

Faktor Efektivitas Penggunaan Nematoda Entomopatogen

Siti Fatimatus Syahrok^{1*}, Penta Suryaminarsih²

^{1,2} Agroteknologi UPN Jawa Timur

*Email : 21063020008@student.upnjatim.ac.id



©2019 –EPiC Universitas KH. A. Wahab Hasbullah Jombang ini adalah artikel dengan akses terbuka dibawah lisensi CC BY-NC-4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

ABSTRACT

*Biological control using entomopathogenic nematodes is one of the efforts in environmentally friendly pest control and can maintain the plant's environmental ecosystem. The mechanism of pathogenicity of EPN through bacteria associated with the infective juvenile phase so that it can kill insect pests. The presence of entomopathogenic nematodes is influenced by biotik and abiotik factors. Biotik factor includes the selection of the type of species, the number of species, and the phase of life. Meanwhile, abiotik factors include environmental conditions, soil moisture, soil temperature, soil pH, and the content of chemical fertilizers and pesticides in the soil. Conventional propagation that is efficient in energy, time, and cost, namely in vivo with baiting techniques using *Tenebrio molitor* larvae. The EPN application technique can be carried out by various means of spraying and irrigation, both using drip irrigation, pressure spraying, fog spraying, and electrostatic. Factors to note regarding pressure, nozzle type, and target pests. One of the factors of the effectiveness of EPN is the development of effective dosage formulations. The best dose at concentrations of *Heterorhabditis* sp. 400 JI/ml was reached 37.96 hours after application. Application of *Heterorhabditis* sp. in the larvae of *Spodoptera litura* caused mortality of 43% after 24 hours of application. The development of dose formulations must continue because each EPN species has different pathogenicity capabilities and depends on the target pest.*

Keywords: EPN, pathogenesity, biotic, abiotics

ABSTRAK

*Pengendalian secara hayati menggunakan nematoda entomopatogen merupakan salah satu upaya dalam pengendalian hama ramah lingkungan serta mampu menjaga ekosistem lingkungan tanaman. Mekanisme patogenesis NEP melalui bakteri yang berasosiasi dalam fase juvenil infeksi sehingga mampu membunuh serangga hama. Keberadaan nematoda entomopatogen dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik meliputi pemilihan jenis spesies, jumlah spesies dan fase hidup. Sedangkan factor abiotik meliputi kondisi lingkungan, kelembaban tanah, suhu tanah, pH tanah, dan kandungan pupuk dan pestisida kimia dalam tanah. Perbanyakkan secara konvensional yang efisien tenaga, waktu dan biaya yaitu secara in vivo dengan teknik baiting menggunakan larva *Tenebrio molitor*. Teknik aplikasi NEP dapat dilakukan dengan berbagai cara penyemprotan dan irigasi, baik menggunakan irigasi tetes, penyemprotan tekanan, penyemprotan kabut dan elektrostatis. Faktor yang perlu diperhatikan mengenai tekanan, jenis nosel dan hama sasaran. Salah satu faktor efektivitas NEP adalah pengembangan formulasi dosis yang efektif. Dosis terbaik pada konsentrasi *Heterorhabditis* sp. 400 JI/ml tercapai setelah 37,96 jam setelah aplikasi. Pengaplikasian *Heterorhabditis* sp. pada larva *Spodoptera litura* menimbulkan mortalitas sebesar 43% setelah 24 jam aplikasi. Pengembangan formulasi dosis harus terus dilakukan dikarenakan setiap spesies NEP memiliki kemampuan patogenesis berbeda dan tergantung pada hama sasaran.*

Kata Kunci: NEP, patogenesis, biotik, abiotik

PENDAHULUAN

Pengendalian hama tanaman di Indonesia masih tergantung pada penggunaan pestisida kimia. Dalam pengaplikasiannya di lapang dinilai efektif dalam pengendalian hama tetapi, dampak jangka panjang berupa pencemaran lingkungan dan dampak negatif bagi pengguna. Melihat berbagai perspektif, para petani harus mulai beradaptasi dengan penggunaan pengendalian hama secara hayati dengan memanfaatkan serangga dan mikroorganisme. Kelebihan penggunaan mikroorganisme antara lain dalam jangka panjang tidak meninggalkan residu racun pada hasil panen, keamanan bagi pengguna, serta dapat memperbaiki keanekaragaman ekosistem sekitar tanaman. Dalam perkembangannya telah dimanfaatkan berbagai jenis mikroorganisme sebagai agensia hayati pengendalian hama meliputi bakteri, virus, jamur protozoa dan nematoda (Wulandari & Kamilah, 2021).

Pengaplikasian mikroorganisme sebagai agensia hayati masih memiliki banyak kekurangan sehingga perlu pengembangan keilmuan berupa bioteknologi untuk mengurangi kendala tersebut. Bioteknologi dalam pengendalian hama dapat dilakukan dengan manipulasi genetik baik terhadap hama dan mikroorganisme dalam peningkatan daya bunuh dan keberadaan di lapang (Indrayani & Soetopo, 2014). Salah satunya pada penerapan bioteknologi nematoda entomopatogenik. Mekanisme patogenesis nematoda entomopatogen melalui bakteri yang berasosiasi dalam fase juvenil infeksi sehingga mampu membunuh serangga hama. Kematian disebabkan oleh racun yang dikeluarkan oleh bakteri simbiosis dengan cara merusak sel darah serangga (Burnel & Stock, 2000).

Teknik perbanyakan dan aplikasi entomopatogen nematoda telah banyak diterapkan di Indonesia. Menurut Rahardjo et al., (2014) pengaplikasian nematoda berpengaruh terhadap peningkatan persentase mortalitas *Plutella xylostella*. Perkembangan teknik perbanyakan entomopatogen nematoda dengan pembiakan secara *in vivo* agar keberadaan di lahan bertahan lama, serta diperoleh nematoda dalam jumlah banyak dan mudah untuk diaplikasikan oleh petani. Setelah itu dilakukan teknik aplikasi berupa penyemprotan pada sekitar perakaran dengan dosis efektif untuk meningkatkan persentase keberadaan nematoda (Wulandari & Rahmawati, 2018).

Mekanisme Patogenesis Nematoda Entomopatogen

Tahapan mekanisme nematoda entomopatogen terhadap hama melalui tiga tahapan yakni invasi,

evasi dan toksikogenitas (Chaerani dan Nurbaeti, 2007). Invasi merupakan tahapan nematoda masuk ke dalam tubuh larva melalui lubang alami (spirakel, anus, dan melalui mulut larva) dan kulit kutikula. Kemudian memasuki evasi ialah tahapan nematoda mengeluarkan bakteri simbiosis ke dalam tubuh larva dan tahapan terakhir yaitu toksikogenitas bakteri simbiosis mengeluarkan senyawa toksin yang dapat menyebabkan kelumpuhan saraf pada otot larva inang hingga menyebabkan kematian. Tahapan-tahapan berlangsung selama 1-2 hari hingga larva mati yang ditandai oleh gejala munculnya warna hijau hingga coklat pada bagian tubuh larva dan munculnya cairan atau lendir. Setelah itu, nematoda akan memperbanyak diri di dalam tubuh larva hingga induk nematoda dapat menghasilkan 2-3 generasi anakan. Setelah nutrisi dalam tubuh larva habis maka nematoda akan migrasi mencari inang baru (Uhan, 2008).

METODE

Tahapan mekanisme nematoda entomopatogen terhadap hama melalui tiga tahapan yakni invasi, evasi dan toksikogenitas (Chaerani dan Nurbaeti, 2007). Invasi merupakan tahapan nematoda masuk ke dalam tubuh larva melalui lubang alami (spirakel, anus, dan melalui mulut larva) dan kulit kutikula. Kemudian memasuki evasi ialah tahapan nematoda mengeluarkan bakteri simbiosis ke dalam tubuh larva dan tahapan terakhir yaitu toksikogenitas bakteri simbiosis mengeluarkan senyawa toksin yang dapat menyebabkan kelumpuhan saraf pada otot larva inang hingga menyebabkan kematian. Tahapan-tahapan berlangsung selama 1-2 hari hingga larva mati yang ditandai oleh gejala munculnya warna hijau hingga coklat pada bagian tubuh larva dan munculnya cairan atau lendir. Setelah itu, nematoda akan memperbanyak diri di dalam tubuh larva hingga induk nematoda dapat menghasilkan 2-3 generasi anakan. Setelah nutrisi dalam tubuh larva habis maka nematoda akan migrasi mencari inang baru (Uhan, 2008).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Faktor Biotik Dan Abiotik Nematoda Entomopatogen

Keberadaan nematoda entomopatogen dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik dalam keberhasilan pengendalian hayati menggunakan nematoda entomopatogen mempengaruhi virulensi, inang sasaran, toleransi terhadap lingkungan dan persistensi. Pemilihan jenis spesies dan jumlah

populasi harus dilakukan baik dengan pengujian laboratorium dan tahap lanjutan berupa aplikasi di lapang. Kemudian memahami tipe-tipe penyerang jenis spesies nematoda terhadap hama sasaran. Menurut (Lewis & Clarke, 2012) Nematoda entomopatogen memiliki berbagai strategi mencari makan diantaranya sebagai penyergap yaitu menunggu inang yang lewat atau sebagai penjelajah yang bergerak aktif mencari inang sasaran. Secara umum nematoda famili (Rhabditida: Steinernematidae) memiliki tipe penyergap sehingga mampu menekan serangga yang kurang bergerak di bawah tanah. Selain itu, pemilihan fase hidup NEP harus sesuai dengan tujuan pengendalian hayati. Secara umum aplikasi NEP yang diaplikasi pada tanah yaitu menggunakan NEP muda infeksiif juvenil (IJ/ha) atau (IJ/ml). Tetapi, pada hama sasaran yang keberadaannya pada batang dan daun bisa diaplikasikan dengan jumlah yang lebih banyak (Han & Dolinski, 2012). Keberadaan NEP secara umum masih memberikan pengendalian hama yang efektif sekitar 2 - 8 minggu setelah aplikasi. Sehingga perlu dilakukan aplikasi lanjutan pada musim tanam selanjutnya. Hal ini juga harus disesuaikan dengan kondisi lingkungan dan musim.

Kondisi lingkungan sekitar tanaman sangat penting terhadap keberhasilan pengaplikasian nematoda entomopatogen. Faktor abiotik meliputi: kelembaban tanah, suhu tanah, pH tanah, kandungan pupuk dan pestisida kimia dalam tanah. Kelembaban tanah diperlukan untuk kelangsungan hidup dan pergerakan NEP. Salah satu cara yaitu dengan menerapkan irigasi yang baik pada area tanaman. Hal ini juga mengantisipasi dalam cuaca hujan ekstrim yang mengakibatkan banjir sehingga akan mengurangi populasi dan membatasi pergerakan nematoda (Shapiro-Ilan et al., 2013). Setiap spesies nematoda entomopatogen memiliki suhu optimal untuk infeksi dan reproduksi. Beberapa nematoda seperti *Heterorhabditis indica*, *Steirnerma glaseri* dan *Steirnerma riobrave* memiliki sifat toleran terhadap suhu panas. Sedangkan, *Heterorhabditis megidis*, *Steirnerma feltiae* dan *Heterorhabditis marelata* lebih toleran terhadap suhu dingin (Shapiro-Ilan et al., 2014).

Kondisi pH tanah juga berkontribusi dalam keberhasilan aplikasi nematoda entomopatogen. Menurut Kanga et al (2012) pH tanah ekstrim diatas 10 atau di bawah 5 dapat mempengaruhi penyebaran dan keberadaan nematoda entomopatogen. Selain itu, tekstur tanah juga berpengaruh besar terhadap pergerakan dan kelangsungan hidup NEP. Secara keseluruhan NEP cenderung hidup pada tanah yang gembur, tanah yang padat akan menghambat pergerakan dan

mengurangi aerasi NEP (Dolinski et al., 2010). Keberhasilan NEP sebagai pengendalian hayati juga dipengaruhi oleh kandungan pupuk dan pestisida kimia dalam tanah. Umumnya, pemupukan pada takaran yang direkomendasikan berdampak kecil terhadap kelangsungan hidup dan virulensi NEP. Tetapi, tingkat pupuk kimia yang tinggi dapat menurunkan tingkat virulensi NEP (Duncan et al., 2007). Beberapa pestisida kimia yang berbahaya bagi NEP (abamectin, acephate, aldicarb, dodine, fenamiphos, methomyl, parathion, dan teflubenuron). Hubungan antara pestisida kimia dan NEP bergantung pada spesies atau populasi nematoda dan bahan kimia tertentu baik dosis dan aplikasi, sehingga perlu adanya kombinasi spesifik dan uji laboratorium dan lapang.

Teknik Perbanyakan Dan Aplikasi Nematoda Entomopatogen

Teknik perbanyakan nematoda entomopatogen dapat dilakukan melalui cara konvensional yaitu baithing (pemancingan). Perbanyakan secara konvensional dapat mengefisiensi tenaga, waktu dan biaya yaitu secara in vivo dengan teknik baiting menggunakan larva greater wax moth (*Galleria mellonella*, Lepidoptera: Pyralidae) karena semua spesies rentan terhadap nematoda entomopatogen sehingga menghasilkan juvenil infeksiif (JI) dalam jumlah yang banyak dan dapat dikomersialkan (Woodring & Kaya, 1988). Menurut hasil penelitian Shapiro-Ilan (2002) bahwa penggunaan larva alternatif dengan *Tenebrio molitor* atau ulat hongkong dapat menghasilkan juvenil infeksiif (JI) pada NEP (*Steirnerma carpocapsae* dan *Heterorhabditis bacteriophora*) dengan jumlah yang setara dengan larva *Galleria mellonella*. Selain itu, larva *Tenebrio molitor* tersedia sangat banyak di Indonesia bahkan dikomersialkan.

Teknik perbanyakan massal *Heterorhabditis indicus* pada larva *Tenebrio molitor* sangat efisien tenaga, waktu dan biaya sehingga cocok untuk diterapkan oleh petani dan usaha pertanian organik. Metode ini telah dikembangkan dengan metode infeksi menggunakan kertas saring dalam kotak plastik yang diinkubasi pada suhu kamar. Kemudian juvenil infeksiif (JI) dipanen dengan menggunakan white trap yang telah dimodifikasi untuk produksi massal (Samsudin dan Indiarti, 2013). Hasil penelitian Chaerani et al., (2015) periode pemanenan antara 10-26 hari setelah inokulasi dengan penambahan dosis inoculum juvenil infeksiif (JI) nematoda *Heterorhabditis indicus* berbanding lurus terhadap mortalitas larva *Tenebrio molitor* dan persentase juvenil yang berhasil menginfeksi. Dosis optimum pada produksi massal adalah 50 JI/larva.

Teknik aplikasi nematoda entomopatogen dapat dilakukan dengan berbagai cara penyemprotan dan irigasi, baik menggunakan irigasi tetes, penyemprotan tekanan, penyemprotan kabut dan elektrostatik (Brusselman et al., 2010). Salah satu yang dapat mempengaruhi viabilitas nematoda ialah tekanan berbagai alat penyemprotan. Hampir semua spesies nematoda entomopatogen dapat pada tekanan penyemprotan tetapi besar dan kecil tekanan dapat mempengaruhi viabilitas nematoda. Berdasarkan hasil penelitian Fife et al., (2003) penyemprotan nosel pada tekanan lebih dari 1.283 kPa mampu menurunkan viabilitas *Heterorhabditis megidis* menjadi 85%. Selain itu komponen seperti pemilihan bentuk nosel juga mempengaruhi viabilitas. Menurut Fife et al., (2006) penurunan viabilitas relative pada saat menggunakan nosel kipas datar dibandingkan dengan tipe kerucut berongga. Tetapi pada penelitian lain menyebutkan bahwa pengaplikasian nematoda entomopatogen harus menggunakan teknologi tepat guna untuk menargetkan sasaran inang yang tepat. Dengan demikian, jenis nosel dapat mempengaruhi viabilitas tetapi yang paling penting dan berpengaruh ialah teknik aplikasi harus tepat mengenai hama sasaran inang (Moreira et al.,

(2015). Berbagai mekanisme dapat dilakukan untuk meningkatkan efektivitas nematoda entomopatogen. Salah satunya dengan pengembangan formulasi dosis yang efektif. Telah dilakukan banyak penelitian mengenai formulasi dosis efektif berbagai spesies NEP terhadap hama sasaran. Menurut hasil penelitian Rahardjo et al., (2014) bahwa dosis terbaik pada konsentrasi *Heterorhabditis* sp. 400 JI/ml tercapai setelah 37,96 jam setelah aplikasi. Pada pengaplikasian *Heterorhabditis* sp. pada larva *Spodoptera litura* menimbulkan mortalitas sebesar 43% setelah 24 jam aplikasi dengan konsentrasi sebesar 7.690 JI/ml (Maulida et al., 2021). Sedangkan pada pemberian *Steinernema* sp. terhadap rayap tanah (*Macrotermes* sp.) mempengaruhi mortalitas sebesar 50% dengan pengamatan 48 jam setelah aplikasi serta konsentrasi 2242 JI/ml (Widiyaningrum et al., 2016). Dapat disimpulkan bahwa setiap spesies nematoda entomopatogen memiliki kemampuan patogenitas berbeda-beda dan tergantung pada inang sasaran. Sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai efektivitas dan dosis konsentrasi efisien pada laboratorium ataupun aplikasi lapang

SIMPULAN DAN SARAN

Pengendalian hayati menggunakan nematoda entomopatogen memiliki faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik meliputi pemilihan jenis spesies, jumlah spesies dan fase hidup. Sedangkan faktor abiotik meliputi kondisi lingkungan, kelembaban tanah, suhu tanah, pH tanah, dan kandungan pupuk dan pestisida kimia dalam tanah. Salah satu faktor efektivitas NEP adalah pengembangan formulasi dosis yang efektif. Setiap spesies nematoda entomopatogen memiliki kemampuan patogenitas berbeda-beda dan tergantung pada inang sasaran. Sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai efektivitas dan dosis konsentrasi efisien pada laboratorium ataupun aplikasi lapang.

DAFTAR RUJUKAN

Brusselman, E., Beck, B., Temmerman, F., Pollet, S., Steurbaut, W., Moens, M., & Nuyttens, D. (2010). The spray pattern of entomopathogenic nematodes. In *2010 Pittsburgh, Pennsylvania, June 20-June 23, 2010* (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.

- Burnell, A., & Stock, S. P. (2000). *Heterorhabditis*, *Steinernema* and their bacterial symbionts—lethal pathogens of insects. *Nematology*, 2(1), 31-42.
- Chaerani & B. Nurbaeti. (2007). Uji efektivitas nematoda entomopatogen (*Rhabditida*: *Steinernema* dan *Heterorhabditis*) sebagai musuh alami non endemik penggerek batang padi kuning (*Scirpophaga incertulas*). *J.HPT Tropika*, 7 (2), 74-79.
- Chaerani, T Griffin, C., (2015). Perbanyakan massal nematoda patogenik serangga *Heterorhabditis indicus* secara in vivo. *Jurnal AgroBiogen*, 5(1), 869-882.
- Dolinski, C., Pinto, C. C. S., Robaina, R. R., & Bellini, L. L. (2010). Effect of soil texture on the mobility of *Heterorhabditis baujardi* 'LPP7' (*Rhabditida*: *Heterorhabditidae*). *Nematologia Brasileira*, 34, 123-128.
- Duncan, L. W., Graham, J. H., Zellers, J., Bright, D., Dunn, D. C., El-Borai, F. E., et al. (2007). Food web responses to augmenting the entomopathogenic nematodes in bare and animal manure-mulched soil. *Journal of Nematology*, 39(2), 176-189.

- Fife, J. P., Derksen, R. C., Ozkan, H. E., & Grewal, P. S. (2003). Effects of pressure differentials on the viability and infectivity of entomopathogenic nematodes. *Biological Control*, 27(1), 65-72.
- Fife, J. P., Ozkan, H. E., Derksen, R. C., & Grewal, P. S. (2006). Using computational fluid dynamics to predict damage of a biological pesticide during passage through a hydraulic nozzle. *Biosystems Engineering*, 94, 387-396.
- Han, R., & Dolinski, C. (2012). Entomopathogenic nematode production and application technology. *Journal of Nematology*, 44, 206-217.
- Indrayani, I. G. A. A., & Soetopo, D. (2014). Bioetika pemanfaatan patogen serangga untuk pengendalian hama secara hayati.
- Lewis, E. E., & Clarke, D. J. (2012). Nematode parasites and entomopathogens. In *Insect pathology* (pp. 395-424). Academic Press.
- Kanga, F. N., Waeyenberge, L., Hauser, S., & Moens, M. (2012). Distribution of entomopathogenic nematodes in Southern Cameroon. *Journal of Invertebrate Pathology*, 109, 41-51.
- Maulida, H. C., Rokhim, S., & Zahroin, E. (2021). Patogenitas nematoda entomopatogen heterorhabditis spp. terhadap larva spodoptera litura. *Jurnal AL-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI*, 6(2), 96-101.
- Moreira, G. F., Batista, E. S. D. P., Campos, H. B. N., Lemos, R. E., & Ferreira, M. D. C. (2013). Spray nozzles, pressures, additives and stirring time on viability and pathogenicity of entomopathogenic nematodes (Nematoda: Rhabditida) for greenhouses. *Plos One*, 8(6), e65759.
- Rahardjo, B. T., Tarno, H., & Afifah, L. (2014). Efikasi nematoda entomopatogen heterorhabditis sp. isolat lokal terhadap diamond back moth *Plutella xylostella*. *Jurnal HPT (Hama Penyakit Tumbuhan)*, 2(2), 1-8.
- Samsudin, S., & Indriati, G. (2013). Sinergisme *Heterorhabditis* sp. dengan penyarungan buah dalam mengendalikan penggerek buah kakao *Conopomorpha cramerella*. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 4(1), 19-26.
- Shapiro-Ilan, D. I., & Brown, I. (2013). Earthworms as phoretic hosts for *Steinernema carpocapsae* and *Beauveria bassiana*: Implications for enhanced biological control. *Biological Control*, 66, 41-48.
- Shapiro-Ilan, D. I., Gouge, D. H., & Koppenhöfer, A. M. (2002). Factors affecting commercial success: Case studies in cotton, turf and citrus. In R. Gaugler (Ed.), *Entomopathogenic nematology* (pp. 333-355). New York: CABI.
- Shapiro-Ilan, D. I., Han, R., & Qiu, X. (2014). Production of entomopathogenic nematodes. In J. Morales-Ramos, G. Rojas, & D. I. Shapiro-Ilan (Eds.), *Mass production of beneficial organisms: Invertebrates and entomopathogens* (pp. 321-356). Amsterdam: Academic.
- Uhan, T. S. (2008). Kemangkusan Nematoda Entomopatogen *Steinernema carpocapsae* terhadap Hama Penggerek Umbi/Daun (*Phthorimaea operculella* Zell.) Kentang. *Jurnal Hortikultura*, 18 (1), 46-54.
- Widyaningrum, P., Subekti, N., & Priyono, B. (2016). Uji Patogenitas Nematoda Entomopatogen Isolat *Steinernema* sp pada Rayap Tanah *Macrotermes* sp. *Prosiding Semnas Hasil Penelitian*.
- Woodring, J. L., & Kaya, H. K. (1988). *Steinernematid and heterorhabditid nematodes: a handbook of biology and techniques. Southern cooperative series bulletin (USA)*.
- Wulandari, A., & Rahmawati, R. D. (2018). Tingkat Ploidi Paku Sayur (*Diplazium esculentum*) pada Ketinggian yang Berbeda di Gunung Semeru. *Edubiotik: Jurnal Pendidikan, Biologi dan Terapan*, 3(02), 58-63.
- Wulandari, A., & Kamilah, M. (2021). Studi kunjungan harian Arthropoda pada tanaman *Ageratum conyzoides* dan *Acalipa australis* di area pertanian Dusun Ketanon Kecamatan Diwek sebagai bahan pengembangan e-katalog Arthropoda. *BIO-EDU: Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(2), 102-112.