



PENGARUH APLIKASI BIONEMATISIDA *PURPUREOCILLIUM LILACINUM* TERHADAP KOMUNITAS NEMATODA PADA LAHAN JAMBU KRISTAL

EFFECT OF *PURPUREOCILLIUM LILACINUM* BIONEMATICIDE APPLICATION ON NEMATODE COMMUNITY IN CRYSTAL GUAVA PLANTATION

Ni Kadek Emi Sintha Dewi^{1*}, Fatimah Az Zahra¹, I Gede Swibawa¹, Radix Suharjo¹, Yuyun Fitriana¹, Tri Maryono¹, Puji Lestari¹, Selvi Helina¹, Shifa Veronica Aulia², Wardiyani², Fransiska Dina Marlinawati², Muh. Basuki², Ratdiana²

1)Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Lampung

2)Great Giant Pinnapple, Terbanggi Besar, Lampung Tengah, Lampung

*Email Coresponden: emisintha@fp.unila.ac.id

Info Artikel	Diterima: 18/05/2025	Direvisi: 20/05/2025	Disetujui: 27/05/2025
---------------------	----------------------	----------------------	-----------------------

ABSTRAK

Jambu biji kristal (*Psidium guajava* var. *crystal*) merupakan komoditas hortikultura unggulan yang produksinya di beberapa daerah mengalami penurunan akibat serangan nematoda parasit tumbuhan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh aplikasi bionematisida berbahan dasar *Purpureocillium lilacinum* terhadap komunitas dan keanekaragaman nematoda tanah pada budidaya jambu kristal. Pengamatan dilakukan terhadap parameter kelimpahan, frekuensi absolut, nilai prominensi, serta indeks keanekaragaman (Shannon), pemerataan, dominansi, dan kekayaan jenis nematoda sebelum dan sesudah aplikasi perlakuan kompos dan bionematisida. Hasil menunjukkan bahwa ditemukan 11 genus nematoda dengan komposisi terbanyak adalah genus *Aphelenchus*. Aplikasi kompos dan bionematisida menyebabkan penurunan pada hampir seluruh genus, kecuali *Aphelenchoides* yang menunjukkan peningkatan, serta *Rhabditis* yang kelimpahannya meningkat tetapi nilai ekologisnya menurun. Indeks keanekaragaman, pemerataan, dan kekayaan jenis menurun setelah perlakuan, sedangkan nilai dominansi meningkat, terutama pada perlakuan kompos. Temuan ini menunjukkan bahwa aplikasi *P. lilacinum* dapat menurunkan keanekaragaman komunitas nematoda tanah dan mendorong dominasi oleh genus *Aphelenchus*. Meskipun efektif untuk pengendalian nematoda, penggunaan bionematisida ini perlu diimbangi dengan evaluasi dampak ekologisnya agar tidak mengganggu keseimbangan ekosistem tanah secara keseluruhan.

KATA KUNCI: Bionematisida, Jambu kristal, Keanekaragaman, *Purpureocillium lilacinum*

ABSTRACT

Crystal guava (Psidium guajava var. crystal) is a high-value horticultural commodity, but its production in several regions has declined due to infestations by plant-parasitic nematodes. This study aimed to evaluate the effects of a bionematicide formulated with Purpureocillium lilacinum on the composition and diversity of soil nematode communities in crystal guava cultivation. Assessments were conducted on nematode abundance, absolute frequency, prominence value, and diversity metrics including the Shannon index, evenness, dominance, and species richness, before and after the application of compost and bionematicide treatments. The results revealed the presence of 11 nematode genera, with Aphelenchus being the most dominant. Both compost and bionematicide treatments led to a decline in most genera, except Aphelenchoides, which increased in both abundance and prominence, and Rhabditis, which showed an increase in abundance but a reduction in ecological value. Post-treatment measurements indicated decreases in diversity, evenness, and richness indices, alongside an increase in dominance, particularly following compost application. These findings suggest that while P. lilacinum is effective in targeting certain nematode groups, it may also reduce overall nematode community diversity and lead to the dominance of Aphelenchus genus. Thus, its application should be accompanied by ecological impact assessments to ensure the long-term sustainability of soil ecosystems.

KEYWORDS: Bionematicide, Crystal guava, Diversity, *Purpureocillium lilacinum*

Cite this as: Ni Kadek E S Dewi, Fatimah Az Zahra, I G Swibawa, Radix Suharjo, Yuyun Fitriana, Tri Maryono, Puji Lestari, Selvi Helina, Shifa Aulia, Wardiyani, Fransiska Marlinawati, Muh. Basuki dan Ratdiana (2025). Pengaruh aplikasi bionematisida *purpureocillium lilacinum* terhadap komunitas

nematoda pada lahan jambu kristal. Agrica: Journal of Sustainable Agriculture, 18(1), 118-127. doi: <https://doi.org/10.37478/agr.v18i1.5728>



Copyright (c) 2025 Ni Kadek E S Dewi, Fatimah Az Zahra, I G Swibawa, Radix Suharjo, Yuyun Fitriana, Tri Maryono, Puji Lestari, Selvi Helina, Shifa Aulia, Wardiyani, Fransiska Marlinawati, Muh. Basuki dan Ratdiana. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Jambu biji kristal (*Psidium guajava* var. *crystal*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Sejak diperkenalkan sekitar tahun 1990 oleh Taiwan Technical Mission (Kundrat et al., 2022), jambu kristal menjadi populer karena nilai ekonominya yang tinggi, kandungan nutrisi yang baik, serta karakteristik unggul seperti sedikit biji, tekstur daging buah yang renyah, dan ukuran buah yang besar (Kurniawan, 2015). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Indonesia (2024), produksi nasional jambu di Indonesia mencapai 230.697 ton pada tahun 2018, dengan Provinsi Lampung sebagai salah satu daerah penghasil utama. Namun, meskipun produksi nasional meningkat, produksi jambu kristal di Lampung justru mengalami penurunan signifikan sekitar 19%, dari 8.320 ton pada 2017 menjadi 6.726 ton pada 2018 (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2024). Penurunan ini disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain kondisi iklim yang kurang mendukung, serangan hama, dan infeksi patogen.

Nematoda parasit tumbuhan merupakan salah satu faktor penghambat dalam produksi jambu biji. Infestasi nematoda dapat menghambat pertumbuhan tanaman, mengurangi ukuran dan jumlah buah, bahkan menyebabkan kematian tanaman (Kumar & Rawat, 2018). Menurut Madhu

et al. (2019), serangan nematoda pada tanaman jambu biji dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga lebih dari 50% pada tingkat infestasi yang berat. Nematoda puru akar (*Meloidogyne* sp.) merupakan salah satu jenis nematoda yang paling umum menginfeksi jambu biji dan berpotensi menyebabkan kehilangan hasil yang signifikan. Swibawa et al. (2017) dan Yulianti (2017) melaporkan bahwa *Meloidogyne incognita* dan *M. javanica* telah menyerang pertanaman jambu kristal di Lampung.

Untuk mengendalikan serangan nematoda parasit tumbuhan, berbagai metode ramah lingkungan telah diupayakan, antara lain sanitasi lahan, rotasi tanaman, penanaman varietas tahan, serta aplikasi bahan organik (Yadav & Verma, 2024). Selain itu, metode biokontrol dan pendekatan bioteknologi telah banyak diteliti dan diterapkan sebagai alternatif pengendalian nematoda yang berkelanjutan (Poveda et al., 2020). *Purpureocillium lilacinum* merupakan salah satu jamur antagonis yang telah banyak dimanfaatkan sebagai agen hayati untuk mengendalikan nematoda parasit tumbuhan, khususnya nematoda puru akar (Isaac et al., 2024; Khan & Tanaka, 2023; Pamungkas et al., 2024; Rigobelo et al., 2024; Swibawa et al., 2020). Swibawa et al. (2024) melaporkan bahwa bionematisida berbahan dasar *Purpureocillium*

lilacinum mampu mengurangi kerusakan akar akibat nematoda puru akar sebesar 68% lebih tinggi dibandingkan nematisida kimia berbahan aktif karbofuran.

Sebagian besar penelitian terkait efektivitas *Purpureocillium lilacinum* lebih menitikberatkan pada kemampuannya dalam menekan populasi nematoda target seperti *Meloidogyne* spp. Sementara itu, pengaruh aplikasi bionematisida ini terhadap komunitas nematoda tanah secara keseluruhan masih jarang dikaji. Keanekaragaman nematoda tanah memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem, termasuk dalam proses dekomposisi bahan organik, siklus hara, serta kesehatan tanah (Yogaswara, 2020). Aplikasi agen hayati seperti *P. lilacinum* berpotensi mempengaruhi struktur komunitas nematoda non-target, baik secara langsung maupun tidak langsung. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh aplikasi bionematisida berbahan dasar *P. lilacinum* terhadap komunitas dan keanekaragaman nematoda tanah pada budidaya jambu kristal.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di lahan perkebunan jambu kristal milik PT Great Giant Pineapple Jl. Raya Lintas Timur Arah Menggala, Km. 77 Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah, Lampung. Kegiatan analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Ilmu Hama Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Bionematisida yang digunakan dalam penelitian ini diformulasikan dari

isolat jamur *Purpureocillium lilacinum* B01TG. Formulasi dibuat menggunakan media menir yang dicampur dengan dedak dan pupuk kompos, lalu diinkubasi selama satu minggu. Setelah inkubasi, ke dalam campuran tersebut ditambahkan 2 liter air, 25 gram pupuk NPK, dan 150 gram dolomit dengan perbandingan 1:6, hingga siap digunakan sebagai bahan aplikasi di lapangan.

Aplikasi bionematisida dilakukan langsung pada tanaman jambu kristal yang berumur 8 bulan. Sebelum aplikasi, tanah di sekitar tanaman digali sedalam 5 cm. Kompos dan bionematisida yang telah dicampur secara merata ditaburkan ke dalam lubang melingkar di sekitar tanaman, dengan dosis 5 kg per tanaman pada area yang telah dibersihkan sebelumnya.

Untuk mengetahui dampak aplikasi terhadap komunitas nematoda, pengambilan sampel tanah dilakukan dua kali, yaitu sebelum dan setelah aplikasi bionematisida. Sampel tanah yang diperoleh kemudian diekstraksi untuk mendapatkan nematoda menggunakan metode penyaringan dan sentrifugasi dengan larutan gula. Nematoda yang diperoleh difiksasi dengan penambahan larutan Golden X untuk pengawetan spesimen.

Selanjutnya, kelimpahan nematoda dihitung dengan mengambil 3 mL suspensi dari hasil ekstraksi, yang kemudian dituangkan ke dalam cawan petri bergaris. Penghitungan dilakukan menggunakan mikroskop stereo binokuler dengan perbesaran 40 kali dan bantuan alat penghitung manual (*hand counter*). Hasil pengamatan dinyatakan sebagai jumlah individu per 300 cc

tanah. Untuk mengidentifikasi jenis nematoda, sebanyak 30 individu dari setiap sampel dipilih secara acak dan diamati hingga tingkat genus. Nematoda diletakkan satu per satu pada kaca objek yang telah diberi satu tetes larutan Golden X, lalu diamati di bawah mikroskop stereo binokuler.

Analisis populasi, keanekaragaman, kemerataan, dan kekayaan jenis nematoda dilakukan dengan menggunakan rumus-rumus berikut:

$$F_a = \frac{n_i}{N} \dots\dots\dots(1)$$

$$PV_i = \frac{(n_i)^2}{\sum n_i} \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \dots\dots\dots(3)$$

$$D = \sum_{i=1}^S p_i^2 \dots\dots\dots(4)$$

$$E = \frac{H'}{\ln S} \dots\dots\dots(5)$$

$$R = \frac{S-1}{\ln N} \dots\dots\dots(6)$$

Fa adalah frekuensi absolut. PVi merupakan nilai prominensi spesies ke-i. H' menunjukkan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, sedangkan D adalah indeks dominansi Simpson. E merupakan indeks kemerataan, dan R menunjukkan kekayaan spesies (*richness*). S adalah jumlah total spesies, ni merupakan jumlah individu spesies ke-i, dan N adalah total individu dari seluruh spesies. Nilai pi diperoleh dari perbandingan antara ni dengan N (pi = ni/N), yang menunjukkan proporsi individu spesies ke-i terhadap total. Simbol ln merujuk pada logaritma natural.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil ekstraksi dan identifikasi nematoda dari daerah perakaran jambu kristal di lahan PT GGF menunjukkan

keberadaan 11 genus nematoda. Genus tersebut terdiri atas lima genus parasit tumbuhan (dua di antaranya juga bersifat fungivora), tiga genus predator, satu genus bakterivora, dan satu genus omnivora. Kelimpahan nematoda tertinggi ditemukan sebelum perlakuan, sedangkan yang terendah tercatat pada perlakuan bionematisida. Genus *Aphelenchus* merupakan genus yang paling banyak ditemukan dalam seluruh perlakuan (Tabel 1). Kelimpahan dan komposisi nematoda diketahui sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, termasuk ketersediaan bahan organik. Jiang et al. (2018) membuktikan bahwa perlakuan pupuk kandang dan jerami dapat meningkatkan kelimpahan total nematoda, khususnya kelompok bakterivora.

Tabel 2 menunjukkan bahwa hampir seluruh genus nematoda mengalami penurunan frekuensi absolut (FA) dan nilai prominensi (PV) setelah aplikasi kompos maupun bionematisida. Namun, terdapat pengecualian pada genus *Aphelenchoides*, yang justru mengalami peningkatan nilai FA dan PV, khususnya pada perlakuan bionematisida. Hal ini mengindikasikan bahwa *Aphelenchoides* memiliki toleransi lebih tinggi terhadap senyawa aktif dalam bionematisida, atau mampu memanfaatkan ceruk ekologis yang ditinggalkan oleh genus lain yang lebih sensitif. Tülek et al. (2018) melaporkan bahwa efektivitas agen hayati *Purpureocillium lilacinum* dan *Steinernema feltiae* terhadap *Aphelenchoides besseyi* bersifat tidak konsisten, sedangkan *Aphelenchoides fragariae* diketahui mampu bertahan hidup dan berkembang biak tidak hanya

pada tumbuhan, tetapi juga pada jamur tanah (Rotifa, 2019).

Tabel 1. Kelimpahan Nematoda Berdasarkan Genus Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Genus	Peran Trofik Nematoda	Kelimpahan/300cc tanah		
		Sebelum perlakuan	Kompos	Bionematisida
Aphelenchus	Parasit tumbuhan, fungivora	106	91	64
Aphelenchoides	Parasit tumbuhan	2	6	9
Rhabditis	Bakterivora	59	67	49
Mesodorylaimus	Omnivora	3	1	1
Miconchus	Predator	2	2	0
Helicotylenchus	Parasit tumbuhan	12	1	4
Tylenchus	Parasit tumbuhan, fungivora	3	0	0
Dorylaimus	Predator	7	3	0
Mononchus	Predator	2	0	0
Rotylenchus	Parasit tumbuhan	35	8	3
Iotonchus	Predator	3	0	1
Total		234	179	131

Genus *Rhabditis*, yang termasuk kelompok bakterivora, menunjukkan pola yang menarik. Nilai FA menurun pada perlakuan kompos (55), tetapi meningkat kembali pada perlakuan bionematisida (90). Meski demikian, nilai PV terus mengalami penurunan. Fenomena ini menunjukkan bahwa

meskipun jumlah individu meningkat, kontribusi ekologis *Rhabditis* dalam komunitas relatif menurun. Hal ini dapat disebabkan oleh ukuran tubuhnya yang kecil dan adanya kompetisi dengan takson lain dalam komunitas (Niu et al., 2024).

Tabel 2. Frekuensi Absolut (FA) dan Nilai Prominensi (PV) Genus Nematoda Sebelum dan Setelah Perlakuan Kompos serta Bionematisida

Genus	FA			PV		
	Sebelum perlakuan	Kompos	Bionematisida	Sebelum perlakuan	Kompos	Bionematisida
Aphelenchus	100	85	95	5,300	4,195	3,119
Aphelenchoides	10	15	25	0,032	0,116	0,225
Rhabditis	90	55	90	2,799	2,484	2,324
Mesodorylaimus	10	5	5	0,047	0,011	0,011
Miconchus	10	5	-	0,032	0,022	-
Helicotylenchus	25	5	20	0,300	0,011	0,089
Tylenchus	10	-	-	0,047	-	-
Dorylaimus	25	10	-	0,175	0,047	-
Mononchus	10	-	-	0,032	-	-
Rotylenchus	65	30	15	1,411	0,219	0,058
Iotonchus	15	-	5	0,058	-	0,011

Data Tabel 3 menunjukkan bahwa sebelum perlakuan, nilai indeks keanekaragaman (H') sebesar 1,537, indeks dominansi (D) sebesar 0,295, indeks kemerataan (E) sebesar 0,641, dan kekayaan jenis (R) sebesar 1,833. Setelah aplikasi kompos, nilai H' , E , dan R menurun masing-masing menjadi 1,141; 0,549; dan 1,349, sedangkan nilai D meningkat menjadi 0,402. Perlakuan bionematisida menunjukkan pola serupa dengan H' , E , dan R masing-masing sebesar 1,169; 0,601; dan 1,231, serta nilai D sebesar 0,385.

Penurunan nilai H' , E , dan R setelah perlakuan menunjukkan bahwa aplikasi kompos dan bionematisida menyebabkan penurunan

keanekaragaman, kemerataan, dan kekayaan jenis nematoda. Sebaliknya, peningkatan nilai dominansi (D) mengindikasikan adanya kecenderungan dominasi oleh satu atau beberapa genus tertentu. Kondisi ini terjadi karena beberapa genus nematoda tidak ditemukan setelah aplikasi kompos maupun bionematisida, yang menyebabkan berkurangnya keragaman komunitas. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Nisa et al. (2022), yang menyatakan bahwa perubahan lingkungan akibat perlakuan pertanian dapat menurunkan keanekaragaman dan kemerataan, serta meningkatkan dominansi kelompok tertentu dalam komunitas nematoda.

Tabel 3. Indeks Keanekaragaman, Dominansi, Kemerataan, dan Kekayaan Jenis Nematoda Sebelum dan Setelah Perlakuan

Perlakuan	H'	D	E	R
Sebelum perlakuan	1,537	0,295	0,641	1,833
Kompos	1,141	0,402	0,549	1,349
Bionematisida	1,169	0,385	0,601	1,231

Agen hayati dalam bionematisida yang digunakan pada penelitian ini adalah *Purpureocillium lilacinum* (sebelumnya *Paecilomyces lilacinus*). Mekanisme kerja jamur ini adalah dengan menginfeksi telur dan juveniles nematoda melalui penetrasi langsung serta produksi enzim kitinase dan protease (Ribeiro et al., 2017). Dahlin et al. (2019) menyatakan bahwa *P. lilacinum* secara spesifik menyerang telur nematoda, sehingga mampu mencegah kelahiran dan perkembangan larva. Namun, pada penelitian ini tidak ditemukan genus *Meloidogyne* sp., yang umumnya merupakan nematoda parasit

utama pada tanaman jambu biji (Hanik et al., 2023; Nabilah et al., 2021; Norman & Martin, 2023; Prem et al., 2023; Rathod et al., 2022). Oleh karena itu, efektivitas *P. lilacinum* terhadap *Meloidogyne* tidak dapat dianalisis secara spesifik dalam studi ini.

Jamur *Purpureocillium lilacinum* dan *Myrothecium verrucaria* saat ini telah dikembangkan secara komersial sebagai bionematisida dalam produk seperti MeloCon dan DiTera. Produk-produk ini bersifat toksik terhadap berbagai jenis nematoda parasit tanaman, termasuk *Meloidogyne* spp., *Radopholus* spp., *Heterodera* spp., *Globodera* spp.,

Pratylenchus spp., *Nacobbus* spp., dan *Rotylenchulus* spp. (Arthurs & Dara, 2019). Temuan tersebut sejalan dengan hasil penelitian ini, di mana terjadi penurunan kelimpahan, FA, dan PV pada genus *Rotylenchulus*. Nematoda tanah sendiri memiliki peran penting dalam struktur dan fungsi ekosistem tanah, termasuk dalam rantai makanan dan dekomposisi (Pan et al., 2020). Oleh karena itu, perubahan signifikan pada struktur komunitas nematoda akibat perlakuan pertanian perlu dikaji lebih lanjut.

Penurunan indeks keanekaragaman, kemerataan, dan kekayaan jenis menunjukkan bahwa baik kompos maupun bionematisida berpotensi menekan struktur komunitas nematoda tanah, sehingga hanya beberapa jenis saja yang mendominasi. Peningkatan dominansi ini mencerminkan adanya tekanan ekologis pada komunitas akibat perlakuan. Perubahan pada pH tanah, kelembapan, dan kandungan bahan organik setelah aplikasi kompos dan bionematisida diduga turut memengaruhi kelangsungan hidup nematoda dan menyebabkan dominasi oleh kelompok tertentu. Stefanovska et al. (2022) membuktikan bahwa penambahan amandemen tanah yang kaya bahan organik meningkatkan dominansi nematoda fungivora dan bakterivora, yang berkaitan dengan peningkatan populasi jamur dan bakteri tanah sebagai sumber makanannya. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi jangka panjang mengenai pengaruh aplikasi *P. lilacinum* terhadap struktur komunitas nematoda, khususnya dalam sistem pertanaman jambu biji, agar upaya pengendalian biologis tetap

seimbang dengan keberlanjutan ekosistem tanah.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi kompos dan bionematisida berbasis *Purpureocillium lilacinum* berpengaruh nyata terhadap struktur komunitas nematoda di daerah perakaran jambu kristal. Terjadi penurunan nilai indeks keanekaragaman (H'), kemerataan (E), dan kekayaan jenis (R), serta peningkatan dominansi (D) setelah perlakuan, yang mengindikasikan adanya tekanan ekologis pada komunitas nematoda tanah. Selain itu, hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa aplikasi *P. lilacinum* berpotensi menurunkan keanekaragaman komunitas nematoda tanah dan mendorong dominasi oleh genus *Aphelenchus*, yang diketahui sebagai nematoda fungivora. Temuan ini menegaskan pentingnya pemantauan jangka panjang terhadap dampak penggunaan agen hayati terhadap keanekaragaman dan keseimbangan komunitas nematoda tanah, guna memastikan keberhasilan pengendalian hayati tanpa mengganggu fungsi dan stabilitas ekosistem tanah secara keseluruhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih disampaikan secara khusus kepada PT Great Giant Pinnacle (GGP) yang telah memberikan izin dan

akses untuk melakukan penelitian di lahan budidaya jambu kristal miliknya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arthurs, S., & Dara, S. K. (2019). Microbial biopesticides for invertebrate pests and their markets in the United States. *Journal of Invertebrate Pathology*, 165, 13–21. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2018.01.008>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2024). *Produksi Tanaman Buah-buahan [Fruit Plants Production]*. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjIjMg==/produksi-tanaman-buah-buahan.html>
- Dahlin, P., Eder, R., Consoli, E., Krauss, J., & Kiewnick, S. (2019). Integrated control of *Meloidogyne incognita* in tomatoes using fluopyram and *Purpureocillium lilacinum* strain 251. *Crop Protection*, 124. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104874>
- Hanik, N. R., Hidayati, S. N., Diah, R., Fitriani, A., Cahyanti, F. A., Oktavianingtyas, D., Wahyuni, T., Biologi, P., Keguruan, F., & Pendidikan, I. (2023). *Identification of Pests and Diseases Crystal Guava (Psidium guajava L.) in Ngargoyoso District, Karanganyar Regency*. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i3.5012>
- Isaac, G. S., El-Deriny, M. M., & Taha, R. G. (2024). Efficacy of *Purpureocillium lilacinum* AUMC 10149 as biocontrol agent against root-knot nematode *Meloidogyne incognita* infecting tomato plant. *Brazilian Journal of Biology*, 84. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.253451>
- Jiang, Y., Zhou, H., Chen, L., Yuan, Y., Fang, H., Luan, L., Chen, Y., Wang, X., Liu, M., Li, H., Peng, X., & Sun, B. (2018). Nematodes and microorganisms interactively stimulate soil organic carbon turnover in the macroaggregates. *Frontiers in Microbiology*, 9, 2803. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02803>
- Khan, M., & Tanaka, K. (2023). *Purpureocillium lilacinum* for plant growth promotion and biocontrol against root-knot nematodes infecting eggplant. *PLoS ONE*, 18(3 March). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283550>
- Kumar, S., & Rawat, S. (2018). First Report on the Root-Knot Nematode *Meloidogyne enterolobii* (Yang and Eisenback, 1988) Infecting Guava (*Psidium guajava*) in Udham Singh Nagar of Uttarakhand. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(04), 1720–1724. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.704.195>
- Kundrat, Sumarti, L., & Umar Sumarna. (2022). Analisis Uji Kelayakan Budidaya Jambu Biji Kristal (*Psidium guajava* L.) di Desa Ciwaringin Kecamatan Lemahabang Kabupaten Karawang [Feasibility Analysis of Crystal Guava (*Psidium guajava* L.) Cultivation in Ciwaringin Village, Lemahabang District, Karawang Regency]. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 4(1), 23–31. <https://doi.org/https://doi.org/10.55222/agrotatanen.v4i1.661>
- Kurniawan, D. (2015). *Mengenal Jambu Kristal [Introduction to Crystal Guava]*. Direktorat Jenderal Hortikultura, Kementerian Pertanian Indonesia. <https://www.google.co.id/hortikultura.pertanian.go.id>
- Madhu, M. R., Kumar, V., & Verma, K. K. (2019). Distribution, prevalence and intensity of guava decline in western Haryana. ~ 521 ~ *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(4), 521–524.
- Nabilah, Gede Swibawa, I., Suharjo, R., & Fitriana, Y. (2021). Diversity and

- Abundance of Nematodes in Guava (*Psidium guajava* L.) Cultivation in Lampung. *Journal of Tropical Plant Pests and Diseases*, 21(2), 134–143. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.221134-143>
- Nisa, R. U., Nisa, A. U., Hroobi, A. A., Shah, A. A., & Tantray, A. Y. (2022). Year-Long Assessment of Soil Nematode Diversity and Root Inhibition-Indicator Nematode Genera in Rice Fields. *Biology*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/biology11111572>
- Niu, X., Wang, P., Xie, Z., Gao, M., Qian, S., Saifutdinov, R., Aspe, N. M., Wu, D., & Guan, P. (2024). Soil nematode metacommunities in different land covers: Assessment at the local and regional scales. *Ecology and Evolution*, 14(5). <https://doi.org/10.1002/ece3.11468>
- Norman, S., & Martin, L. (2023). *Guava root-knot nematode*. https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0004/1448815/Guava-root-knot-nematode.pdf
- Pamungkas, D. B., Swibawa, I. G., Aeny, T. N., & Pramono, S. (2024). Potensi jamur *Purpureocillium lilacinum* sebagai endofit pengendali nematoda puru akar pada tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *Jurnal Proteksi Agrikultura*, 1(2), 95–101. <https://doi.org/10.23960/jpa.2195-101>
- Pan, F., Han, X., Li, N., Yan, J., & Xu, Y. (2020). Effect of organic amendment amount on soil nematode community structure and metabolic footprints in soybean phase of a soybean-maize rotation on Mollisols. *Pedosphere*, 30(4), 544–554. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(17\)60432-6](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(17)60432-6)
- Poveda, J., Abril-Urias, P., & Escobar, C. (2020). Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes by Filamentous Fungi Inducers of Resistance: Trichoderma, Mycorrhizal and Endophytic Fungi. *Frontiers in Microbiology*, 11, 992. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00992>
- Prem, R., Prabhu, S., Shanmuga Sundaram, K., Seenivasan, N., Author, C., & Muthuvel, I. (2023). Meloidogyne enterolobii resistance in cultivated and wild guava: A review. *The Pharma Innovation Journal*, 12(9), 1323–1329. www.thepharmajournal.com
- Rathod, A., Babu, U. B., & Ahamed, Z. (2022). Guava root knot nematode (*Meloidogyne enterolobii*): Challenging threat to future guava production. *The Pharma Innovation Journal*, 11(2), 125–128. <http://www.thepharmajournal.com>
- Ribeiro, J. S., de Oliveira, F. C. R., & Ederli, N. B. (2017). Short communication: first report of nematodes parasitizing the four-eyed-fish, *Anableps anableps* (Pisces, Cyprinodontiformes). *Parasitology Research*, 116(8), 2249–2254. <https://doi.org/10.1007/s00436-017-5528-5>
- Rigobelo, E. C., Nicodemo, D., Babalola, O. O., & Desoignies, N. (2024). *Purpureocillium lilacinum* as an Agent of Nematode Control and Plant Growth-Promoting Fungi. *Agronomy*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/agronomy14061225>
- Rotifa, I. J. (2019). *Selected novel approaches for the integrated pest management of Aphelenchoides fragariae in ornamental plants*. The University of Edinburgh.
- Stefanovska, T., Skwiercz, A., Pidlisnyuk, V., Zhukov, O., Kozacki, D., Mamirova, A., Newton, R. A., & Ust'ak, S. (2022). The Short-Term Effects of Amendments on Nematode Communities and Diversity Patterns under the Cultivation of *Miscanthus × giganteus* on Marginal Land. *Agronomy*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/agronomy12092063>

- Swibawa, I. G., Fitriana, Y., Fiandani, A., Suharjo, R., Balqis, S., & Susilo, F. (2024). Effectiveness of bionematicide from *Purpureocillium lilacinum* in controlling root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). *J. Trop. Plant Pests Dis.*, 24(2), 181–189. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.224181-189>
- Swibawa, I. G., Fitriana, Y., Solikin, S., Suharjo, R., Monica, E., & Wardhana, R. (2020). Pengendalian Hayati Nematoda Puru Akar pada Pertanaman Jambu Biji Kristal di Lampung [Biological Control of Root Knot Nematodes in Crystal Guava Cultivation in Lampung]. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 457–465.
- Swibawa, I. G., Saputri, E. R., Yulianti, E., Fitriana, Y., & Solikhin. (2017, October 3). Nematoda puru akar dan jamur parasitnya pada pertanaman jambu biji di Lampung [Root Knot Nematodes and Their Parasitic Fungi on Guava Cultivation in Lampung]. *Makalah Seminar Nasional Dan Kongres PFI*.
- Tülek, A., Kepenekçi, İ., Oksal, E., & Hazir, S. (2018). Comparative effects of entomopathogenic fungi and nematodes and bacterial supernatants against rice white tip nematode. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s41938-017-0011-2>
- Yadav, S., & Verma, R. (2024). Nematode Management Strategies for Healthy Guava Production. *Agri Articles*, 4, 25–27. <http://www.agriarticles.com>
- Yogaswara, D. A. (2020). *Peran Nematoda Hidup Bebas di Dalam Tanah*. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb/>
- Yulianti, E. (2017). *Populasi dan Tingkat Serangan Nematoda Puru Akar (Meloidogyne spp.) Pada Beberapa Tingkat Umur Tanaman Jambu Biji di Pt Nusantara Tropical Farm [Population and Infection Rate of Root Knot Nematodes (Meloidogyne spp.) at Various Growth Stages of Guava Plants in PT Nusantara Tropical Farm]* [Lampung University]. <http://digilib.unila.ac.id/id/eprint/28616>