



Exploration of Soil Entomopathogenic Nematodes In Peatland Oil Palm Plantations of Kubu Raya Regency

Rosalina Yuliana Ayen* & Hamdani

Fakultas Pertanian Sains dan Teknologi, Universitas Panca Bhakti
Jl. Kom Yos Sudarso, Pontianak, Kalimantan Barat

*Corresponding Author: rosalinayulianaayen95@upb.ac.id

Received September 22, 2025; revised December 17, 2025; accepted March 05, 2026

ABSTRACT

Oil palm plantations are a major agricultural commodity in Kubu Raya Regency, West Kalimantan, and require environmentally friendly technologies to support sustainable management of pest organisms. One potential biological control agent is entomopathogenic nematodes (EPN), which are effective against soil-dwelling insect pests. This study aimed to explore and identify soil entomopathogenic nematodes and their symbiotic bacteria from peatland oil palm plantations in Kubu Raya Regency. Soil samples were collected from several oil palm plantation sites using an exploratory sampling approach. Isolation of EPN was conducted using the baiting method with *Tenebrio molitor* larvae as insect hosts. The experiment was arranged in a Completely Randomized Design (CRD), and data were analyzed using the Honest Significant Difference (HSD) test at a 5% significance level. The results showed that EPN were present at all sampling locations with varying population densities. The average mortality of *T. molitor* larvae ranged from 84% to 100%. However, statistical analysis indicated no significant differences in larval mortality among treatments ($p > 0.05$). In conclusion, peatland soils of oil palm plantations in Kubu Raya Regency harbor entomopathogenic nematodes with potential as biological control agents. The presence of EPN indicates their potential role in supporting sustainable agricultural systems.

Keywords: Oil Palm; Pests; Termites; Biological Agents

Studi Potensi Penggunaan Nematoda Patogen Serangga dalam Pengendalian Rayap Tanah pada Perkebunan Kelapa Sawit Daerah Gambut Kab. Kubu Raya

ABSTRAK

Perkebunan kelapa sawit merupakan komoditas pertanian utama di Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat, yang memerlukan dukungan teknologi ramah lingkungan untuk pengelolaan organisme pengganggu tanaman secara berkelanjutan. Salah satu alternatif pengendalian hayati yang berpotensi dikembangkan adalah pemanfaatan Nematoda Patogen Serangga (NPS) yang efektif terhadap serangga hama yang hidup di dalam tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengidentifikasi NPS tanah serta bakteri simbiotiknya pada perkebunan kelapa sawit lahan gambut di Kabupaten Kubu Raya. Pengambilan sampel tanah dilakukan secara eksploratif pada beberapa lokasi perkebunan kelapa sawit. Isolasi NPS dilakukan menggunakan metode baiting dengan larva *Tenebrio molitor* sebagai serangga umpan. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL), dan data dianalisis menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa NPS ditemukan pada seluruh lokasi pengambilan sampel dengan kepadatan populasi yang bervariasi. Rata-rata mortalitas larva *T. molitor* berkisar antara 84% hingga 100%. Namun, hasil analisis statistik menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p > 0,05$). Sebagai kesimpulan, tanah gambut perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Kubu Raya mengandung Nematoda Patogen Serangga yang berpotensi sebagai agens pengendali hayati. Keberadaan NPS ini menunjukkan peluang pengembangannya dalam mendukung sistem pertanian yang berkelanjutan.

Kata Kunci: Agens Hayati; Hama; Kelapa Sawit; Nematoda

PENDAHULUAN

Kabupaten Kubu Raya merupakan salah satu wilayah penghasil komoditas perkebunan di Kalimantan Barat dengan luasan areal perkebunan mencapai 174.458 ha atau sekitar 6,7% dari total luas perkebunan di Provinsi Kalimantan Barat (Gazali & Ilhamiyah, 2022). Perkebunan kelapa sawit sebagai

komoditas utama memerlukan dukungan teknologi pengelolaan organisme pengganggu tanaman yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, terutama pada ekosistem tanah lahan gambut yang memiliki karakteristik unik.

Salah satu agens hayati yang berpotensi dikembangkan dalam pengelolaan organisme

pengganggu tanaman adalah Nematoda Patogen Serangga (NPS). NPS merupakan nematoda yang bersimbiosis dengan bakteri simbiosis di dalam saluran pencernaannya dan mampu menyebabkan kematian serangga inang melalui mekanisme infeksi yang kompleks (Hara *et al.*, 1991; Paster *et al.*, 2018). Kompleks nematoda–bakteri ini dikenal aman bagi organisme bukan sasaran dan telah dimanfaatkan secara komersial sebagai agens pengendali hayati pada berbagai komoditas bernilai ekonomi tinggi di beberapa negara (Chaerani *et al.*, 2007; Orozco *et al.*, 2014).

Meskipun memiliki potensi yang besar, pemanfaatan NPS di Indonesia masih relatif terbatas dibandingkan dengan agens hayati lain seperti bakteri, cendawan, dan virus (Febrianasari *et al.*, 2014; Hendarti *et al.*, 2023). Salah satu kendala utama dalam pengembangan NPS adalah keterbatasan informasi mengenai keberadaan, keragaman, dan kepadatan populasi NPS lokal, khususnya pada ekosistem lahan gambut perkebunan kelapa sawit. Padahal, kondisi lingkungan dan karakteristik tanah sangat berpengaruh terhadap distribusi dan keberhasilan adaptasi NPS.

Oleh karena itu, diperlukan penelitian eksplorasi untuk mengetahui keberadaan, jenis, dan kepadatan populasi Nematoda Patogen Serangga serta bakteri simbiosisnya pada areal perkebunan kelapa sawit. Informasi dasar ini diharapkan dapat menjadi landasan dalam pengembangan dan pemanfaatan NPS sebagai agens hayati yang mendukung sistem pertanian berkelanjutan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi dan mengidentifikasi jenis serta jumlah NPS dan bakteri simbiosis yang terdapat pada tanah perkebunan kelapa sawit lahan gambut di Kabupaten Kubu Raya.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan alat

Alat penelitian yang digunakan meliputi cangkul kecil, sekop semen, kamera digital, GPS, kantong plastik 2 kg, box (20 buah), cooler box, timbangan, bak inkubasi, centong, kertas label, ayakan, cawan petri berdiameter 9 dan 18 cm, pinset, cling wrap, gelas objek, mikropipet, counter plate, dan mikroskop binokuler. Bahan penelitian terdiri atas sampel tanah rhizosfer kelapa sawit, *Tenebrio molitor*, air steril, kain tetron, larutan KOH 10%, H₂O₂ 3%, media NBTA, reagen pewarna bakteri, alkohol 70%, tetrazolium, dan methylene blue. Nematoda Patogen Serangga (NPS) dikoleksi dari rhizosfer tanaman kelapa sawit di Kalimantan Barat, sedangkan proses isolasi dan identifikasi dilakukan di Laboratorium Fakultas Pertanian, Sains dan Teknologi Universitas Panca Bhakti Pontianak.

Eksplorasi

Penentuan lokasi pengambilan sampel tanah dilakukan menggunakan metode acak bertingkat (*Multiple Staged Sampling*). Sampel Nematoda Patogen Serangga (NPS) diambil dari daerah rhizosfer

tanaman kelapa sawit pada beberapa desa yang memiliki areal perkebunan kelapa sawit dominan dan mewakili karakteristik tanah gambut. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada titik-titik yang telah ditentukan sebelumnya. Untuk setiap luasan 1 hektare, ditetapkan lima titik pengambilan sampel. Empat titik diambil dari empat arah berlawanan, dengan kedalaman 20–30 cm. Setiap titik diambil tanah sebanyak ±2 kg dan dimasukkan ke dalam kantong sampel.

Metode Baiting

Isolasi Nematoda Patogen Serangga (NPS) dari sampel tanah dengan metode baiting. Tanah yang dikumpulkan dari rhizosfer kelapa sawit pada kedalaman 20–30 cm dicampur dalam satu wadah besar dan diaduk hingga homogen. Selanjutnya, tanah diayak dan ditimbang sebanyak 300 g untuk setiap boks perlakuan. Masing-masing boks dimasukkan 20 ekor *Tenebrio molitor* sebagai inang umpan. Boks kemudian diberi label dan diamati setiap 24 jam selama 10 hari. Apabila ditemukan larva yang terinfeksi pada setiap periode pengamatan, dilakukan pencatatan jumlah larva terinfeksi per hari (Fukruksa *et al.*, 2017; Yimthin *et al.*, 2021). Larva *T. molitor* yang terinfeksi dipindahkan ke dalam *White trap* yang dibuat dengan cara cawan petri dialasi kain tetron 12,5cm x 11,5cm dan diisi dengan air sebanyak 60 ml. Larva *T. molitor* yang terinfeksi sebanyak 2 larva diletakkan di atasnya, setelah itu ditutup kembali sesegera mungkin agar tidak terkontaminasi. Kemudian disimpan di dalam kotak yang gelap dan dilakukan pemanenan pada hari ke 10-14. *White trap* dilakukan dengan 9 ulangan. Perhitungan populasi dilakukan di bawah mikroskop binokuler. Menghitung jumlah dengan memindahkan seluruh suspensi yang ada di dalam *white trap* ke dalam beaker glass, diaduk sampai homogen. Suspensi diambil dengan mikropipet sebanyak 0,1 ml. Kemudian diteteskan di atas *counter plat*. Kemudian setiap tetes dihitung jumlah NPS dan dilakukan dengan lima kali ulangan (Paster *et al.*, 2018).

Identifikasi Bakteri Simbiosis

Identifikasi dengan melakukan uji pewarnaan gram bakteri. Bakteri simbiosis diperbanyak pada media NBTA. Pewarna gram menggunakan 4 reagen yaitu, Gram A: Larutan hucker kristal violet, Gram B: Larutan mordan Lugols iodine, Gram C: Larutan peluntur atau alkohol 70%, Gram D: Larutan safranin. Pewarnaan gram dilakukan dengan dibuat sediaan bakteri pada gelas objek, dikeringkan, dan difiksasi dengan pemanasan. Smear kemudian ditetesi kristal violet 1% selama 1 menit sebagai pewarna primer, dibilas dengan air, lalu ditambahkan larutan Gram iodine selama 1 menit sebagai mordant untuk membentuk kompleks kristal violet–iodine. Setelah itu dilakukan proses dekolorisasi menggunakan etanol 95% selama 5–15 detik hingga aliran warna hampir tidak terlihat, kemudian segera dibilas dengan air untuk menghentikan proses dekolorisasi. Selanjutnya,

sediaan diberi pewarna safranin 0,5–1% selama 30–60 detik sebagai pewarna penunjang, dibilas kembali, dan dikeringkan. Preparat kemudian diamati di bawah mikroskop perbesaran 100× dengan minyak imersi, di mana bakteri Gram positif akan tampak berwarna ungu, sedangkan Gram negatif tampak merah muda (Fukruksa *et al.*, 2017). Uji katalase dilakukan dengan mengambil sediaan bakteri menggunakan ose steril dan meletakkannya pada permukaan objek glass steril. Selanjutnya, ditetaskan larutan hidrogen peroksida (H₂O₂) 3% sebanyak satu tetes tepat pada sediaan bakteri di objek gelas, kemudian diamati reaksi yang terjadi. Pembentukan gelembung oksigen secara cepat

menunjukkan hasil positif, menandakan bakteri memiliki enzim katalase. Sebaliknya, apabila tidak terbentuk gelembung, reaksi dinyatakan negatif. Uji ini digunakan sebagai indikator awal untuk membedakan bakteri simbiosis nematoda, di mana hasil positif mengarah pada genus *Xenorhabdus*, sedangkan hasil negatif mengindikasikan *Photorhabdus* (Fukruksa *et al.*, 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi pengambilan sampel tanah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi pengambilan sampel tanah

Kode sampel	Lokasi pengambilan sampel tanah			Titik koordinat	
	Kabupaten	Kecamatan	Desa	Latitude	Longitude
PB1.1	Kubu Raya	Sungai Kakap	Punggur Besar	0.1920550°LS	109.2519510°BT
PB1.2	Kubu Raya	Sungai Kakap	Punggur Besar	0.1920710°LS	109.2619760°BT
PT1.1	Kubu Raya	Rasau Jaya	Pematang Tujuh	0.2539560°LS	109.2466850°BT
PT1.2	Kubu Raya	Rasau Jaya	Pematang Tujuh	0.2502830°LS	109.2376210°BT
MT1.1	Kubu Raya	Sungai Ambawang	Mega Timur	0.0096280°LS	109.4313620°BT
MT1.2	Kubu Raya	Sungai Ambawang	Mega Timur	0.0096590°LS	109.4294960°BT
K1.1	Kubu Raya	Kubu	Kubu	0.2935100°LS	109.2841630°BT
K1.2	Kubu Raya	Kubu	Kubu	0.4718720°LS	109.4843790°BT

Keterangan: PB= Punggur Besar, PT= Pematang Tujuh, MT= Mega Timur, K1= Kubu

Koleksi dan Isolasi Nematoda Patogen Serangga dari Tanah

Tanah hasil baiting yang menunjukkan kematian larva *Tenebrio molitor* kemudian diisolasi untuk memperoleh nematoda patogen serangga. Nematoda yang diperoleh dimurnikan dan diberi kode isolat. Hasil analisis terhadap rata-rata persentase mortalitas *Tenebrio molitor* akibat infeksi berbagai isolat NPS Tabel 2.

Tabel 2. Nilai rata-rata mortalitas *Tenebrio molitor* akibat infeksi berbagai isolat NPS

Tabel Nilai Rata-Rata Total Mortalitas <i>Tenebrio molitor</i>	
Perlakuan	Rata-rata (%)
K1.1	20.0 % a
K1.2	20.0% a
PB1.1	19.0 %a
PB2.1	18.0% a
MT1.2	17.5 %a
PT1.2	17.5% a
MT1.1	17.0 %a
PT1.1	16.8 %a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata pada Uji BNJ 5%

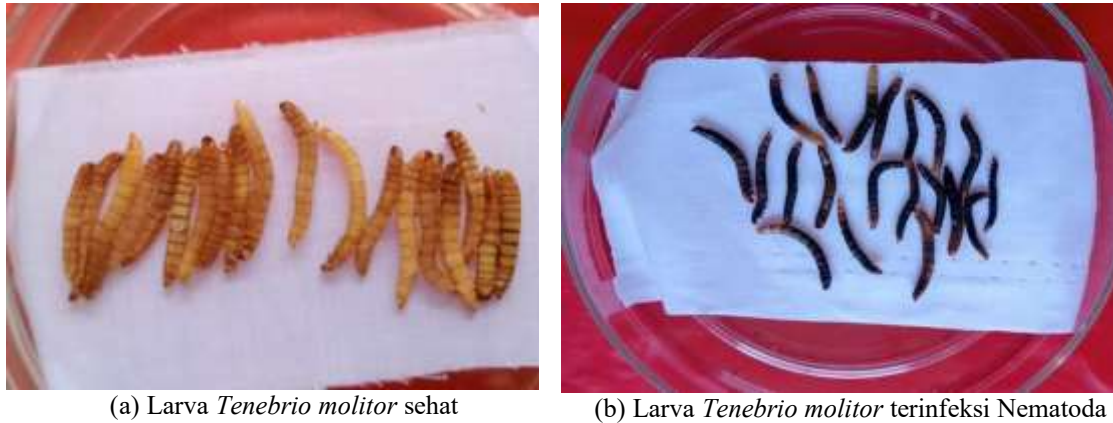
Hasil uji Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf 5% menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan. Mortalitas larva *T. molitor*

tersebut diduga disebabkan oleh infeksi Nematoda Patogen Serangga (NPS) yang terdapat di dalam tanah, namun penyebab kematian larva memerlukan identifikasi lebih lanjut untuk memastikan keterlibatan NPS sebagai agen penyebab mortalitas. Data ini mencerminkan hasil awal dari proses baiting yang bertujuan untuk mendeteksi keberadaan organisme entomopatogen di dalam tanah, dan belum merepresentasikan uji patogenisitas isolat NPS yang telah teridentifikasi.

Identifikasi NPS

Identifikasi nematoda patogen serangga (NPS) dilakukan dengan mengamati gejala infeksi pada larva *Tenebrio molitor* dan melakukan analisis morfologi nematoda menggunakan mikroskop. Gejala infeksi dapat terlihat dari perubahan warna kutikula larva. Larva yang menunjukkan warna hitam kecokelatan atau karamel mengindikasikan infeksi oleh nematoda dari keluarga *Steinernematidae*, sedangkan larva yang berwarna kemerahan menandakan infeksi oleh *Heterorhabditidae* (Cahyono *et al.*, 2019; Maulida *et al.*, 2021).

Dalam pelaksanaan uji baiting, larva *Tenebrio molitor* yang mati menunjukkan gejala infeksi dengan warna hitam kecokelatan, yang konsisten dengan karakteristik infeksi dari *Steinernematidae*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Pengamatan ini sangat penting dalam proses identifikasi NPS yang menginfeksi larva tersebut.



Gambar 1. Larva *Tenebrio molitor* sehat dan larva *Tenebrio molitor* terinfeksi Nematoda

Hasil pengamatan terhadap gejala pada larva *Tenebrio molitor* yang mati akibat infeksi NPS dari berbagai jenis sampel tanah menunjukkan bahwa seluruh larva tersebut mengalami perubahan warna menjadi coklat kehitaman. Berdasarkan gejala tersebut, dapat disimpulkan bahwa Nematoda Patogen Serangga (NPS) yang menginfeksi larva *T. molitor* berasal dari genus *Steinernema*. Warna hitam kecokelatan pada tubuh larva mengindikasikan bahwa telah terjadi tahapan mekanisme invasi. Tahap invasi merupakan proses saat nematoda memasuki tubuh larva melalui lubang alami seperti spirakel, anus, dan mulut, serta dapat menembus kulit (kutikula) (Syahrok & Suryaminarsih, 2023; Uhan, 2008). Selanjutnya, pada tahap evasi, nematoda melepaskan bakteri simbiosis ke dalam tubuh larva. Tahap terakhir adalah toksikogenesitas, yakni saat bakteri simbiosis menghasilkan senyawa toksin yang menyebabkan kelumpuhan saraf dan kerusakan jaringan otot pada larva inang hingga akhirnya mengakibatkan kematian. Keseluruhan tahapan tersebut berlangsung selama 1–2 hari, sehingga larva yang terinfeksi menunjukkan warna coklat kehitaman serta mengeluarkan cairan atau lendir. Setelah larva mati, nematoda berkembang biak di dalam tubuh inang

hingga dapat menghasilkan 2–3 generasi. Ketika nutrisi dalam tubuh larva telah habis, nematoda akan bermigrasi untuk mencari inang baru (Uhan, 2008). Hasil penelitian yang dilaporkan oleh Syahrok & Suryaminarsih (2023) dan Uhan (2008) sejalan dengan hasil pengamatan selama uji baiting pada berbagai sampel tanah dan proses perbanyakan menggunakan white trap. Setelah berlangsungnya tahap invasi selama 1–2 hari, pengamatan pada hari ketiga menunjukkan adanya larva *T. molitor* yang telah mati.

Identifikasi hingga tingkat genus dilakukan melalui analisis morfologi nematoda menggunakan mikroskop. Hasil pengamatan preparat menunjukkan bahwa bagian kepala nematoda tampak halus, membulat, dan tidak memiliki kait. Selain itu, tubuh nematoda berbentuk menyerupai benang, transparan, silindris, serta tidak dilengkapi dengan stylet. Morfologi tubuh nematoda entomopatogen terlihat memanjang, agak silindris, transparan, dan dilapisi oleh kutikula (Gambar 2). Karakteristik tersebut menandakan bahwa nematoda dengan kepala halus dan tidak berkait tersebut termasuk dalam genus *Steinernema* (Paster *et al.*, 2018).



Gambar 2. Nematoda Entomopatogen Hasil Isolasi dari Larva *T. Molitor* dengan Metode *White Trap*

Pengamatan morfologi nematoda entomopatogen berdasarkan morfologi khas yang dimiliki nematoda entomopatogen, yaitu tubuh nematoda berbentuk cacing, transparan, diselubungi kutikula halus, mempunyai ekor yang runcing dan tidak punya kait pada bagian anterior tubuhnya. Nematoda mempunyai sistem saraf, sistem

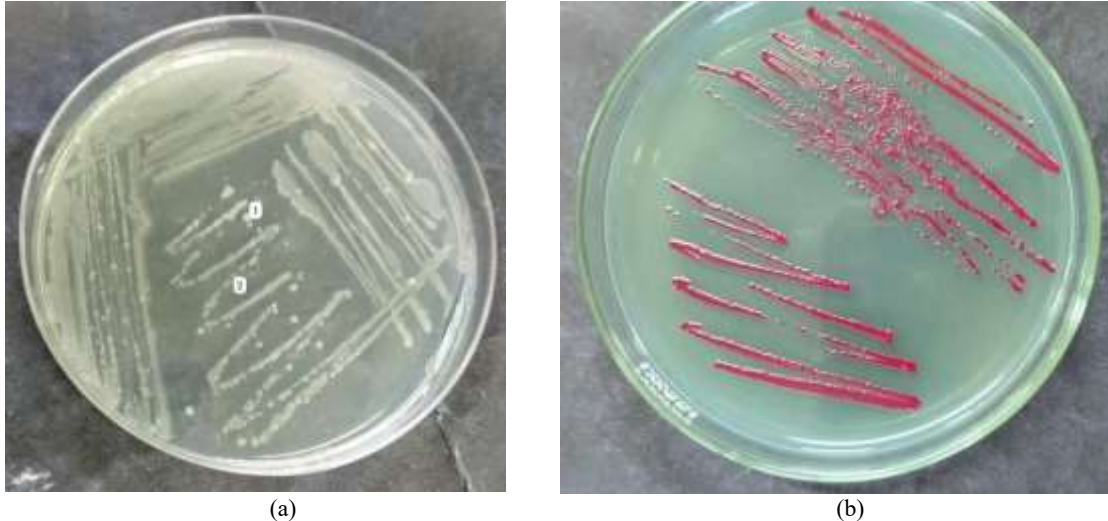
pencernaan dan sistem reproduksi (Saputra *et al.*, 2017)(Tanada *et al.*, 2012)

Berdasarkan karakteristik morfologi menunjukkan bahwa nematoda yang ditemukan adalah Filum: *Nematelminthes*, Kelas: *Secernentea*, Ordo: *Rhabditida*, Famili: *Steinernematidae*, Genus: *Steinernema*. Nematoda yang masuk ke dalam Filum *Nematelminthes* memiliki tubuh

bulat memanjang, tubuh ditutupi oleh kutikula dan tidak bersilia, alat pencernaan lengkap berupa saluran lurus dengan mulut di bagian anterior dan anus di bagian posterior, belum memiliki organ peredaran darah, cincin saraf yang mengelilingi esophagus merupakan pusat sistem saraf, dan hidup bebas atau parasit (Saputra *et al.*, 2017).

Identifikasi bakteri simbion

Hasil rekapitulasi beberapa uji yang dilakukan terhadap bakteri simbion yang diisolasi dari tubuh nematoda patogen serangga (NPS) ditunjukkan pada Gambar 3.



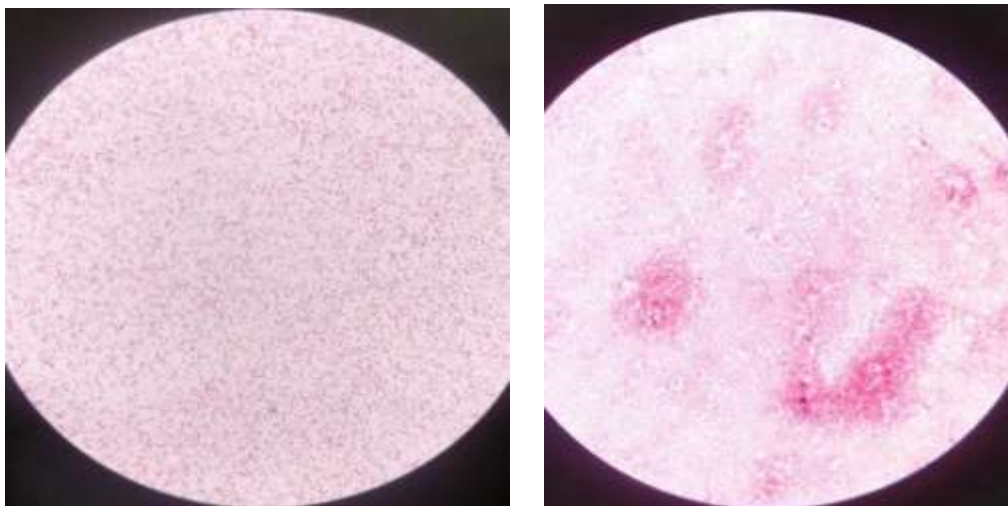
Gambar 3. Bakteri simbion hasil isolasi dari nematoda yang berasal dari berbagai lokasi (a) Ditumbuhkan pada media NA, dan (b) pada media NBTA

Koloni bakteri simbion *Xenorhabdus* yang tumbuh akan menyerap warna biru (bakteri primer) dan warna merah (bakteri sekunder). Koloni bakteri simbion dicirikan dengan bentuk bundar, agak cembung ke atas, dan membentuk alur melingkar yang tegas di bagian tepi koloni (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021; Tanada *et al.*, 2012). pada media NA koloni akan terlihat bulat mengkilat menyerupai lendir, cembung. Tepi agak rata dengan struktur dalam meneruskan cahaya, dengan warna koloni putih susu. Kemudian apabila ditumbuhkan pada media NBTA morfologi koloni bulat, cembung, tepi agak rata. Struktur dalam menyerupai pasir halus dan meneruskan sinar meskipun benda dibawahnya

tidak semua terlihat dengan jelas. Warna koloni bagian tengah merah dengan bagian tepi berwarna lebih muda, tidak terjadi penyerapan Bromothymol Blue dengan tidak adanya zona jemih pada media (Harahap & Sulistyanto, 2004).

Uji Pewarnaan Gram

Pewarnaan gram bertujuan untuk menentukan jenis bakteri secara umum berdasarkan struktur dinding sel. Hasil uji pewarnaan gram menunjukkan bahwa bakteri simbion hasil isolasi dari tubuh nematoda termasuk bakteri gram negatif (Gambar 5). Bahwa bakteri simbion *Xenorhabdus* tergolong bakteri gram negatif (Lubis, 2019; Setiawan, 2016).



Gambar 4. Bakteri simbion hasil isolasi dari tubuh nematoda termasuk bakteri gram negatif

Pewarnaan Gram menunjukkan bahwa bakteri simbion hasil isolasi dari nematoda termasuk Gram negatif, sesuai dengan karakteristik bakteri *Xenorhabdus* (Lubis, 2019; Setiawan, 2016).

Uji katalase dilakukan untuk menentukan kemampuan bakteri dalam memproduksi enzim katalase. Proses uji dilakukan di dalam laminar air flow cabinet dengan menumbuhkan bakteri pada media NA di cawan petri, yang

kemudian diinkubasi selama satu hari. Kaca objek dibersihkan dengan alkohol untuk menghilangkan lemak dan debu. Selanjutnya, satu ose isolat bakteri simbiosis diambil dan diratakan di atas kaca objek, lalu ditetesi dengan 2-3 tetes

larutan H₂O₂ 3%. Hasil pengamatan menunjukkan adanya gelembung udara di sekitar koloni bakteri simbiosis, yang mengindikasikan reaksi positif terhadap uji katalase. Hasil uji katalase dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil uji katalase terlihat adanya gelembung udara disekitar biakan koloni bakteri simbiosis

Uji Oksidase

Uji oksidase dilakukan untuk membantu mengidentifikasi kelompok bakteri dengan kemampuan bakteri melakukan oksidase. Uji ini dilakukan menggunakan kertas oksidase strip dengan cara mengoleskan bakteri

simbiosis dalam cawan. Reaksi ditunggu selama 15 detik, hasil positif ditandai dengan munculnya warna ungu, sedangkan hasil negatif ditandai dengan munculnya warna merah (Sijabat & Bakti, 2018). Hasil uji oksidase seperti terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Uji Oksidase menggunakan kertas oksidase strip menunjukkan larutan berwarna ungu (+)

Hasil rekapitulasi beberapa uji yang dilakukan terhadap bakteri simbiosis yang diisolasi dari tubuh nematoda patogen serangga (NPS) ditunjukkan pada Gambar 3.

Hasil uji terhadap bakteri simbiosis dari tubuh NPS menunjukkan bahwa bakteri tersebut bersifat Gram negatif. Selain itu, uji katalase dan uji oksidase keduanya memberikan hasil positif, yang menandakan bahwa bakteri mampu menghasilkan enzim katalase serta memiliki aktivitas oksidase.

Berdasarkan data hasil uji seperti pada Gambar 3-6 di atas dapat disimpulkan bahwa bakteri simbiosis hasil isolasi dari tubuh NPS adalah bakteri *Xenorhabdus* spp dengan karakteristik fisiologi antara lain gram negatif, katalase positif dan oksidase positif.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji baiting menggunakan larva *Tenebrio molitor*, seluruh sampel tanah dari berbagai lokasi menunjukkan adanya organisme entomopatogen yang mampu menyebabkan kematian larva. Gejala infeksi berupa

perubahan warna menjadi coklat kehitaman mengindikasikan bahwa nematoda patogen serangga yang aktif pada sampel tersebut berasal dari genus *Steinernema*. Dengan demikian, uji baiting mengonfirmasi bahwa tanah dari lokasi penelitian mengandung NPS yang berpotensi sebagai agen hayati pengendali serangga.

TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi serta Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Panca Bhakti Pontianak yang telah memfasilitasi serta memberi dukungan finansial terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Bedding RA, & Akhurst RJ. 1975. A simple technique for the detection of insect parasitic rhabditid nematodes in soil. *Nematologica*, 21(1), 109–110.

- Cahyono A, Purnawati A., Mujoko T, & Mardiyani P. 2019. Uji Patogenesis Beberapa Isolat Bakteri Simbion Nematoda Entomopatogen Terhadap Larva Krop Kubis *Crociodolomia pavonana*. *Plumula*, 7(2), 2089–8010.
- Chaerani Y, Suryadi, Priyatno T, Koswanudin D, Rahmat U, & Griffin. (2007). Isolasi Nematoda Patogen Serangga *Steinernema* dan *Heterorhabditis*. *J. HPT Tropika*, 7(1), 1–9.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2021, April 6). *Pembiakan Massal Nematoda Entomopatogen Steinernema Spp.* Kementerian Perkebunan Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Elbrense H, Elmasry AMA, Seleiman, M F, Al-Harbi MS, & El-Raheem AMA. 2021. Can symbiotic bacteria (*Xenorhabdus* and *photorhabdus*) be more efficient than their entomopathogenic nematodes against pieris rapae and pentodon algerinus larvae? *Biology*, 10(10). <https://doi.org/10.3390/BIOLOGY10100999>
- Febrianasari R, Umi Azizah M, Putri Damayanti A, & Guruh Arif Zulfahmi M. 2014. Nematoda Entomopatogen Indigenus Dalam Uji Perbandingan Efikasi Pengendalian *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) [1]. Universitas Brawijaya.
- Fukruksa C, Yimthin T, Suwannaraj M., Muangpat P, Tandhavanant S, Thanwisai A, & Vitta A. 2017. Isolation and identification of *Xenorhabdus* and *Photorhabdus* bacteria associated with entomopathogenic nematodes and their larvicidal activity against *Aedes aegypti*. *Parasites and Vectors*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2383-2>
- Saputra GO, Salbiah D, & Sutikno A. 2017. Isolasi Dan Identifikasi Morfologi Nematoda Entomopatogen Dari Lahan Pertanaman Semusim Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Dengan Menggunakan Umpan Larva *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera : Tenebrionidae). *Universitas Riau JOM Faperta*, 4(1), 1–7.
- Gazali A, & Ilhamiyah. 2022. *Hama Penting Tanaman Utama dan Taktik Pengendaliannya* (Sri Lestari, Ed.; 1st ed., Vol. 2). Universitas Islam Kalimantan Muhammad Asyad Al banjary Banjarmasin.
- Hara AH, Gaugler R, Kaya HK, & Lebeck LM. 1991. Natural Populations of Entomopathogenic Nematodes (Rhabditida: Heterorhabditidae., Steinernematidae) from the Hawaiian Islands. *Environ.Entomol*, 20(1), 211–216.
- Harahap M, & Sulistyanto D. 2004. karakteristik morfologi dan fisiologi bakteri simbion. *Entomol Ind Sept*, 1(1), 41–49.
- Hendarti I, Paster A, & Malik AF. 2023. Patogenesis Nematoda Patogen Serangga (*Steinernema carpocapsae*) Asal Tanah Gambut Terhadap Rayap Tanah (*Coptotermes curvignathus*). *Jurnal Pertanian Agros*, 25(4), 3612–3618.
- Lubis L. 2019. Bacteria simbion landscape (*Oryctes rhinoceros* L.) as a bioactivator for oil palm empty fruit bottle for organic mulsa. *ABDIMAS TALENTA*, 2(4), 1–5. <http://abdimas.usu.ac.id/Marheni,dkk.Bacteriasimbionlandscape>.
- Maulida C, Rokhim S, Zahro E, Yani No, A, Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya, B., & Raya Mojoagung, J. 2021. *Patogenesis Nematoda Entomopatogen Heterorhabditis spp. Terhadap Larva Spodoptera litura*. 6(2). <https://doi.org/10.36722/sst.v6vi2.809>
- Orozco RA, Lee MM, & Patricia Stock S. 2014. Soil sampling and isolation of Entomopathogenic nematodes (*Steinernematidae*, *Heterorhabditidae*). *Journal of Visualized Experiments*, 1(89). <https://doi.org/10.3791/52083>
- Pahlevi. 2018, April 2. *Asosiasi Perusahaan Pengendalian Hama Indonesia (ASPPHAMI)*. The 12th Pacific-Rim Termite Research Group (PRTRG).
- Paster A, Hendarti I, & Ramadhan TH. 2018. Uji Patogenesis Nematoda Patogen Serangga (*Steinernema carpocapsae*) Dari Tanah Gambut Terhadap Rayap Tanah (*Coptotermes curvignathus*). *Perkebunan Dan Lahan Tropika*, 8(2), 45–54. <https://doi.org/10.26418/plt.v8i2.29797>
- Rafli MA, Madusari S, & Soesatrijo J. 2020. Komparasi Efektivitas Metode Pengendalian Rayap *Macrotermes gilvus* Di Perkebunan Kelapa Sawit. *Agrosains Dan Teknologi*, 5(2), 1–10.
- Setiawan, B. 2016. Karakterisasi Fisiologi dan Molekuler Bakteri Simbion-Nematoda Entomopatogen Berdasarkan Sekuen Gen Pengkode 16s Rrna Dari Bromo Kabupaten Probolinggo.
- Sijabat sari octanina, & Bakti D. 2018. The Identification Of Bacterial Symbiont's Of The Larvae Oryctes Rhinoceros L. And The Role Of The Bacteria In Composting Process. *UNIMED*, 1(2), 1–5. <http://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/jcrs/article/view/9334>
- Syahrok SF, & Suryaminarsih P. 2023. Faktor Efektivitas Penggunaan Nematoda Entomopatogen. In *Exact Papers in Compilation* (Vol. 5, Issue 1).
- Tanada Y, Kaya HK, & Vega FE. 2012. insect pathology. In Fernando E. Vega (Ed.), *Insect Pathology* (1st ed., Vol. 1, pp. 1–196). Academic Press.
- Tomar P, Thakur N, Sidhu AK, Laskar BA, Hashem A, Avila-Quezada GD, & Abd Allah EF. 2023. The Isolation, Identification, and Insecticidal Activities of Indigenous Entomopathogenic Nematodes (*Steinernema carpocapsae*) and Their Symbiotic Bacteria (*Xenorhabdus nematophila*) against the Larvae of Pieris brassicae. *Horticulturae*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/horticulturae9080874>.
- Toni I, & Diba F. 2015. Subterranean Termites *Coptotermes curvignathus* Holmgren Control With Hexaflumuron On Oil Palm Plantation Elaeis guineensis Jacq. *Hutan Lestari*, 4(1), 9–20.
- Uhan TS. 2008. Bioefikasi Beberapa Isolat Nematoda Entomopatogenik *Steinernema* spp. terhadap *Spodoptera litura* Fabricius pada Tanaman Cabai di Rumah Kaca. *Hortikultura*, 18(2), 1–10. <https://doi.org/DOI:10.21082/jhort.v18n2.2008.p%0p>
- Yimthin T, Fukruksa C, Muangpat P, Dumida A, Wattanachaiyingcharoen W, Vitta A, & Thanwisai A. 2021. A study on *Xenorhabdus* and *Photorhabdus* isolates from Northeastern Thailand: Identification, antibacterial activity, and association with entomopathogenic nematode hosts. *PLoS ONE*, 16(8 August). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255943>

