



Effectiveness of Several Concentrations of Entomopathogenic Nematode (*Steinernema* spp.) On Mortality of *Spodoptera exigua* Hub. in Onions

Toto Sunarto^{1)*}, Wahyu Daradjat Natawigena¹⁾, Aep Wawan Irwan¹⁾, dan Widya Wening Tyas²⁾

¹Department of Plant pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, West Java, Indonesia, 45363

²Agrotechnology Study Program, Agriculture Faculty, Padjadjaran University, Jatinangor, West Java, Indonesia, 45363

*Corresponding Author: toto.sunaarto@unpad.ac.id

Received May 05, 2023; revised June 16, 2023; accepted June 21, 2023

ABSTRACT

Spodoptera exigua is one of the main pests that attack onion. An alternative that can be done to control onion caterpillars is by using the entomopathogenic nematode (*Steinernema* spp.) that environmentally friendly. This research aimed to obtain the concentration of the entomopathogenic nematode *Steinernema* spp. that is most effective in causing mortality of *S. exigua* in onion plants. The experiment was carried out from January to August 2020 at Citeureup, North Cimahi, Cimahi City West Java. The method used in this research was an experimental method with a randomized block design, consisted of six treatments and four replications. The treatments (number of infective juvenile -IJ) were 0 IJ ml⁻¹ (control), 1000 IJ ml⁻¹, 2000 IJ ml⁻¹, 3000 IJ ml⁻¹, 4000 IJ ml⁻¹, and 5000 IJ ml⁻¹. The results showed that *Steinernema* spp. application at a concentration of 2000 IJ ml⁻¹ was the most effective concentrations in causing *S. exigua* mortality in shallot plants (85.0 ± 5.0 %) at 72 hours after application. However, there was a tendency for treatment above a density of 2000 IJ ml⁻¹ to decrease the mortality of *S. frugiperda*. Therefore, it is very necessary to consider the optimum population of nematoentomopathogens to produce high mortality of target insect pests.

Keywords: mortality, shallot plant, *Spodoptera exigua*, *Steinernema* spp.

Efektifitas Beberapa Konsentrasi Nematoda Entomopatogen (*Steinernema* spp.) terhadap mortalitas *Spodoptera exigua* Hub. pada Tanaman Bawang Merah

ABSTRAK

Spodoptera exigua merupakan salah satu hama utama yang menyerang tanaman bawang merah. Salah satu alternatif pengendalian ramah lingkungan ulat bawang adalah dengan menggunakan nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. yang paling efektif dalam menyebabkan mortalitas *S. exigua* pada tanaman bawang merah. Percobaan dilaksanakan pada bulan Januari sampai Agustus 2020 di Kelurahan Citeureup, Kecamatan Cimahi Utara, Kota Cimahi Provinsi Jawa Barat. Penelitian menggunakan metode percobaan dengan Rancangan Acak Kelompok, terdiri atas 6 perlakuan dan 4 ulangan yaitu (jumlah juvenile infective - JI) 0 JI ml⁻¹ (kontrol), 1000 JI ml⁻¹, 2000 JI ml⁻¹, 3000 JI ml⁻¹, 4000 JI ml⁻¹, dan 5000 JI ml⁻¹. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *Steinernema* spp. pada konsentrasi 2000 JI ml merupakan konsentrasi yang paling efektif dalam menyebabkan mortalitas *S. exigua* pada tanaman bawang merah (85,0 ± 5,0 %) pada 72 jam setelah aplikasi. Namun terdapat kecenderungan perlakuan di atas kepadatan 2000 JI ml⁻¹ mortalitas *S. frugiperda* semakin menurun. Oleh karena itu, sangat perlu diperhitungkan populasi nematoentomopatogen yang optimum untuk menghasilkan mortalitas yang tinggi dari serangga hama target.

Kata Kunci: mortalitas, *Spodoptera exigua*, *Steinernema* spp., tanaman bawang merah.

PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan komoditas hortikultura yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Permintaan dan kebutuhan pasar akan bawang merah di Indonesia semakin meningkat sesuai dengan bertambahnya jumlah penduduk. Berdasarkan data dari Badan Pusat

Statistik (2020), budidaya bawang merah dalam negeri masih terpusat di empat provinsi sentra produksi bawang merah yaitu Jawa Tengah, Jawa Timur, Jawa Barat, dan Nusa Tenggara Barat.

Salah satu kendala dalam budidaya bawang merah adalah adanya serangan hama. Udiarto dkk. (2005), melaporkan bahwa hama utama yang

menyerang tanaman bawang merah adalah ulat bawang (*Spodoptera exigua*). *S. exigua* merupakan salah satu jenis hama pemakan daun yang sangat penting pada pertanaman bawang merah. *S. exigua* dapat menyerang tanaman bawang merah sejak awal pertumbuhan dan dapat mengakibatkan kehilangan hasil. Setiawati *et al.* (2014), melaporkan bahwa kehilangan hasil akibat serangan *S. exigua* dapat mencapai 34-54%, bahkan serangan berat dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga 100%. Serangan berat ini biasanya terjadi pada saat musim kemarau, karena hama dapat berkembang dengan pesat. Pada musim kemarau, suhu dan kelembaban cukup mendukung untuk perkembangan telur menjadi larva (Zahroh, 2012).

Berbagai cara pengendalian *S. exigua* pada tanaman bawang merah telah dilakukan, namun hingga saat ini petani bawang merah masih mengandalkan cara pengendalian secara kimiawi dengan menggunakan insektisida sintesis (Baliadi, 2007). Akan tetapi cara pengendalian kimiawi yang tidak tepat dapat menimbulkan kerugian secara ekonomi maupun secara ekologis, seperti menurunkan kesuburan tanah, mencemari air, serta meninggalkan residu pada tanaman. Oleh karena itu, perlu dicari alternatif pengendalian lain yang efektif tetapi aman. Salah satu alternatif tersebut adalah pengendalian hayati dengan memanfaatkan musuh alaminya yaitu nematoda entomopatogen (Chaerani, 2000).

Salah satu nematoda entomopatogen (NEP) yang sudah dimanfaatkan dan berhasil dikembangkan untuk mengendalikan serangga hama adalah *Steinernema* spp. (Wagiman dkk, 2003). Bauer *et al.* (1995) menyatakan bahwa nematoda *Steinernema* spp. memiliki potensi yang besar untuk mengendalikan serangga hama dari ordo Coleoptera, Lepidoptera, Diptera, Orthoptera, dan Isoptera. Kelebihan yang dimiliki nematoda entomopatogen antara lain memiliki kisaran inang yang luas, tidak berbahaya bagi lingkungan, membunuh inang dengan cepat, dan mudah untuk dibiakkan (Kaya & Gaugler, 1993). Nematoda entomopatogen mampu membunuh serangga melalui bantuan dari bakteri simbiosis yang dibawanya. Famili Steinernematidae bersimbiosis dengan bakteri *Xenorhabdus* spp. (Boemare, 2002). Tanpa adanya bakteri simbiosis, nematoda entomopatogen tidak mampu menginfeksi serangga dengan baik.

Kemampuan NEP untuk masuk menembus tubuh inang merupakan kunci pertama keberhasilan nematoda tersebut menginfeksi inangnya. Larva *S. litura* yang terinfeksi oleh *Steinernema carpocapsae* menunjukkan kondisi yang lemah, aktivitas makan menurun, gerakan melamban, kemudian mati, serta tidak menimbulkan bau busuk (Manan & Suyanto, 2009).

Penelitian yang dilakukan oleh Uhan (2008b) menunjukkan bahwa persentase mortalitas *Agrotis ipsilon* pada tingkat kepadatan *S. carpocapsae* 2.600 JI ml⁻¹ lebih tinggi dibandingkan sipermetrin 0,5 ml/L yaitu sebesar 74,72% pada 96 jam setelah aplikasi

(JSA). Gejala serangan *A. ipsilon* yang terinfeksi oleh nematoda *S. carpocapsae* ditandai dengan perubahan warna larva dari coklat tua menjadi coklat muda, bagian tubuh menjadi lembek karena rusaknya jaringan menjadi cairan (Pustaka).

Waktu yang diperlukan oleh nematoda untuk membunuh (*lethal time*) inang berkisar 1-4 hari. Selain efektif membunuh larva, nematoda *Steinernema* spp. juga efektif menyebabkan mortalitas pada stadia prepupa dan pupa (Indrayani & Gothama, 2005).

Menurut Saefullah (2019), aplikasi *Steinernema* spp. berpengaruh nyata pada pengamatan 24 dan 48 JSA. Aplikasi *Steinernema* spp. pada konsentrasi 150 JI ml⁻¹ dan 200 JI ml⁻¹ mampu secara efektif menyebabkan mortalitas larva masing-masing sebesar 68% dan 56% ketika diaplikasikan. terhadap *Lepidiotia stigma* yang menyerang ubi jalar. Sementara itu, *Steinernema* spp. isolat lokal dengan kepadatan populasi 100 JI ml menyebabkan persentase mortalitas larva *Crocidolomia binotalis* mencapai 77 % pada 48 JSA (Subagiya, 2002).

Keunggulan nematoda sebagai pengendali hayati adalah menginfeksi dan membunuh serangga sasaran dengan cara meracuni hemolimfa (septicemia) dalam waktu yang singkat (24-48 jam) (Chaerani, 2000). Hasil penelitian Garcia *et al.* (2008) menunjukkan bahwa konsentrasi nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. 2.000 JI ml⁻¹ merupakan konsentrasi paling efektif dalam menyebabkan mortalitas larva *S. frugiperda* sebesar 90% pada 48 JSA.

Hingga saat ini, pengendalian ulat bawang dengan menggunakan nematoda entomopagen *Steinernema* spp. masih perlu dikaji lebih lanjut. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang keefektifan nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. terhadap mortalitas *S. exigua* pada tanaman bawang merah.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di Kelurahan Citeureup, Kecamatan Cimahi Utara, Kota Cimahi, Jawa Barat. Percobaan dilakukan mulai bulan Januari sampai Agustus 2020.

Alat-alat yang digunakan dalam percobaan ini adalah mikroskop (untuk pengamatan dan menghitung jumlah *Steinernema* spp.), cawan petri, kuas kecil (untuk memindahkan larva *S. exigua*), *Beaker glass*, *hand counter* (untuk menghitung *Steinernema* spp.), penggaris, pinset, pipet, *hand sprayer* (untuk menyemprot *Steinernema* spp. pada tanaman), toples transparan (untuk rearing *S. exigua*), kamera digital, sekop, polibag. Bahan-bahan yang digunakan adalah bawang merah varietas Brebes, larva *Spodoptera exigua* instar III, *Steinernema* spp. isolat Lembang, pupuk kompos, tanah, arang sekam, NPK, kantong plastik, kain kassa, kertas saring.

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan metode percobaan dengan Rancangan Acak Kelompok yang terdiri atas 6 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan sebagai berikut:

- A = Kontrol (tanpa *Steinernema* spp.) 0 JI ml⁻¹
- B = Konsentrasi *Steinernema* spp. 1.000 JI ml⁻¹
- C = Konsentrasi *Steinernema* spp. 2.000 JI ml⁻¹
- D = Konsentrasi *Steinernema* spp. 3.000 JI ml⁻¹
- E = Konsentrasi *Steinernema* spp. 4.000 JI ml⁻¹
- F = Konsentrasi *Steinernema* spp. 5.000 JI ml⁻¹

Data mortalitas larva *S. exigua* dianalisis dengan ANOVA, sedangkan untuk mengetahui perbedaan antara rata-rata perlakuan dilakukan pengujian lanjut dengan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Penanaman dan pemeliharaan tanaman bawang merah

Media tanam yang digunakan adalah campuran tanah, pupuk kompos, dan arang sekam dengan perbandingan 1:1:1. Polibag yang digunakan berukuran 30 cm x 40 cm. Campuran tanah, pupuk kompos, dan arang sekam dimasukkan ke dalam polibag sebanyak 5 kg untuk setiap polibag. Pemupukan dasar dilakukan pada saat sebelum tanam menggunakan 0,6 g urea, 0,6 g KCl, dan 0,6 g SP36 per polibag.

Sebelum bibit bawang merah ditanam, bagian ujung bibit bawang merah dipotong 1/3 bagian. Penanaman bibit dilakukan dengan membenamkan bibit ke dalam tanah sampai dengan bagian leher, kemudian disiram. Setiap polibag berisi 2 bibit bawang merah. Jarak antar polibag adalah 20 cm x 20 cm. Penyiraman dilakukan setiap hari. Tanaman bawang merah yang sudah berumur 4 minggu siap digunakan untuk percobaan.

Perbanyakkan *Steinernema* spp.

Steinernema spp. isolat Lembang diperoleh dari koleksi Laboratorium Fitopatologi Divisi Nematologi Tumbuhan, Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Perbanyakkan *Steinernema* spp. dilakukan dengan metode *White Trap*. Larva ulat hongkong (*Tenebrio molitor*) diinokulasi dengan *Steinernema* spp. dan diinkubasi selama 3 hari. Setelah 3 hari, larva *T. molitor* yang mati karena terinfeksi oleh nematoda diambil kemudian diletakkan pada kertas tisu yang berada di atas cawan Petri berdiameter 5 cm yang diletakkan terbalik diatas cawan Petri besar berdiameter 9 cm. Dalam cawan Petri yang besar diisi akuades sampai mencapai setengah permukaan cawan Petri tempat larva diletakkan (cawan Petri diameter 5 cm) sehingga kertas tisu selalu terendam air. Cawan Petri besar ditutup dan diletakkan dalam suhu kamar. Juvenil infeksi (JI) akan keluar dari tubuh larva *T. molitor* dan pindah ke dalam akuades. Setelah 5 hari, juvenil infeksi yang terkumpul pada air di cawan Petri besar dapat dipanen. Pemanenan JI dapat

dilakukan setiap 2 hari sekali selama 2 minggu dengan tetap menambahkan air dalam cawan Petri besar. Hasil panen yang diperoleh kemudian disimpan dalam botol untuk perlakuan selanjutnya. Untuk mendapatkan jumlah nematoda yang sesuai dengan perlakuan dilakukan perhitungan setiap 10 µl suspensi nematoda. Perhitungan dilakukan sebanyak 3 kali kemudian dihitung rata-ratanya, setelah itu dilakukan standarisasi jumlah nematoda per mL

Perbanyakkan larva *S. exigua*

Larva *S. exigua* diletakkan di dalam toples plastik yang ditutup dengan kain kassa yang sudah berisi pakan berupa daun bawang. Larva dibiarkan memakan daun bawang hingga menjadi pupa. Larva yang telah menjadi pupa kemudian dipindahkan ke dalam kandang perkembangbiakkan yang sudah berisi daun bawang dan madu. Pupa dibiarkan hingga menetas menjadi imago, selanjutnya imago akan bertelur pada daun bawang. Daun bawang yang telah berisi telur *S. exigua* dipelihara hingga telur menetas menjadi larva, kemudian larva dipelihara hingga instar III. Larva *S. exigua* yang digunakan sebagai bahan percobaan adalah larva instar III generasi ketiga.

Pelaksanaan Percobaan

Tahapan uji keefektifan konsentrasi *Steinernema* spp. adalah sebagai berikut:

Larva *S. exigua* instar III disiapkan, kemudian *Steinernema* spp. dimasukkan ke dalam botol *hand sprayer* dengan 6 tingkat konsentrasi sesuai perlakuan. Larva *S. exigua* instar III sebanyak 10 ekor diinfestasikan pada tanaman bawang merah berumur 4 minggu setelah tanam dalam tiap polibag. *Steinernema* spp. diaplikasikan dengan disemprotkan menggunakan botol *hand sprayer* sesuai perlakuan. Penyemprotan dilakukan merata pada tanaman bawang merah sehingga dapat terjadi kontak langsung dengan larva *S. exigua*. Dosis *Steinernema* spp. yang digunakan adalah 20 ml/polibag. Kemudian tanaman bawang merah ditutup dengan kantong plastik transparan yang telah diberi lubang dan direkat dengan menggunakan karet gelang.

Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap kematian larva *S. exigua* pada 24, 48, 72, 96, 120, dan 144 jam setelah aplikasi (JSA). Mortalitas larva *S. exigua* dihitung dengan rumus:

$$\text{Mortalitas (\%)} = \frac{\text{Jumlah } S. \text{ exigua yang mati}}{\text{Jumlah } S. \text{ exigua yang diuji}} \times 100\% \text{ .. (1)}$$

Pengamatan terhadap gejala serangan pada larva *S. exigua* yang terinfeksi oleh *Steinernema* spp. meliputi perubahan warna, bentuk tubuh, perilaku larva.

Hubungan antara konsentrasi *Steinernema* spp. dengan mortalitas *S. exigua* untuk menentukan Lethal Konsentrasi (LC). Hubungan waktu pengamatan dengan mortalitas *S. exigua* untuk menentukan Lethal Time (LT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mortalitas Larva *S. exigua*

Mortalitas larva *S. exigua* akibat infeksi NEP (Nematoda Entomopatogen) *Steinernema* spp. pada berbagai konsentrasi (Tabel 1.). Aplikasi *Steinernema* spp. menyebabkan terjadinya peningkatan mortalitas *S. exigua* pada tanaman bawang merah dibandingkan dengan mortalitas *S. exigua* pada kontrol (tanpa *Steinernema* spp.). Aplikasi *Steinernema* spp. mulai menyebabkan mortalitas *S. exigua* pada 24 jam setelah aplikasi (JSA). Peningkatan mortalitas *S. exigua* terjadi pada pengamatan 24 JSA sampai 144 JSA. Adanya perbedaan mortalitas *S. exigua* disebabkan oleh

pengaruh aplikasi beberapa konsentrasi *Steinernema* spp. yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa kepadatan populasi nematoda memberikan pengaruh yang nyata terhadap mortalitas *S. exigua*. Masa infeksi NEP dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya umur serangga, suhu, dan virulensi *Steinernema* spp. seperti yang dikemukakan Wagiman dkk. (2003) bahwa perbedaan tinggi rendahnya mortalitas serangga yang terinfeksi dipengaruhi oleh virulensi *Steinernema* spp., umur, dan kerentanan serangga inang. Pada saat percobaan, suhu berkisar antara 18 °C sampai 31 °C, hal ini sesuai untuk pertumbuhan *Steinernema* spp. Suhu ideal untuk pertumbuhan *Steinernema* spp. adalah 27 °C yang dicapai pada pukul 09.00-15.00.

Tabel 1. Mortalitas Larva *S. exigua* pada beberapa konsentrasi *Steinernema* spp. pada minggu ke-5 setelah tanam

Perlakuan	% Mortalitas <i>Spodoptera exigua</i> ± SE											
	24 JSA		48 JSA		72 JSA		96 JSA		120 JSA		144 JSA	
A. Kontrol (tanpa <i>Steinernema</i> spp.)	0,0 ± 0,0	a	0,0 ± 0,0	a	0,0 ± 0,0	a	2,5 ± 2,5	a	2,5 ± 2,5	a	2,5 ± 2,5	a
B. <i>Steinernema</i> spp. 1000 JI ml	7,5 ± 2,5	ab	22,5 ± 4,8	b	40,0 ± 7,1	b	50,0 ± 4,1	b	57,5 ± 2,5	b	65,0 ± 2,9	b
C. <i>Steinernema</i> spp. 2000 JI ml	22,5 ± 2,5	c	52,5 ± 4,8	c	85,0 ± 5,0	c	97,5 ± 2,5	d	100,0 ± 0,0	c	100,0 ± 0,0	c
D. <i>Steinernema</i> spp. 3000 JI ml	20,0 ± 4,1	bc	50,0 ± 4,1	c	77,5 ± 4,8	c	87,5 ± 2,5	cd	95,0 ± 2,9	c	100,0 ± 0,0	c
E. <i>Steinernema</i> spp. 4000 JI ml	17,5 ± 4,8	bc	47,5 ± 4,8	c	75,0 ± 2,9	c	85,0 ± 2,9	c	95,0 ± 2,9	c	97,5 ± 2,5	c
F. <i>Steinernema</i> spp. 5000 JI ml	15,0 ± 6,5	bc	45,0 ± 6,5	c	72,5 ± 4,8	c	82,5 ± 4,8	c	92,5 ± 4,8	c	95,0 ± 2,9	c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

JSA : Jam Setelah Aplikasi

SE : Standar Error

Berdasarkan Tabel 1, kematian larva *S. exigua* terinfeksi NEP terjadi pada 24 JSA pada semua perlakuan kecuali pada kontrol. Hal ini diduga karena larva *S. exigua* terinfeksi NEP melalui mulutnya sesuai dengan yang dikemukakan Widjaya (1999) bahwa infeksi melalui mulut menyebabkan kematian serangga dengan cepat yaitu pada hari pertama sampai hari kedua setelah infeksi, sedangkan jika melalui permukaan kulit kematian terjadi pada hari kelima setelah infeksi. Pada waktu yang singkat (24 jam setelah aplikasi), tingkat mortalitas yang dihasilkan relatif rendah. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan Wagiman dkk. (2003) bahwa kemampuan *Steinernema* spp. untuk masuk dan berkembangbiak serta menghasilkan infeksi dalam tubuh serangga dimulai dari 24 JSA sampai 48 JSA. Tingkat mortalitas yang rendah ini berkaitan dengan mekanisme penyerangan NEP yang membutuhkan waktu untuk menyebabkan kematian pada inang.

Pada pengamatan 24 JSA, *Steinernema* spp. sudah menginfeksi larva *S. exigua* dan melepaskan bakteri simbiosis (*Xenorhabdus* sp.) di dalam rongga tubuh serangga (*hemocoel*), dan bakteri ini menghasilkan racun (eksotoksin dan enzim ekstraseluler) yang dapat mematikan larva *S. exigua*. Aplikasi *Steinernema* spp. 2000 JI ml⁻¹ menyebabkan mortalitas larva *S. exigua* tertinggi yaitu 22,5 ± 2,5 % yang tidak berbeda nyata dengan mortalitas *S. exigua* pada aplikasi *Steinernema* spp. 3000, 4000, 5000 JI ml⁻¹, tetapi berbeda nyata dengan mortalitas *S. exigua* pada aplikasi *Steinernema* spp. 1000 JI ml⁻¹ dan kontrol (tanpa *Steinernema* spp.).

Pada pengamatan 48 JSA, jumlah *Steinernema* spp. yang menginfeksi larva *S. exigua* semakin meningkat, sehingga racun yang dihasilkan oleh bakteri semakin banyak, mengakibatkan kematian larva *S. exigua* bertambah. Aplikasi *Steinernema* spp. 2000 JI ml menyebabkan mortalitas larva *S. exigua* tertinggi yaitu 52,5 ± 4,8 %

yang tidak berbeda nyata dengan mortalitas *S. exigua* pada aplikasi *Steinernema* spp. 3000, 4000, 5000 JI ml⁻¹, tetapi berbeda nyata dengan mortalitas *S. exigua* pada aplikasi *Steinernema* spp. 1000 JI ml⁻¹ dan kontrol.

Pada pengamatan 72 JSA, kematian *S. exigua* makin bertambah, karena jumlah *Steinernema* spp. yang menginfeksi larva *S. exigua* semakin banyak. Aplikasi *Steinernema* spp. 2000 JI ml⁻¹ menyebabkan mortalitas larva *S. exigua* tertinggi yaitu 85,0 ± 5,0 % yang tidak berbeda nyata dengan mortalitas *S. exigua* pada aplikasi *Steinernema* spp. 3000, 4000, 5000 JI ml⁻¹, tetapi berbeda nyata dengan mortalitas *S. exigua* pada aplikasi *Steinernema* spp. 1000 JI ml⁻¹ dan kontrol (tanpa *Steinernema* spp.).

Pada pengamatan 96 JSA, terjadi mortalitas *S. exigua* pada kontrol sebesar 2,5 ± 2,5%. Aplikasi *Steinernema* spp. 2000 JI ml⁻¹ menyebabkan mortalitas larva *S. exigua* tertinggi yaitu 97,5 ± 2,5 % yang tidak berbeda nyata dengan mortalitas *S. exigua* pada aplikasi *Steinernema* spp. 3000 JI ml⁻¹, tetapi berbeda nyata dengan mortalitas *S. exigua* pada aplikasi *Steinernema* spp. 1000, 4000, 5000 JI ml⁻¹ dan kontrol.

Pada pengamatan 120 JSA, aplikasi *Steinernema* spp. 2000 JI ml⁻¹ berhasil menyebabkan mortalitas larva *S. exigua* sebesar 100,0 ± 0 %. Pada pengamatan 144 JSA, aplikasi *Steinernema* spp. 2000 JI ml⁻¹ dan 3000 JI ml⁻¹ mampu menyebabkan mortalitas *S. exigua* sebesar 100,0 ± 0 %. Aplikasi *Steinernema* spp. 4000 JI ml⁻¹ dan 5000 JI ml⁻¹ menyebabkan mortalitas *S. exigua* masing-masing 97,5 ± 2,5% dan 95,0 ± 2,9 %. Dengan demikian aplikasi *Steinernema* spp. 2000, 3000, 4000, dan 5000 JI ml⁻¹ efektif terhadap *S. exigua* pada tanaman bawang merah. Hal ini sesuai dengan Baliadi dkk. (2008) yang menyatakan bahwa nilai keefektifan suatu agens hayati dalam konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT) ditentukan berdasarkan tingkat kematian serangga uji yaitu 70% sampai 80%.

Pada pengamatan 24 JSA sampai 144 JSA, mortalitas larva *S. exigua* semakin meningkat seiring dengan lamanya waktu perlakuan. Berdasarkan Tabel 1, peningkatan mortalitas *S. exigua* terjadi pada aplikasi *Steinernema* spp. 1000 JI ml⁻¹ dan 2000 JI ml⁻¹. Peningkatan mortalitas tersebut meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi yang diaplikasikan. Aplikasi konsentrasi yang lebih tinggi memungkinkan terjadinya penginfeksian yang lebih besar. Semakin tinggi konsentrasi inokulum, maka semakin tinggi pula jumlah nematoda yang menginfeksi. Jika jumlah nematoda yang menginfeksi meningkat, maka kerusakan jaringan tubuh larva pun akan semakin parah. Namun, peningkatan mortalitas serangga uji akibat penambahan konsentrasi NEP tersebut hanya sampai batas tertentu karena selanjutnya penambahan konsentrasi nematoda tidak mampu meningkatkan mortalitas (Suyanto & Munadjat, 2004).

Mortalitas menjadi semakin menurun, tetapi masih tidak berbeda nyata dengan mortalitas tertinggi. Hal ini terjadi diduga karena persaingan yang terjadi dalam memperebutkan tempat menginfeksi di dalam

tubuh serangga. Hal ini dapat terlihat pada aplikasi *Steinernema* spp. 3000, 4000, 5000 JI ml⁻¹ yang mengalami penurunan tingkat mortalitas dari aplikasi *Steinernema* spp. 2000 JI ml⁻¹. Meskipun mengalami penurunan mortalitas, aplikasi *Steinernema* spp. 3000, 4000, 5000 JI ml⁻¹ masih mampu memberi pengaruh yang nyata terhadap mortalitas larva *S. exigua* sama seperti aplikasi *Steinernema* spp. 2000 JI ml⁻¹. Hal ini diduga karena kepadatan populasi nematoda sebesar 3000 JI ml⁻¹, 4000 JI ml⁻¹, dan 5000 JI ml⁻¹ belum melebihi batas kompetensi nematoda pada suatu aplikasi. Karena apabila terjadi kepadatan populasi nematoda yang melebihi batas optimal, diduga akan mengakibatkan penurunan efektifitas nematoda tersebut.

Mortalitas *S. exigua* akibat infeksi *Steinernema* spp. pada aplikasi *Steinernema* spp. 2000, 3000, 4000, dan 5000 JI ml⁻¹ tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata dengan aplikasi *Steinernema* spp. 1000 JI ml⁻¹ dan kontrol. Aplikasi *Steinernema* spp. pada konsentrasi 2000 JI ml⁻¹ menyebabkan mortalitas tertinggi *S. exigua* sebesar 85,0 ± 5,0 %; 97,5 ± 2,5 %; dan 100,0 ± 0,0 % pada 72 JSA, 96 JSA, dan 120 JSA. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa konsentrasi 2000 JI ml⁻¹ merupakan konsentrasi yang paling efektif untuk membunuh *S. exigua* pada tanaman bawang merah.

Gejala Larva *S. exigua* yang Terinfeksi oleh *Steinernema* spp.

Gejala pada larva *S. exigua* yang mati akibat infeksi oleh *Steinernema* spp. mengalami perubahan warna tubuh dari hijau menjadi hitam. Hal ini menunjukkan bahwa NEP yang menyerang larva adalah benar *Steinernema* spp., dan dari hasil pembedahan larva ditemukan *Steinernema* spp. Menurut Zahro'in (2010), gejala serangan pada inang yang mati akibat infeksi *Steinernema* spp. dapat dikenali dengan adanya perubahan warna menjadi hitam. Selain itu terdapat perubahan tekstur tubuh larva yang mengeluarkan cairan dari dalam tubuhnya karena jaringan yang berada di dalam tubuhnya rusak. Hal tersebut sesuai dengan yang dikemukakan Nugrohorini (2010), bahwa gejala serangan yang diakibatkan NEP ditandai dengan tubuh serangga menjadi lunak dan apabila dibedah, jaringan tubuh berubah menjadi cair dan tidak berbau. Perubahan tersebut diduga diakibatkan oleh kerja NEP yang menginfeksi serangga dengan cara meracuni hemolimfa (cairan serangga). Hal ini sesuai dengan pernyataan Simoes & Rosa (1996), bahwa perubahan warna dan perubahan tekstur tubuh yang terjadi pada serangga diakibatkan karena adanya bakteri simbiosis *Xenorhabdus* sp. yang berada pada tubuh nematoda, bakteri tersebut mengeluarkan eksotoksin dan enzim ekstraseluler yang akhirnya merusak hemolimfa serangga, selanjutnya nematoda akan menyebabkan paralisis pada serangga yang kemudian diikuti dengan kematian serangga.

Lethal Concentration (LC) dan Lethal Time (LT)

Hubungan konsentrasi dengan kematian serangga uji pada 72 jam setelah aplikasi menunjukkan bahwa semakin meningkat konsentrasi *Steinernema* spp. yang diaplikasikan, maka akan terjadi peningkatan mortalitas *S. exigua* 1,31 %, sedangkan hubungan antara waktu aplikasi dengan kematian serangga uji

pada perlakuan 2000 JI ml⁻¹ menunjukkan bahwa semakin meningkat waktu pengamatan setelah aplikasi *Steinernema* spp., maka akan terjadi peningkatan mortalitas *S. exigua* 83,33 %. Populasi *Steinernema* sp. yang dibutuhkan untuk mematikan 50 % serangga uji yaitu 1.887 juvenil infective per ml dengan waktu kematian 50 % serangga uji sekitar 46 jam (Tabel 2.).

Tabel 2. Hubungan antara konsentrasi *Steinernema* spp. (X) dengan mortalitas *S. exigua* (Y) pada pengamatan 72 jam setelah aplikasi dan Hubungan antara waktu pengamatan setelah aplikasi *Steinernema* spp. (X) dengan mortalitas *S. exigua* (Y) pada konsentrasi *Steinernema* spp. yang paling efektif (2000 JI ml⁻¹).

Peubah	Persamaan Regresi	
Lethal Concentration (LC)	$Y = 25,476 + 0,013X_C$	LC ₅₀ = 1.886,46 JI ml ⁻¹
Lethal Time (LT)	$Y = 11,500 + 0,833X_T$	LT ₅₀ = 46,22 Jam

Keterangan : X_C : Konsentrasi yang dibutuhkan untuk mematikan 50% serangga uji.

X_T : Waktu yang dibutuhkan untuk mematikan 50% serangga uji.

JI : Juvenil infektif

KESIMPULAN

Aplikasi *Steinernema* spp. pada konsentrasi 2000 JI ml adalah konsentrasi yang paling efektif dalam menyebabkan mortalitas *S. exigua* pada tanaman bawang merah (85,0 ± 5,0 %) pada 72 jam setelah aplikasi. Namun, dengan semakin meningkatnya konsentrasi nematoda yang diberikan terdapat kecenderungan menurunnya mortalitas serangga uji yang disebabkan oleh adanya kompetisi dalam populasi nematoda *Steinernema* sp. Oleh karena itu dalam aplikasi nematoda entomopatogen sangat perlu diperhitungkan populasi yang optimum untuk menghasilkan mortalitas serangga hama target dan tidak mengakibatkan dampak negatif terhadap kinerja nematoda entomopatogen.

DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2020. Data badan pusat statistik komoditas hortikultura di Indonesia. (Diakses di <https://www.bps.go.id/site/resultTab> pada 20 November 2020).
- Baliadi Y. 2007. Potensi Nematoda Entomopatogen untuk Mengendalikan Ulat Grayak pada Tanaman Kedelai. Buletin Palawija, No. 13.
- Baliadi Y, Tengkan W, Bedjo S & Subandi. 2008. Pedoman penerapan rekomendasi pengendalian hama terpadu tanaman kedelai di Indonesia. Puslitbangtan-Balitkabi. Jurnal Litbang, Vol. 27 (4): 108.
- Bauer ME, Kaya HK & Thurston GS. 1995. Factor affecting entomopathogen nematode infection of *Plutella xylostella* on a leaf surface. Entomologia Experimentalis et Applicata, Vol. 77(3): 239-250. DOI:10.1111/j.1570-7458.1995.tb02321.x
- Boemare N. 2002. Biology, Taxonomy, and Systematics of *Photorhabdus* and *Xenorhabdus*. In Gaugler R. Entomopathogenic Nematology. CABI: New York, Chapter 2: 35.

- Chaerani. 2000. Efektifitas Nematoda Patogen Serangga terhadap Hama Tanaman Pangan. Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan. Bogor.
- Indrayani, IGAA, & Gothama AAA. 2005. Efektivitas Nematoda Entomopatogen *Steinernema* spp. pada Hama Utama Beberapa Tanaman Perkebunan dan Hortikultura. Jurnal Litri, Vol. 11 (2): 60-66. DOI: 10.21082/litri.v11n2.2005.%p
- Kaya HK, & Gaugler R. 1993. Entomopathogenic Nematodes. Annual Review of Entomology, Vol. 38: 181-206. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.38.010193.001145>
- Mana A, & Suyanto A. 2009. Kemempnaan Isolat Lokal Nematoda Entomopatogen *Steinernema carpocapsae* Poinar untuk Pengendalian Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) pada Tanaman Kubis. Jurnal Pembangunan Pedesaan, Vol. 9 (1): 35-42. <http://jurnal.lppm.unsoed.ac.id/ojs/index.php/Pembangunan/article/view/152>
- Nugrohorini. 2010. Eksplorasi Nematoda Entomopatogen pada Beberapa Wilayah di Jawa Timur. Jurnal Pertanian MAPETA, Vol. 12 (2): 72-144. <http://ejournal.upnjatim.ac.id/index.php/mapeta/article/view/215>
- Setiawati W, Hasyim A, Hudaya A, & Shepard BM. 2014. Evaluation of Shade Nets and Nuclear Polyhedrosis Virus (SeNPV) to Control *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) on Shallot in Indonesia. Journal AAB Bioflux, Vol. 6 (1): 88-97. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20143329274>
- Simoes N, & Rosa JS. 1996. Pathogenicity and Host Specificity of Entomopathogenic Nematodes. Journal of Biocontrol Science and Technology, Vol. 6: 403-411. DOI: 10.1080/09583159631370
- Subagiya. 2002. Patogenisitas Nematoda *Steinernema carpocapsae* (All) dan Simbiotik Bakteri *Xenorhabdus nematophilus* pada Ulat Jantung

- Kubis (*Crocidolomia binotalis* Zell). Jurnal Agrosains, Vol 4. (2): 1-7.
- Suyanto A, & Munadjat A. 2004. Kemempnan Nematoda Entomopatogenik *Steinernema carpocapsae* Poinar (Nematoda: Steinernematidae) terhadap Hama Ulat Grayak *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae) pada Tanaman Kubis. Agrin, Vol. 8 (2): 84-90.
- Udiarto BK, Setiawati W. & Suryaningsih E. 2005. Pengenalan Hama dan Penyakit pada Tanaman Bawang Merah dan Pengendaliannya. Panduan Teknis PTT Bawang Merah No. 2, Balitsa Lembang.
- Uhan TS. 2008b. Keefektifan Nematoda Entomopatogen *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae) Isolat Lembang terhadap Mortalitas Larva *Agrotis ipsilon* Hufn. (Lepidoptera: Noctuidae) pada Tanaman Kubis di Rumah Kaca. Jurnal Hortikultura, Vol. 18 (2): 165-174. DOI: 10.21082/jhort.v18n2.2008.p%p
- Wagiman FX, Trimman B & Astuti RrS. 2003. Keefektifan *Steinernema* spp. terhadap *Spodoptera exigua*. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia, Vol. 9 (1): 22-27. <https://doi.org/10.22146/jpti.12280>
- Widjaya, AW. 1999. Pemanfaatan Nematoda *Steinernema* spp. untuk Pengendalian Ulat *Crocidolomia binotalis* pada Pertanaman Kubis. Makalah Teknologi Hasil Penelitian Pendukung PHT. Program Nasional PHT. Departemen Pertanian. Jakarta. 24p.
- Zahroh, N. F. 2012. Pengaruh Iklim terhadap Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) pada Tanaman Kacang Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor.
- Zahro'in. 2010. Nematoda Entomopatogen Agen Pengendalian Hayati Mematikan tetapi Ramah Lingkungan. <http://ditjenbun.pertanian.go.id>. (Diakses pada 5 September 2020)

