah dapat membahayakan kesehatan. Nematisida non-fumigan bersifat sistemik, modus kerja semacam ini memungkinkan racun nematisida terangkut sampai ke buah dan terakumulasi menjadi residu pada aras yang membahayakan bagi kesehatan manusia (Ebone *et al.*, 2019). Selain membahayakan kesehatan manusia, penggunaan nematisida butiran seperti Carbamat dan Organofosfat dilarang karena toksik terhadap biota non-target (Watson and Desaeger, 2019). Oleh karena itu, perlu ditemukan teknik pengendalian alternatif terhadap populasi nematoda puru akar pada pertanaman jambu biji Kristal yang ramah lingkungan dan kesehatan manusia.

Salah satu teknik pengendalian nematoda parasit tumbuhan yang ramah lingkungan dan kesehatan manusia adalah pengendalian hayati. Pengendalian hayati adalah pemanfaatan musuh alami atau biota antagonis untuk mengendalikan populasi nematoda puru akar (Jatala, 1986 ; Yankova, *et al.*, 2014;). Penggunaan biota antagonis untuk mengendalikan populasi nematoda puru akar telah banyak diterapkan (Zakaria *et al.*, 2013; Noweer and Aboul-Eid, 2013; Usman and Siddiqui, 2012). Diantara biota antagonis yang banyak dimanfaatkan sebagai agensia hayati pengendalian nematoda adalah jamur parasit nematoda (Sharma and Pandey, 2009). *Purpleocillium lilacinum* adalah salah satu spesies jamur parasit telur nematoda puru akar, jamur ini sebelumnya dikenal sebagai *Paecilomyces lilacinus* (Luangsa-Ard *et al.*, 2011) yang diketahui efektif mengendalikan nematoda puru akar (Sarven *et al.*, 2019).

Beberapa isolat jamur *Purpleocillium lilacinum* telah berhasil diisolasi dari telur nematoda puru akar yang menyerang jambu biji Kristal di Lampung. Hasil pengujian *in-vitro* dan tingkat rumah kaca menunjukkan isolat-isolat jamur tersebut memiliki patogenisitas tinggi terhadap nematoda puru akar (Swibawa *et al.*, 2020). Selain itu, bionematisida berbahan aktif jamur *P. lilacinum* dari Lampung ini telah berhasil dibuat menggunakan bahan campuran limbah pertanian padat berupa bonggol pisang, kulit ubikayu, dan beras dengan sedikit campuran kulit udang. Namun demikian perlu dipelajari bagaimana keefektifan bionematisida jamur *P. lilacinum* sebagai pengendali hayati nematoda puru akar pada pertanaman jambu.

BAHAN DAN METODE

Percobaan tingkat lapangan dilakukan di PT GGP-PG4 yang berlokasi di Desa Rajabasa Lama, Kecamatan Labuhan Ratu, Kabupaten Lampung Timur. Proses laboratorium dilakukan di Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penelitian berlangsung November 2019 sampai Mei 2020.

Percobaan dilakukan pada hamparan pertanaman jambu biji Kristal Blok 412-C2, seluas 2,8 ha dengan populasi 3.318 tanaman berumur 8 tahun. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), terdiri dari lima kelompok dan empat perlakuan, pengelompokan berdasarkan posisi baris tanaman. Perlakuan yang dicobakan yaitu: 1) Kontrol atau tanpa perlakuan bionematisida dan nematisida kimiawi, 2) aplikasi bionematisida dosis 1000 g per tanaman, 3) aplikasi bionematisida + kompos bromalin dengan dosis 1000 g bionematisida + 1000 g kompos bromalin per tanaman, dan 4) nematisida kimiawi berbahan aktif Carbofuran 100 g per tanaman. Bionematisida terbuat dari campuran limbah pertanian bonggol pisang + kulit ubi ubikayu + beras + kulit udang yang digiling sehingga berukuran butiran 2 mm dengan bahan aktif jamur *Purpleocillium lilacinum* isolat B01TG.

Pada hamparan pertanaman jambu biji Kristal Blok 412-C2 ditetapkan 10 baris tanaman sebagai plot percobaan yang terletak pada sisi timur. Pada hamparan pertanaman ini dipilih 5 baris tanaman sebagai blok, setiap blok diselingi oleh satu baris tanaman. Pada setiap blok dipilih secara acak sistematis empat tanaman sebagai satuan percobaan. Pada setiap satuan percobaan perlakuan diaplikasikan dengan cara menaburkannya pada lubang melingkarai pangkal batang jari-jari 50 cm dengan kedalaman ± 10 cm. Setelah ditaburi

perlakuan lubang ditutup kembali dengan tanah. Pemeliharaan tanaman di antara pemangkasan dilakukan seperti yang biasa dilakukan di perusahaan.

Pengamatan dilakukan dua kali yaitu satu dan dua bulan setelah aplikasi perlakuan. Variabel yang diamati meliputi pembentukan tunas baru, kerusakan akar, populasi nematoda dalam tanah dan akar. Pembentukan tunas baru ditandai oleh munculnya tunas berdaun tiga lembar. Pengamatan populasi nematoda dan kerusakan akar dilakukan dengan mengambil sampel tanah dan sampel akar pada lima titik sub-sampel berposisi melingkari batang tanaman dengan jari-jari 50 cm menggunakan auger pada kedalaman 0-20 cm. Tanah atau akar dari titik sub-sampel kemudian dicampur sebagai sampel komposit, diwadahi kanung plastik bening sebanyak ± 1 kg sampel tanah dan ± 10 g untuk sampel akar. Sampel ini kemudian dibawa ke laboratorium untuk proses ekstraksi nematoda dan pengukuran kerusakan akar.

Nematoda dari 300 cc tanah diekstraksi menggunakan metode penyaringan bertingkat dan sentrifugasi dengan larutan gula, sedangkan nematoda dari 5 g akar yang telah dimaserasi menggunakan blender diekstraksi menggunakan metode Baermann yang dimodifikasi (Hooper *et al.*, 2005). Larutan gula dibuat dari 500 g gula pasir yang dilarutkan dalam air sehingga menghasilkan 500 larutan (Gafur & Swibawa, 2004). Nematoda dalam suspensi dimatikan dengan pemanasan sampai 60°C, kemudian difiksasi dengan larutan golden X, sehingga nematoda berada dalam 3% formalin (Hooper *et al.*, 2005). Suspensi nematoda ditampung dalam vial dan volumenya dibuat menjadi 10 cc.

Nematoda dalam suspensi dihitung di bawah mikroskop stereo binokuler pada perbesaran 60 kali. Penghitungan dilakukan beberapa kali menggunakan cawan Petri bergaris yang dituangi 3 ml suspensi. Nematoda dipisahkan menjadi nematoda puru akar dan nematoda lainnya. Populasi nematoda puru akar dari tanah dinyatakan dalam individu per 300 cc tanah, sedangkan nematoda dari akar dinyatakan dalam individu per 5 g akar.

Kerusakan akar diamati sebelum akar digunakan untuk diekstraksi nematoda dalam akar dengan memberi skor puru. Skor puru berkisar 0-5, berdasarkan persentasi puru. Skor 0 diberikan untuk akar sehat atau puru 0%, skor 1 untuk akar berpuru 1-10%, skor 2 = 11-20%, 3 = 21-50%, 4 = 51-80%, dan skor 5 = 81-100% akar berpuru (Barker, 1985). Data dianalisis ragam dan pemisahan nilai tengah diuji BNT menggunakan program R-studio pada taraf signifikansi 5%.

HASIL

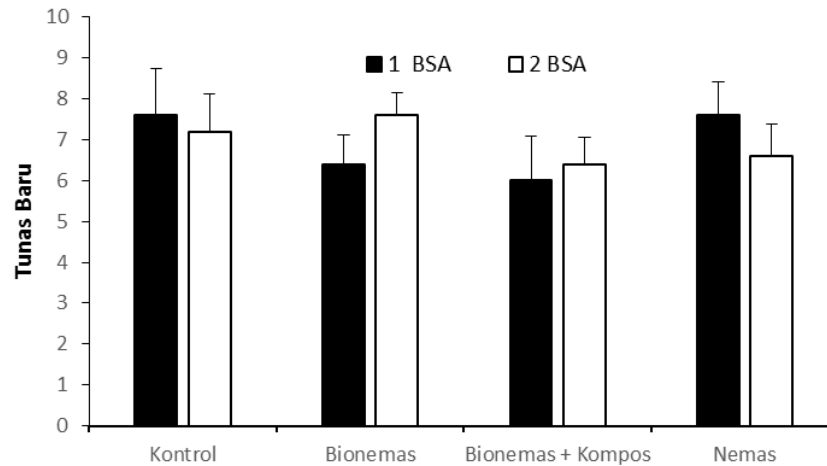
A. Pembentukan Tunas Baru

Pembentukan tunas baru pada jambu biji Kristal terjadi setelah pemangkasan yang dilakukan secara berkala. Pada percobaan ini, perlakuan bionematisida tidak mempengaruhi pembentukan tunas baru. Pada Gambar 1 tampak bahwa pembentukan tunas baru tanaman jambu Kristal 1 bulan setelah aplikasi (bsa) perlakuan bionematisida rata-rata 6,7 tunas, sedangkan tunas baru yang terbentuk pada tanaman yang diberi perlakuan bionematisida puls kompos, tanaman yang diberi perlakuan nematisida kimiawi Carbofuran dan tanaman kontrol yang secara berurutan yaitu 6,5 tunas, 8 tunas dan 9 tnnas.

Pada Gambar 1 juga tampak pembentukan tunas baru setelah 2 bsa. Pembentukan tunas baru pada tanaman kontrol rata-rata 7,2 tunas, pada tanaman yang diberi perlakuan

bionematisida sebesar 7,6 dan pada tanaman yang diberi perlakuan bionematisida plus kompos 6,4, serta pada tanaman yang dengan perlakuan nematisida kimiawi 6,6 tunas.

Apabila dilihat pembentukan tunas 1 bsa dan 2 bsa, maka tampak terjadi penurunan pembentukan tunas pada tanaman kontrol dan tanaman yang diberi berlakuan nematisida kimiawi. Sebaliknya, pada tanaman yang diberi perlakuan bionematisida dan bionematisida plus kompos, terjadi penambahan pembentukan tunas baru (Gambar 1).



Gambar 1. Tunas baru tanaman jambu biji Kristal (Mean ± SE) setelah diberi aplikasi; BSA = bulan setelah aplikasi bionematida; Kontrol = tanpa perlakuan; Bion= binonematisida; Bion+Kps = bionematisida plus kompos; Nemas = nematisida Carbofuran.

B. Kerusakan Tanaman

Secara umum kerusakan akar tanaman karena serangan nematoda puru akar masih dalam kategori sedang yaitu indeks puru 2,4 – 2,8, dari skala puru 0 – 5 (Tabel 1). Ketika tanaman 1 bsa indeks puru akar tanaman kontrol sebesar 2,8, sementara indeks puru akar tanaman dengan perlakuan bionematisida dan nematisida kimiawi sama yaitu masing-masing 2,4. Pada waktu 2 bsa, indeks puru akar tanaman kontrol 2,4, sedangkan indeks puru tanaman dengan bionematisida 2,0 dan tanaman dengan bionematisida plus kompos 2,4. Nilai indeks puru akar sebesar 2 menunjukkan akar tanaman berpuhu 11-20%, yang masih dalam kategori rusak ringan. Tanaman yang dengan indeks puru 5 akarnya berpuhu 81-100% dari seluruh akar (Barker, 1985), tergolong rusak parah.

Tabel 1. Kerusakan akar tanaman (indeks puru akar) tanaman satu dan dua bulan setelah diberi perlakuan

Pelakuan	Indeks Puru akar (0-5)	
	1 bsa	2 bsa
Kontrol	2,8±0,4	2,4±0,4
Bionematisida	2,4±1,0	2,0±0,8
Bionematisida + Kompos	2,6±0,8	2,4±0,4
Nematisida Carbofuran	2,4±1,0	2,4±0,4
F Hitung	0,22 ns	0,47ns

Keterangan: bsa = bulan setelah aplikasi; ns= tidak nyata menurut uji F pada taraf 5%.

C. Populasi Nematoda

Populasi nematoda puru akar (NPA) J-2 dalam akar tanaman jambu biji Kristal nyata ($P < 0,05$) dipengaruhi oleh perlakuan nematisida ketika 2 bsa tetapi tidak nyata ketika 1 bsa. Pada Tabel 2 tampak ketika 1 bsa, populasi NPA J-2 dalam akar pada tanaman jambu tanpa perlakuan atau kontrol sebesar 556,6 individu per 5 g akar, pada tanaman yang diberi perlakuan bionematisida 428,4 individu per 5 g akar dan tanaman yang diberi perlakuan bionematisida plus kompos 2323 indiv per 5 g akar. Ketika 2 bsa populasi NPA pada tanaman kontrol sebesar 537,4 individu per 5 g akar, lebih tinggi daripada populasi NPA pada tanaman yang diberi perlakuan bionematisida yaitu 200,65 individu per 5 g akar, sedangkan pada pertanaman yang diberi perlakuan nematisida kimiawi dan bionematisida plus kompos yaitu berurutan 327,6 dan 219,8 individu per 5 g akar. Data ini mengindikasikan bahwa perlakuan bionematisida berbahan aktif *P. lilacinum* mampu menekan populasi NPA J-2 di dalam akar (Tabel 2).

Tabel 2. Populasi nematoda puru akar (J-2) dalam akar pertanaman jambu yang diaplikasi nematisida

Perlakuan	Populasi (indiv / 5 g akar)	
	1 bsa	2 bsa#
Kontrol	556,6 ± 67,24	537,4 ± 239,97 (22,69) a
Bionemas	428,4 ± 247,63	200,65 ± 65,03 (14,0) b
Bionemas + Kompos	2313,2 ± 3662,58	219,8 ± 113,07 (14,43) b
Nemas	739,8 ± 636,39	327,6 ± 190,45 (17,39) ab
F Hitung	0,48ns	3,41*

Keterangan : data adalah mean ± std; ns = tidak nyata, * = nyata pada uji F pada taraf nyata 5%; # = Data yang dianalisis ditransformasi $V(x + 1)$ dan angka dalam kurung dalah hasil transformasi; angka sekolom yang diikuti huruf sama, tidak berbeda menurut uji BNT pada taraf nyata 5%.

Tabel 3. Populasi nematoda puru akar (J-2) dalam tanam pertanaman jambu biji Kristal yang diaplikasi bionematisida

Perlakuan	Populasi (individu/300 cc tanah)	
	1 bsa	2bsa
Kontrol	244,2 ± 116,86	260,2 ± 47,35
Bionemas	169,4 ± 48,82	275,2 ± 71,35
Bionemas + Kompos	305,0 ± 211,82	587,4 ± 473,94
Nemas	328,8 ± 89,01	213,2 ± 54,23
F Hitung	1,09ns	1,90ns

Keterangan: data adalah mean ± std, bsa = bulan setelah aplikasi; ns = tidak nyata menurut uji F pada taraf nyata 5%

Populasi NPA J-2 dalam tanah tidak dipengaruhi perlakuan bionematisida ketika 1 dan 2 bsa. Ketika 1 bsa, populasi NPA J-2 dalam tanah pada tanaman kontrol sebanyak 244,2 individu per 300 cc tanah, populasi nematoda pada tanaman dengan perlakuan bionematisida yaitu 169,4 individu per 300 cc tanah, serta pada tanaman dengan perlakuan nemtisida kimiawi yairu 328 individu per 300 cc tanah. Ketika 2 bsa, perlakuan bionematisida tidak nyata pengaruhnya terhadap populasi NPA J-2 di dalam tanah. Populasi NPA J-2 pada tanaman kontrol 260 individu per 300 cc tanah, pada tanaman dengan perlakuan bionemtisida 275,2 individu per 300 cc tanah. Populasi NPA J-2 pada tanaman dengan perlakuan bionemtisida plus kompos dan yang dengan perlakuan nematisida kimiawi berturutan 587,4 dan 213 individu per 300 cc tanah (Tabel 3). Perlakuan

bionematisida belum menunjukkan pengaruhnya terhadap populasi NPA di dalam tanah, sampai 2 bsa, hal ini mungkin karena sifat jamur *P. lilacinum* sebagai parasit telur nematoda, yang mungkin pengaruhnya baru akan tampak pada waktu yang lebih lama.

PEMBAHASAN

Peningkatan pembentukan tunas baru menunjukkan adanya pertumbuhan tanaman. Pada penelitian ini pada tanaman yang diberi perlakuan bionematisida baik secara tunggal maupun plus kompos, tampak terjadi peningkatan pembentukan tunas baru dari 1 BSA ke 2 BSA (Gambar 1). Pertambahan pembentukan tunas dapat menjadi indikasi pertumbuhan tanaman yang lebih baik, dalam penelitian ini penambahan bionematisida dapat berfungsi, selain mengendalikan nematoda perusak akar, juga sebagai sumber nutrisi bagi tanaman. Bionematisida dibuat dari bonggol pisang dan kulit ubikayu yang merupakan bahan organik sumber nutrisi tanaman. Mahendra, *et al.* (2017) melaporkan pemupukan pada jambu biji Kristal meningkatkan pertumbuhan vegetatif termasuk pembentukan tunas baru. Penambahan pupuk kandang kambing juga dilaporkan meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman jambu biji kristal (Listari, 2019).

Kerusakan akar yang diukur menggunakan skor puru menunjukkan perlakuan bionematisida belum menunjukkan pengaruhnya sampai 2 BSA, skor puru akar masih sekitar 2 (Tabel 1). Berat-ringannya puru akar yang terbentuk akibat serangan nematoda dan banyaknya massa telur yang terbentuk dapat digunakan sebagai indikator ketahanan tanaman (Shepherd, 1979). Puru akar yang terbentuk karena serangan nematoda juga dapat menjadi jalan infeksi patogen tanaman seperti jamur (Shepherd and Huck, 1989). Walaupun puru yang terbentuk masih tergolong ringan Barker (1985), tetapi akar yang berpu lebih mudah terinfeksi patogen tanaman lain seperti jamur atau bakteri daripada akar yang sehat. Populasi nematoda dalam akar tanaman yang diaplikasi bionematisida tunggal maupun yang ditambahi kompos bromalin lebih rendah daripada populasi nematoda pada tanaman kontrol (Tabel 2). Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil percobaan Hore *et al.*, (2018) yang menyebutkan bahwa aplikasi bionematisida *P. lilacinum* efektif mengendalikan NPA *Meloidogyne incognita* pada pertanaman tomat. Selain itu jamur *P. lilacinum* juga dilaporkan efektif mengendalikan nematoda *Pratylenchus thornie* (Kepenekci *et al.*, 2018).

Secara keseluruhan dari hasil penelitian ini tampak bahwa bionematisida *P. lilacinum* memiliki prospek yang bagus sebagai bionematisida pengendali NPA. Bionematisida jamur *P. lilacinum* yang dibuat menggunakan bonggol pisang dan kulit ubikayu dapat memberi pengaruh, selain sebagai nematisida pengendali nematoda juga dapat sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan tanaman. Aplikasi bionematisida jamur *P. lilacinum* ini dapat dikombinasikan dengan pupuk kompos. Jamur *P. lilacinum* (Syn. *P. lilacinus*) mampu memproduksi enzim protease dan kitinase (Khan *et al.*, 2004). Enzim ini mampu mendegradasi kompleks protein dan kitin menjadi senyawa yang lebih sederhana yang mengandung nitrogen yang dapat menjadi nutrisi bagi tanaman.

KESIMPULAN

Pengendalian hayati menggunakan bionematisida limbah pertanian berbahan aktif *Purpureocillium lilacinum* pada pertanaman jambu biji Kristal baik diaplikasikan secara tunggal maupun dicampur kompos efektif untuk mengendalikan nematoda puru akar (*Meloidogyne* sp.). Selain sebagai nematisida, bionematisida dapat sebagai sumber nutrisi bagi tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini merupakan bagian dari hasil penelitian yang berjudul Distribusi Spasial dan Spesies nematoda puru akar pada pertanaman jambu Kristal di Lampung yang didanai Hibah BLU Unila Tahun 2020, dengan Kontrak No. 1371/UN26.21/PN/2020. Untuk itu dalam kesempatan ini diucapkan terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansari RA, Khan TA. 1994. Parasitic association of root-knot nematode , *Meloidogyne incognita* on guava. e-Journal of Science and Technology: 65–67.
- Ebone LA, Kovaleski M, Deuner C. 2019. Nematicides: History, mode, and mechanism action. *Plant Science Today* 6(2):91–97
- Gomes VM, Souza RM, Mussi-Dias V, da Silveira SF, Dolinski C. 2011. Guava decline: A complex disease involving *Meloidogyne mayaguensis* and *Fusarium solani*. *Journal of Phytopathology* 159(1):45–50
- Hore J, Roy K, Maiti AK. 2018. Evaluation of Bio-Nematon (*Purpureocillium lilacinum* 1. 15% WP) against root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) in tomato. *JEZS* 6(4): 1700-1704.
- Humphreys DA, Williamson VM, Salazar L, Flores-Chaves L, Gómez-Alpizar L. 2012. Presence of *Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback (= *M. mayaguensis*) in guava and acerola from Costa Rica. *Nematology* 14(2):199–207.
- Jatala P. 1986. Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes. *Ann. Rev. Phytopathol.* 24:453–489
- Kepenekci İ, Toktay H, Oksal E, Bozbuğa R, İmren M. 2018. Effect of *Purpureocillium lilacinum* on root lesion nematode, *Pratylenchus thornei*. *Tarım Bilimleri Dergisi* 24(3):323–328
- Khan A, Williams KL, Nevalainen HKM. 2004. Effects of *Paecilomyces lilacinus* protease and chitinase on the eggshell structures and hatching of *Meloidogyne javanica* juveniles. *Biological Control* 31(3):346–352
- Listari A. 2019. Pengaruh dosis pupuk kandang kambing terhadap pertumbuhan dan kualitas jambu biji kristal (*Psidium guajava* L.) pada musim penghujan. *JUPI* 21(1):44–48.
- Luangsa-Ard J, Houbraken J, van Doorn T, Hong SB, Borman AM, Hywel-Jones NL, Samson RA. 2011. *Purpureocillium*, a new genus for the medically important *Paecilomyces lilacinus*. *FEMS Microbiology Letters* 321(2):141–149
- Mahendra, IGJ, Rai IN, Wiraatmaja IW. 2017. Upaya Meningkatkan Produksi dan

- Kualitas Buah Jambu Biji Kristal (*Psidium guajava* L . cv . Kristal) Melalui Pemupukan. *Agrotrop* 7(1):60–68.
- Noweer E, Aboul-Eid H. 2013. Biological control of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* infesting cucumber *Cucumis sativus* L. cvs. Alfa by the nematode-trapping fungus *Dactylaria brochopaga* under field conditions. *Agriculture and Biology Journal of North America* 4(4):435–440.
- Razak AR, Lim TK. 1987. Occurrence of the Root-knot Nematode *Meloidogyne incognita* on Guava in Malaysia. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science* 10(3):265–270.
- Sarven MS, Aminuzzaman FM, Huq ME. 2019. Dose-response relations between *Purpureocillium lilacinum* PLSAU-1 and *Meloidogyne incognita* infecting brinjal plant on plant growth and nematode management: a greenhouse study. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 29 (1): 1-9
- Sharma P, Pandey R. 2009. Biological control of root-knot nematode; *Meloidogyne incognita* in the medicinal plant; *Withania somnifera* and the effect of biocontrol agents on plant growth. *African Journal of Agricultural Research* 4(6):564–567.
- Shepherd RL. 1979. A Quantitative technique for evaluating cotton for root-knot nematode resistance. *Phytopathology* 69(4):427.
- Shepherd RL, Huck MG. 1989. Progression of Root-knot nematode symptoms and infection on resistant and susceptible cottons. *Journal of nematology* 21(2):235–41.
- Swibawa IG, Fitriana Y, Solikhin, Suharjo R, Susilo FX, Rani E, Haryani MS, Wardana RA. 2020. Morpho-molecular identification and pathogenicity test on fungal parasites of guava root-knot nematode eggs in lampung, indonesia. *Biodiversitas* 21(3):1108–1115.
- Usman A, Siddiqui MA. 2012. Effect of some fungal strains for the management of root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) on eggplant (*Solanum melongena*). 8(1):213–218.
- Watson TT, Desaegeer JA. 2019. Evaluation of non-fumigant chemical and biological nematicides for strawberry production in Florida. *Crop Protection* 117:100–107.
- Yankova V, Markova D, Naidenov M, Aranoudov B. 2014. Management of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.) in greenhouse cucumbers using microbial products. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 1(2):1569–1573.
- Zakaria HM, Kassab AS, Shamseldean MM, Oraby MM, El-Mourshedy MMF. 2013. Controlling the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* in cucumber plants using some soil bioagents and some amendments under simulated field conditions. *Annals of Agricultural Sciences* 58(1):77–82.
- Zakaria HM, AS Kassab, MM Shamseldean, MM Oraby, and MMF El-Mourshedy. 2013. Controlling the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* in cucumber plants using some soil bioagents and some amendments under simulated field conditions. *Annals of Agricultural Sciences* 58(1):77–82.