

Bioefikasi Beberapa Isolat Nematoda Entomopatogenik *Steinernema* spp. terhadap *Spodoptera litura* Fabricius pada Tanaman Cabai di Rumah Kaca

Uhan, T.S.

Balai Penelitian Tanaman Sayuran Jl. Tangkuban Parahu No. 517, Lembang, Bandung 40391
Naskah diterima tanggal 26 November 2007 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 13 Desember 2007

ABSTRAK. Percobaan dilakukan di Rumah Kaca Balai Penelitian Tanaman Sayuran dari bulan Agustus sampai Oktober 2003. Percobaan ini bertujuan mengetahui isolat dan tingkat kepadatan populasi entomopatogen yang efektif terhadap larva *Spodoptera litura* pada tanaman cabai. Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok dengan 21 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang diuji yaitu 5 macam isolat *Steinernema* spp. dari Jombang, Lembang, Medan, Solo, dan Yogyakarta. Masing-masing isolat dicoba dengan 4 tingkat kepadatan populasi nematoda, yaitu (200, 400, 800, dan 1.600 JI/ml serta kontrol. Hasil percobaan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan infektivitas antara *Steinernema* spp. isolat Jombang, Lembang, Medan, Solo, dan Yogyakarta. Isolat Lembang merupakan isolat yang paling infeksiif yang menyebabkan mortalitas tertinggi terhadap *S. litura* pada kepadatan 200, 400, dan 800 JI/ml, masing-masing sebesar 23,9, 51,1, dan 78,3% pada 120 jam setelah aplikasi dan LT_{50} yang terpendek yaitu 33,7565 jam setelah aplikasi.

Katakunci: *Capsicum annuum*; *Spodoptera litura*; *Steinernema* spp.; Entomopatogenik; Efikasi

ABSTRACT. Uhan, T.S. 2008. Bioefficacy of Some Strains of Entomopathogenic Nematode *Steinernema* spp. Against *Spodoptera litura* Fabricius on Red Chili in the Greenhouse. The objective of this research was to study the infection capacity of entomopathogenic nematodes *Steinernema* spp. strains Jombang, Lembang, Medan, Solo, and Yogyakarta on *Spodoptera litura* on red chili in the greenhouse. The experiment was carried out in the Laboratory of Pest and in the Greenhouse of Indonesian Vegetable Research Institute at Lembang, Bandung District, from August-October 2003. The experiment was arranged in a randomized block design with 21 treatments and 4 replications. The treatments were 5 strains of *Steinernema* spp. (strain Jombang, Lembang, Medan, Solo, and Yogyakarta) with 4 level of nematode population (200, 400, 800, 1.600 JI/ml), and control. The results showed that there were differences in the capacity of infection among the strain of *Steinernema* spp. tested. Strain Lembang was the most infectious, which caused the highest mortality on *S. litura*. Population of *Steinernema* spp. at 200, 400, and 800 JI/ml caused mortality of *S. litura* up to 23.9; 51.1; and 78.3% respectively, at 120 hours after application. The LT_{50} of strain Lembang was also the shortest (33.7565 hours after application).

Keywords: *Capsicum annuum*; *Spodoptera litura*; *Steinernema* spp.; Entomopathogenic; Efficacy.

Salah satu hama penting pada tanaman cabai adalah *Spodoptera litura*. Ulat ini dapat menyerang daun dan buah cabai. Gejala serangan pada buah cabai ditandai dengan timbulnya lubang tidak beraturan pada permukaan buah. Serangan berat biasanya terjadi pada musim kemarau. Rangga Rao dan Shanower (1988) melaporkan bahwa dalam 1 tahun terdapat 12 generasi. Selanjutnya Nakasiji dan Matsozaki (1977) juga melaporkan bahwa bila pada tanaman cabai merah terdapat 1,5 larva/tanaman maka dapat menurunkan hasil sebesar 10%. Untuk mengatasi kendala tersebut, pada umumnya petani menitikberatkan penanggulangannya pada penggunaan insektisida. Basuki (1988) menemukan bahwa penggunaan pestisida untuk mengendalikan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) pada tanaman cabai merah di daerah Kemurang Kulon, Kabupaten

Brebes, Jawa Tengah, mencapai 51% dari biaya produksi variabel setiap hektarnya. Dilaporkan Stallen *et al.* (1990) bahwa penggunaan pestisida oleh petani cabai merah di daerah Brebes sudah sangat intensif dengan frekuensi penyemprotan 2-3 kali/minggu dengan dosis yang cukup tinggi. Penggunaan yang tidak bijaksana dapat menimbulkan dampak negatif seperti semakin meningkatnya ketahanan resistensi hama terhadap pestisida, menurunnya populasi musuh alami (parasitoid dan predator), dan pencemaran lingkungan. Pengendalian hama menggunakan sumberdaya hayati merupakan salah satu alternatif karena aman, murah, dan termasuk komponen PHT yang aman terhadap lingkungan. Penelitian pemanfaatan pengendali hayati serangga hama sampai saat ini masih terus diupayakan, salah satunya adalah penelitian pemanfaatan nematoda

entomopatogen. Bauer *et al.* (1995), Richter dan Fuxa (1990), dan Ricci *et al.* (1996) menyatakan bahwa nematoda dari famili Steinernematidae dan Heterorhabditidae memiliki potensi yang besar untuk mengendalikan serangga yang hidup di tanah, habitat kriptik, dan yang hidup pada permukaan daun. Selain itu, nematoda dapat mencari sendiri inangnya, membunuh inang dengan cepat, bersifat *broad spectrum*, serta aman terhadap tanaman, invertebrata, dan vertebrata. Menurut Ricci *et al.* (1996), dan Bauer *et al.* (1995), nematoda *Steinernema* spp. memiliki potensi yang besar untuk mengendalikan hama dari ordo Coleoptera, Lepidoptera, Diptera, Orthoptera, dan Isoptera yang hidup di permukaan tanah (permukaan daun, penggerek batang) dan di dalam tanah. Menurut Kaya dan Gaugler (1993), beberapa kelebihan yang dimiliki nematoda ini adalah kisaran inang yang luas, tidak berbahaya bagi pemakai, mampu membunuh inang dengan cepat, dan mudah dikembangbiakkan baik secara *in vivo* maupun secara *in vitro*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Shannag dan Capinera (1995) diketahui bahwa nematoda *Steinernema* spp. dapat menyebabkan mortalitas pada ulat melon (*Diapania hyalinae* L.). Klein (1990) melaporkan bahwa nematoda *S. carpocapsae* (Zull) dapat menyebabkan mortalitas pada *Cyclocephala borealis*.

Uhan dan Sastrosiswojo (1996) melaporkan bahwa di sentra produksi tanaman sayuran dataran tinggi telah ditemukan nematoda yang dapat membunuh hama dari golongan Lepidoptera, yaitu *Crociodomia pavonana*, *Plutella xylostella* (L.), *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera* spp., dan *Agrotis ipsilon* Hubn. Beberapa penelitian mengenai pemanfaatan agens pengendali hayati yang telah dilakukan menunjukkan adanya perbedaan patogenisitas antara strain nematoda entomopatogen dalam membunuh serangga inang (Kaya dan Gaugler 1993). Demikian pula dengan pemanfaatan nematoda entomopatogen, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Shannag dan Capinera (1995) diketahui bahwa konsentrasi nematoda entomopatogen yang diaplikasikan berpengaruh terhadap mortalitas ulat melon (*D. hyalinata* L.). Uhan (2005) melaporkan bahwa *Steinernema* spp. isolat

Lembang efektif untuk mengendalikan *C. pavonana* dengan kepadatan 800 JI/ml dapat menyebabkan mortalitas 82,22% di rumah kaca. Begitu pula pada pengujian terhadap *S. litura* di rumah kaca, dengan kepadatan populasi 400 JI/ml dan 800 JI/ml *Steinernema* spp. isolat Lembang dapat menyebabkan mortalitas yg cukup tinggi, yaitu 87,50 dan 95,50% (Uhan 2006). Dengan adanya hal tersebut, maka walaupun kemampuan nematoda entomopatogen dalam mengendalikan serangga hama telah banyak dilaporkan, tetapi keefektifan beberapa isolat lokal selain isolat Lembang, dalam mengendalikan larva *S. litura* belum dilaporkan.

Pemanfaatan musuh alami lokal yang lebih baik daripada strain dari luar menjadi dasar pentingnya pencarian isolat lokal nematoda entomopatogen yang baik guna mengendalikan hama *S. litura* (Wagiman *et al.* 2001). Berdasarkan latar belakang tersebut maka masalah yang dapat diidentifikasi adalah (1) adakalanya perbedaan infektivitas antara 5 isolat nematoda *Steinernema* spp. dari berbagai daerah terhadap *S. litura* pada tanaman cabai dan (2) isolat yang paling infektif terhadap *S. litura*. Penelitian bertujuan mengetahui infektivitas isolat nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. yang dikoleksi dari berbagai daerah isolat Jombang, Lembang, Medan, Solo, dan Yogyakarta terhadap *S. litura* pada tanaman cabai di rumah kaca di Lembang.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Rumah Kaca Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang mulai bulan Agustus sampai Oktober 2003. Penelitian dilakukan dengan rancangan acak kelompok yang terdiri dari 21 perlakuan dan 4 ulangan serta uji perbedaan perlakuan dengan Uji Scott-Knott pada taraf nyata 5%. Efikasi nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. diuji dengan mengaplikasikan nematoda sesuai perlakuan terhadap 10 larva *S. litura* instar-3 per cawan petri ukuran diameter 9 cm. Macam perlakuan seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Macam perlakuan yang diuji (Treatments tested)

Perlakuan (Treatments)	
Asal isolat <i>Steinernema</i> spp. (Origin of isolate)	Kepadatan populasi (Population density) JI/ml
Jombang	200
Jombang	400
Jombang	800
Jombang	1.600
Lembang	200
Lembang	400
Lembang	800
Lembang	1.600
Medan	200
Medan	400
Medan	800
Medan	1.600
Solo	200
Solo	400
Solo	800
Solo	1.600
Yogyakarta	200
Yogyakarta	400
Yogyakarta	800
Yogyakarta	1.600
Kontrol	0

Persiapan Percobaan

Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman Cabai

Sebelum dilakukan penanaman, media tanam beserta pot disediakan sebanyak perlakuan, yaitu 84 pot media tanam berupa campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1. Digunakan tanaman cabai yang telah berumur 1 bulan dan pot dengan diameter 20 cm.

Perbanyakan dan Pemeliharaan Larva *S. litura*

Larva *S. litura* diperoleh dari kebun sayuran di daerah Lembang, Jawa Barat. Larva dipelihara dan diperbanyak sampai diperoleh jumlah yang dibutuhkan untuk perlakuan, yaitu 840 ekor. Larva yang diambil dari lapangan ditempatkan ke dalam baki plastik yang dialasi dengan kertas tisu dan diberi pakan daun cabai. Baki plastik kemudian ditutup menggunakan kain kasa. Pada saat larva mencapai instar akhir, larva dipindahkan ke baki plastik lain yang telah diberi tanah steril sebagai media untuk pembentukan pupa. Kemudian

pupa dipindahkan ke dalam kurungan sampai menjadi imago. Makanan imago berupa madu encer dioleskan pada kapas dan digantungkan di bagian dalam kurungan menggunakan kawat, demikian seterusnya sampai tiba saatnya untuk bertelur. Larva *S. litura* yang digunakan adalah instar ke-3, karena kemampuan untuk bergerak lebih aktif yang dapat mempengaruhi terhadap penetrasi nematoda. Selain itu, menurut Simoes dan Rosa (1996) diketahui bahwa perkembangan tingkat instar pada serangga sangat penting untuk menentukan kerentanan serangga terhadap nematoda.

Perbanyakan Nematoda *Steinernema* spp.

Isolat-isolat *Steinernema* spp. diperoleh dari koleksi Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang, Jawa Barat. Nematoda *Steinernema* spp. diperbanyak dengan media pembiakan *dog food* (Wagiman *et al.* 2001, Kaya dan Stock 1996). *Dog food* yang digunakan terdiri dari campuran daging ayam, sapi, dan biri-biri, minyak sayur, agar-agar, serat sayuran, protein sayuran, vitamin, dan mineral. Menurut Wagiman *et al.* (2001) media *dog food* secara nyata menghasilkan produksi juvenil infektif yang paling tinggi jika dibandingkan dengan media kotoran kambing, kompos, ulat kubis, dan air.

Nematoda *Steinernema* spp. dipelihara pada cawan petri yang berisi air dan 0,5 g *dog food*, kemudian dimasukkan nematoda *Steinernema* spp. sebanyak 100 JI/ml ke dalam cawan petri tersebut. Setelah 1 minggu nematoda disaring dan disimpan dalam air steril pada suhu kamar. Untuk mendapatkan jumlah nematoda yang sesuai dengan perlakuan dilakukan perhitungan pada setiap 0,1 ml suspensi nematoda menggunakan alat *hand counter*, cawan hitung, dan pipet kemudian dihitung dengan bantuan mikroskop binokuler.

Pelaksanaan Percobaan

Percobaan dilakukan dengan metode kertas saring (Woodring dan Kaya 1988). Metode ini dilakukan dengan cara memasukkan 10 ekor larva *S. litura* instar-3 ke dalam cawan petri dengan kertas saring di dalamnya yang sebelumnya telah diinvestasikan berbagai isolat nematoda *Steinernema* spp. dengan kepadatan populasi sesuai dengan perlakuan secara merata. Larva *S.*

litura dibiarkan selama 3 jam untuk memberikan kesempatan terjadinya kontak dengan nematoda. Setelah itu larva dipindahkan ke tanaman cabai dalam pot dan kemudian ditutup dengan kurungan plastik.

Pengamatan

Gejala Larva *S. litura* yang Terinfeksi *Steinernema* spp.

Gejala serangga *S. litura* yang terinfeksi *Steinernema* spp. ditandai dengan perubahan warna dari hijau muda menjadi coklat muda dan bagian tubuh menjadi lembek karena rusaknya jaringan-jaringan tubuh. Hal tersebut sesuai dengan yang dikemukakan Simoes dan Rosa (1996), terjadinya perubahan warna dan tubuh menjadi lembek disebabkan oleh bakteri simbion *Xenorhabdus* sp. yang mengeluarkan eksotoksin gen *Steinernema* spp.

Pengamatan Utama

Pengamatan utama berupa:

1. Mortalitas larva. Pengamatan terhadap mortalitas larva *S. litura* dilakukan pada 6, 24, 48, 72, 96, dan 120 jam setelah aplikasi (JSA).

Persentase mortalitas dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Mortalitas (\%)} = \frac{\Sigma \text{ larva mati}}{\Sigma \text{ larva mula-mula}} \times 100\%$$

Apabila ada larva mati pada kontrol maka dilakukan perhitungan menggunakan rumus Abbots (Finney 1952 dalam Busevine 1971) sebagai berikut.

$$\text{Pt (\%)} = \frac{\text{Po} - \text{Pc}}{100 - \text{Pc}} \times 100\%$$

Keterangan:

Pt = Mortalitas serangga uji yang telah dikoreksi (%)

Po = Mortalitas serangga uji karena perlakuan

Pc = Mortalitas serangga uji pada kontrol.

Untuk mengetahui matinya serangga tersebut karena perlakuan, maka serangga yang mati diperiksa dahulu dengan cara melakukan pembedahan untuk mencari nematoda entomopatogen dalam tubuh larva yang mati.

2. Lama waktu membunuh (*lethal time* LT_{50}) nematoda entomopatogen adalah waktu yang dibutuhkan oleh nematoda yang dapat mengakibatkan kematian 50% dari populasi serangga inang. Kepadatan populasi nematoda yang digunakan adalah 1.600 JI/ml dan periode infeksi nematoda pada serangga inang adalah 6, 24, 72, 96, dan 120 JSA. Penentuan LT_{50} dilakukan dengan perhitungan menggunakan Analisis Probit dari Finney (1952 dalam Busevine 1971).

Pengamatan Penunjang

Pengamatan penunjang meliputi persentase kerusakan tanaman cabai yang diakibatkan oleh serangan *S. litura* sampai akhir pengamatan mortalitas larva.

Persentase kerusakan tanaman cabai dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$I = \frac{\Sigma (n \times v)}{V \times N} \times 100\%$$

Keterangan:

I = Intensitas kerusakan (%)

n = Jumlah daun tiap kategori serangan

v = Nilai skor tiap kategori serangan

N = Jumlah daun yang diamati

V = Nilai skor kategori serangan tertinggi

Tabel 2. Nilai serangan *S. litura* pada tanaman cabai (*Score of damage intensity due to S. litura on hot pepper*)

Skor (Score)	Tingkat kerusakan (X) (Damage intensity)
0	Tidak ada kerusakan (<i>No damage</i>)
1	$0 < X \leq 25\%$
2	$26\% < X \leq 50\%$
3	$51\% < X \leq 75\%$
4	$75\% < X \leq 100\%$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Beberapa Isolat *Steinernema* terhadap Mortalitas Larva *S. litura*

Pada Tabel 3 terlihat bahwa tingkat kepadatan populasi nematoda entomopatogen pada setiap isolat yang diuji berpengaruh terhadap persentase mortalitas larva *S. litura*. Semakin tinggi kepadatan populasi nematoda semakin tinggi pula mortalitas larva *S. litura*. Hal ini terjadi karena semakin tinggi kepadatan populasi nematoda entomopatogen maka semakin besar peluang bagi nematoda untuk menemukan inang dan melakukan penetrasi ke dalam tubuh larva *S. litura*. Pergerakan tubuh larva *S. litura* instar-3 yang lebih aktif juga membantu nematoda dalam menemukan inang. Dikemukakan oleh Kaya dan

Gaugler (1993), bahwa nematoda entomopatogen *Steinernema spp.* dalam menyerang inang bersifat pasif dan menunggu sampai inang berada didekatnya.

Apabila dilihat dari persentase mortalitas secara keseluruhan, terlihat bahwa mortalitas larva *S. litura* semakin meningkat seiring dengan waktu setelah aplikasi dan mencapai puncaknya pada kepadatan populasi *Steinernema spp.* 1600 JI/ml. Mortalitas *S. litura* pada pengamatan 120 JSA masing-masing sebesar 86,1% pada isolat Lembang, 75,8% pada isolat Solo, 75,6% pada isolat Yogyakarta, 72,8% pada isolat Jombang, serta 70% pada isolat Medan.

Pada pengamatan 6 JSA, mortalitas *S. litura* belum tampak. Hal ini karena nematoda entomopatogen *Steinernema spp.* memerlukan

Tabel 3. Mortalitas larva *S. litura* pada beberapa kepadatan populasi *Steinernema spp.* isolat Jombang, Lembang, Medan, Solo, dan Yogyakarta (*Mortality of *S. litura* larvae according to population density of *Steinernema spp.* the Jombang, Lembang, Medan, Solo, and Yogyakarta isolate*)

Asal isolat <i>Steinernema spp.</i> (Origin of isolate)	Kepadatan populasi (Population density) JI/ml	Mortalitas larva <i>S. litura</i> pada pengamatan (<i>Mortality of <i>S. litura</i> larvae according to time of observation</i>) JSA (HAA), %											
		6		24		48		72		96		120	
Jombang	200	0,0	a	2,5	a	5,0	A	10,0	b	7,5	a	2,5	a
Jombang	400	0,0	a	5,0	a	12,5	b	15,0	c	15,0	b	10,3	a
Jombang	800	0,0	a	7,5	a	15,0	b	32,5	d	41,1	c	48,3	c
Jombang	1600	0,0	a	27,5	b	47,5	d	55,0	e	66,7	d	72,8	d
Lembang	200	0,0	a	5,0	a	15,0	b	22,5	c	23,1	b	23,9	b
Lembang	400	0,0	a	12,5	b	27,5	c	42,5	d	48,9	c	51,1	c
Lembang	800	0,0	a	35,0	b	57,5	d	65,5	e	74,2	d	78,3	d
Lembang	1600	0,0	a	40,0	b	60,0	d	72,5	e	79,5	d	86,1	d
Medan	200	0,0	a	2,5	a	5,0	a	7,5	b	5,0	a	8,1	a
Medan	400	0,0	a	0,0	a	10,0	b	10,5	b	10,3	a	10,6	a
Medan	800	0,0	a	12,5	a	22,5	b	30,5	d	27,8	b	45,6	c
Medan	1600	0,0	a	27,5	b	47,5	d	52,5	e	64,2	d	70,0	d
Solo	200	0,0	a	0,0	a	5,0	a	7,5	b	7,5	a	8,1	a
Solo	400	0,0	a	7,5	a	10,0	b	15,5	c	17,8	b	18,9	b
Solo	800	0,0	a	2,5	a	17,5	b	45,0	d	46,1	c	46,1	c
Solo	1600	0,0	a	25,5	b	45,0	d	52,5	e	69,2	d	75,8	d
Yogyakarta	200	0,0	a	2,5	a	7,5	a	10,0	b	12,8	b	10,6	a
Yogyakarta	400	0,0	a	5,0	a	15,0	b	15,0	c	18,1	b	16,1	b
Yogyakarta	800	0,0	a	5,0	a	27,5	c	37,5	d	40,8	c	42,5	c
Yogyakarta	1.600	0,0	a	30,0	b	47,5	d	57,5	e	58,9	d	75,6	d
Kontrol	0	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a	2,5	a	7,5	a

JI = Juvenil Infektif.

JSA (HAA) = Jam setelah aplikasi (*Hour after application*)

waktu untuk melakukan kontak sampai terjadinya infeksi pada serangga uji. Seperti yang dikemukakan oleh Chaerani (1996) dan Kaya (1997) bahwa setelah nematoda entomopatogen masuk ke dalam tubuh serangga inang, sistem pencernaan nematoda entomopatogen yang semula tertutup mulai aktif membuka dan mengeluarkan bakteri simbiosis ke dalam *haemolympha*, yang mengakibatkan kematian pada serangga inang akibat toksin intraseluler dan ekstraseluler yang dihasilkan bakteri simbiosis dalam waktu 24-48 jam.

Mortalitas larva *S. litura* yang diakibatkan oleh *Steinernema* spp. baru terjadi pada 24 JSA. Gejala serangan pada *S. litura* tidak ditandai dengan perubahan warna, tetapi pada kutikula terlihat memudar karena rusaknya jaringan menjadi cairan. Hal tersebut sesuai dengan yang dikemukakan oleh Simoes dan Rosa (1996), bahwa rusaknya jaringan diakibatkan pengaruh bakteri simbiosis *Xenorhabdus* spp. yang mengeluarkan toksin (eksotoksin) sehingga menyebabkan paralisis pada serangga yang diikuti dengan kematian serangga. Persentase mortalitas larva *S. litura* cukup tinggi pada semua isolat dengan kontrol terjadi pada kepadatan populasi nematoda 1600 JI/ml untuk isolat Jombang, Medan, Solo, dan Yogyakarta masing-masing sebesar 27,5, 27,5, 25, dan 30%. Sedangkan pada *Steinernema* spp. isolat Lembang, mortalitas *S. litura* sudah tampak pada kepadatan populasi nematoda 400, 800, dan 1600 JI/ml sebesar 12,5, 35, dan 40%. Hal ini diduga karena bakteri simbiosis yang terdapat dalam tubuh nematoda entomopatogen isolat Lembang mempunyai kemampuan yang lebih tinggi dalam bereproduksi dan menghasilkan toksin sehingga mengakibatkan kematian larva *S. litura* lebih banyak, maka dengan jumlah nematoda entomopatogen yang sedikit sudah efektif untuk menyebabkan kematian pada larva *S. litura*. Dunphy *et al.* (1985) menyatakan bahwa kematian larva lebih banyak ditentukan oleh aktivitas bakteri simbiosis sehingga sejumlah kecil nematoda yang masuk sudah dapat menyebabkan kematian pada larva.

Pada pengamatan 48 JSA, mortalitas larva *S. litura* lebih meningkat pada semua perlakuan, umumnya tidak berbeda nyata antarkepadatan

isolat yang diuji, kecuali untuk kepadatan populasi nematoda 200 JI/ml isolat Lembang sebesar 15% berbeda nyata dengan kepadatan 200 JI/ml pada isolat yang lainnya. Mortalitas larva tertinggi pada kepadatan populasi nematoda 400 JI/ml terjadi pada isolat Lembang sebesar 27,5%, begitu pula pada kepadatan populasi nematoda 800 JI/ml mencapai 57,5%. Sedangkan pada kepadatan populasi nematoda 1600 JI/ml mengakibatkan persentase mortalitas yang tidak berbeda nyata antarsatu isolat dengan isolat yang lainnya dengan kisaran mortalitas sebesar 45-60%. Tingginya mortalitas larva *S. litura* yang diakibatkan oleh *Steinernema* spp. isolat Lembang diduga karena larva *S. litura* yang digunakan dalam percobaan merupakan *S. litura* yang didapatkan dari daerah yang sama dengan nematoda tersebut. Hal ini sesuai dengan pendapat Liu dan Berry (1995) yang mengatakan agar penggunaan nematoda entomopatogen lebih efektif untuk mengendalikan hama, lebih baik menggunakan spesies yang terdapat di daerah asal hama tersebut.

Pada 72 JSA, kepadatan populasi nematoda 200, 400, dan 800 JI/ml, isolat Lembang merupakan isolat yang menyebabkan mortalitas larva *S. litura* tertinggi bila dibandingkan isolat yang lainnya. Pada kepadatan populasi nematoda 1.600 JI/ml, semua isolat secara statistik tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dalam mengakibatkan mortalitas larva *S. litura*. *Steinernema* spp. isolat Medan merupakan isolat yang mengakibatkan mortalitas terendah sebesar 10% pada kepadatan populasi nematoda 400 JI/ml.

Pada pengamatan 96 JSA, terdapat kematian sebesar 2,5% pada kontrol sehingga nilai-nilai dalam perlakuan merupakan nilai yang terkoreksi. Pada kepadatan populasi nematoda 200 JI/ml, mortalitas *S. litura* tertinggi diakibatkan oleh *Steinernema* spp. isolat Lembang dan Yogyakarta masing-masing sebesar 23,1 dan 12,8%. Pada kepadatan populasi nematoda 400 dan 800 JI/ml, isolat Lembang masih merupakan isolat yang mengakibatkan mortalitas tertinggi pada larva *S. litura* dengan mortalitas masing-masing mencapai 48,9 dan 74,2%. Begitu pula pada mortalitas terendah masih diakibatkan

oleh nematoda *Steinernema* spp. isolat Medan masing-masing hanya mencapai 10,3 dan 27,8%. Sedangkan untuk kepadatan populasi nematoda 1.600 JI/ml, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antarsatu isolat dengan yang lainnya.

Pada pengamatan 120 JSA, untuk seluruh perlakuan nilainya terkoreksi karena adanya nilai mortalitas pada kontrol sebesar 7,5%. Terdapatnya mortalitas pada kontrol mengidentifikasi adanya pengaruh lain yang menyebabkan kematian pada *S. litura* di luar pengaruh perlakuan. Kepadatan populasi nematoda 200, 400, dan 800 JI/ml, mortalitas larva *S. litura* tertinggi diakibatkan oleh *Steinernema* spp. isolat Lembang masing-masing mencapai 23,9, 51,1, dan 78,3%. Pada populasi nematoda 1.600 JI/ml, mortalitas larva *S. litura* pada isolat Lembang mencapai 86,1%, isolat Solo sebesar 75,8%, isolat Yogyakarta 75,6%, isolat Jombang 72,8%, serta isolat Medan sebesar 70%, namun pengaruh isolat-isolat tersebut terhadap mortalitas larva *S. litura* menunjukkan hasil yang tidak berbeda.

Menurut Wagiman *et al.* (2001), salah satu tolok ukur isolat yang virulen adalah kemampuannya dalam mematikan hama sasaran, yaitu *S. litura* instar ke-3. Tingginya mortalitas larva *S. litura* yang diakibatkan oleh *Steinernema* spp. isolat Lembang diduga karena adanya perbedaan kemampuan antara isolat-isolat nematoda yang diuji untuk beradaptasi dengan lingkungan tempat pengendalian. Kondisi lingkungan akan mempengaruhi kemampuan nematoda entomopatogen dan bakteri simbiannya. Kondisi lingkungan yang berbeda dengan lingkungan asal diduga menyebabkan melemahnya kemampuan nematoda *Steinernema* spp. dan bakteri simbiyon *Xenorhabdus* spp. dalam mematikan *S. litura*. Hal ini sesuai dengan pendapat Wagiman *et al.* (2001), bahwa nematoda merupakan organisme yang sangat bergantung pada lingkungan yang cocok untuk kelangsungan hidup, infeksi, dan perkembangan nematoda sangat berbeda untuk setiap spesies atau strain nematoda. Menurut Liu dan Berry (1995), upaya penggunaan nematoda entomopatogen yang lebih efektif untuk mengendalikan hama, lebih baik menggunakan spesies yang terdapat di daerah asal hama tersebut.

Rendahnya tingkat mortalitas larva *S. litura* yang diakibatkan oleh *Steinernema* spp. isolat Jombang, Medan, Solo, dan Yogyakarta dibandingkan dengan *Steinernema* spp. isolat Lembang, dapat juga dikarenakan oleh isolat Jombang, Medan, Solo, dan Yogyakarta yang digunakan mungkin telah diperbanyak di laboratorium untuk beberapa generasi. Hal ini diduga menyebabkan berkurangnya kualitas dan kuantitas bakteri *Xenorhabdus* spp. yang berada dalam *Steinernema* spp. dan berkurangnya pelepasan bakteri simbiyon ke dalam *hemocoel* larva *S. litura*, sehingga patogenisitasnya melemah. Sesuai pendapat Kaya dan Gaugler (1993) bahwa terjadi kemunduran pada nematoda entomopatogen yang telah dikembangkan di laboratorium untuk beberapa generasi.

Pada Tabel 4, secara umum dapat dicermati bahwa perbedaan isolat nematoda *Steinernema* spp. mengakibatkan tingkat mortalitas *S. litura* yang berbeda pula. Hal ini dapat diartikan bahwa terdapat perbedaan tingkat patogenisitas antara isolat-isolat yang diuji. *Steinernema* spp. isolat Lembang merupakan isolat dengan tingkat patogenisitas paling tinggi, dengan persentase mortalitas *S. litura* pada kepadatan populasi nematoda 200, 400, 800, dan 1.600 JI/ml masing-masing sebesar 23,9, 51,1, 78,3, dan 86,1% pada 120 JSA. Tidak ada perbedaan yang nyata antara populasi 800 dan 1.600 JI/ml terhadap mortalitas larva *S. litura* pada setiap waktu pengamatan, sehingga penggunaan populasi 800 JI/ml sudah cukup efektif.

Lama Waktu Membunuh (LT₅₀)

Kematian awal larva *S. litura* baru terjadi pada 24 JSA, hal ini karena nematoda entomopatogen dan bakteri simbiannya yang terdapat dalam tubuh larva *S. litura* mengalami proses biologis yang memerlukan waktu. Pada saat proses tersebut berlangsung bakteri simbiyon akan mengeluarkan eksotoksin, seperti protease, lipase, lektinase, dan enditoksin lipopolisakarida (komponen dalam dinding sel bakteri gram negatif) dan nematoda entomopatogen akan bereproduksi sehingga menyebabkan serangga inang mati secara *septicemia* (Dows 1998), yaitu dengan cara meracuni haemolimfa dalam waktu singkat.

Lama waktu membunuh (LT_{50}) dari isolat-isolat yang diuji menunjukkan perbedaan antara satu dengan yang lainnya. Lamanya kematian larva bergantung pada spesies dan strain nematoda entomopatogen dan bakteri simbiannya, jenis inang, stadia inang, dan lingkungan (Dows 1998, Glazer 1992, Yulensi *et al.* 2001).

Adanya perbedaan nilai LT_{50} antara isolat-isolat yang diuji dapat dijadikan salah satu indikator adanya perbedaan tingkat infektivitas antarisolat yang 1 dengan yang lainnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Gaugler (1993) yang menyatakan bahwa terdapat perbedaan infektivitas di antara spesies dan strain nematoda entomopatogen dan bakteri simbiannya terhadap serangga inang yang berhubungan dengan kemampuan nematoda entomopatogen dan bakteri simbiannya untuk beradaptasi dengan lingkungan. Lama waktu mematikan (LT_{50}) dari isolat-isolat yang diuji dapat dilihat pada Tabel 4.

Pada Tabel 4 terlihat bahwa lama waktu mematikan 50% populasi serangga uji (LT_{50}) yang tercepat terjadi pada perlakuan *Steinernema* spp. isolat Lembang yaitu 33,7565 JSA, pada *Steinernema* spp. isolat Jombang, LT_{50} terjadi pada 56,3932 JSA. LT_{50} dari isolat-isolat lainnya lebih lambat 1,67-1,74 kali LT_{50} isolat Lembang.

Dengan demikian tingkat infektivitas *Steinernema* spp. dari isolat Lembang adalah paling baik dari 5 isolat yang diuji.

Kerusakan Tanaman Cabai Merah

Kerusakan pada tanaman cabai merah oleh larva *S. litura* dapat dilihat pada Tabel 5. Persentase kerusakan pada tanaman cabai oleh *S. litura* untuk semua perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata lebih rendah dibandingkan dengan kontrol, kecuali pada kepadatan populasi nematoda 200 JI/ml. Hasil yang berbeda nyata ditunjukkan pula di antara tingkat kepadatan populasi nematoda, semakin tinggi kepadatan populasi nematoda menyebabkan semakin rendah kerusakan tanaman yang ditimbulkan. Sesuai dengan yang dikemukakan Chaerani (1996), bahwa aktivitas larva yang terinfeksi nematoda entomopatogen akan berkurang dan akan mati akibat toksin intraseluler dan ekstra seluler yang dihasilkan bakteri simbion. Namun kerusakan tanaman cabai yang diakibatkan oleh larva *S. litura* rerata tidak menunjukkan hasil yang berbeda nyata antara isolat-isolat *Steinernema* spp. yang diuji. Pengaruh yang menonjol terjadi karena perbedaan jumlah populasi yang diaplikasikan. Pada umumnya jumlah populasi nematoda 200 JI/ml dari setiap isolat tidak efektif, pengaruhnya tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Sedangkan jumlah populasi nematoda 400-1600 JI/ml menunjukkan pengaruh yang nyata dalam menekan kerusakan daun oleh larva *S. litura*.

Tabel 4. Nilai LT_{50} isolat *Steinernema* spp. yang diuji pada larva *S. litura* pada kepadatan populasi 1.600 JI/ml (LT_{50} value of *Steinernema* spp. isolate tested on *S. litura* larvae at 1.600 JI/ml population density)

Asal isolat <i>Steinernema</i> spp. (Origin of isolate)	LT_{50} JSA (HAA)	Fiducial limit JSA (HAA)	
		Batas bawah	Batas atas
Jombang	56,3932	56,1657	56,6207
Lembang	33,7565	33,4677	34,0452
Medan	58,6708	58,4274	58,9141
Solo	56,9999	56,8024	57,1973
Yogyakarta	57,2112	56,9401	57,4823

Tabel 5. Kerusakan tanaman cabai merah pada beberapa kepadatan populasi *Steinernema* spp. (Plant damage due to *S. litura* according to population density of *Steinernema* spp.) Lembang 2003

Perlakuan <i>Steinernema</i> spp. (Treatments)	Kepadatan populasi (Population density) JI/ml	Kerusakan tanaman cabai pada pengamatan (Plant damage according to time of observation) JSA (HAA), %									
		24		48		72		96		120	
Jombang	200	45,11	c	58,27	c	65,00	d	71,52	f	74,22	c
Jombang	400	29,86	a	36,71	b	47,71	b	55,71	d	62,37	b
Jombang	800	28,82	a	32,78	a	37,48	a	40,06	a	41,94	a
Jombang	1.600	26,90	a	29,12	a	32,08	a	34,03	a	37,02	a
Lembang	200	46,87	c	57,38	c	63,37	d	70,99	f	73,17	c
Lembang	400	36,79	b	44,92	b	55,37	c	61,00	e	62,65	b
Lembang	800	30,63	a	37,66	b	42,70	b	43,88	b	46,74	a
Lembang	1.600	27,84	a	32,39	a	34,03	a	35,80	a	38,19	a
Medan	200	50,37	d	58,42	c	64,65	d	69,58	f	74,73	c
Medan	400	35,70	b	42,59	b	47,32	b	51,02	c	59,78	b
Medan	800	27,16	a	32,85	a	35,31	a	38,12	a	40,84	a
Medan	1.600	27,19	a	29,97	a	32,19	a	34,59	a	36,62	a
Solo	200	46,27	c	64,76	c	69,85	e	73,31	f	76,09	c
Solo	400	31,81	a	44,53	b	57,21	c	61,26	e	64,02	b
Solo	800	29,36	a	34,15	a	39,61	a	42,25	b	44,05	a
Solo	1.600	25,96	a	29,23	a	34,59	a	37,37	a	40,59	a
Yogyakarta	200	43,26	c	56,12	c	61,18	d	68,22	f	72,41	c
Yogyakarta	400	29,59	a	38,24	b	51,10	c	53,89	d	58,07	b
Yogyakarta	800	31,05	a	36,09	b	38,50	a	41,23	b	44,47	a
Yogyakarta	1.600	27,59	a	30,90	a	34,40	a	39,13	a	42,03	a
Kontrol (Control)	0	54,02	d	60,91	c	73,37	e	76,94	f	81,91	c

KESIMPULAN

1. Di antara *Steinernema* spp. isolat Jombang, Lembang, Medan, Solo, dan Yogyakarta, *Steinernema* spp. isolat Lembang merupakan isolat yang paling infeksiif yang menyebabkan mortalitas *S. litura* tertinggi pada setiap waktu pengamatan (24-120 JSA), pada setiap level kepadatan populasi (200-1.600 JI/ml).
2. Lama waktu membunuh LT_{50} *Steinernema* spp. isolat Lembang sebesar 33,7565 JSA adalah yang tercepat, LT_{50} isolat lainnya menunjukkan waktu lebih lama, yaitu 1,67 -1,74 kali LT_{50} isolat Lembang.
3. Kepadatan populasi yang paling infeksiif adalah 1.600 JI/ml pada semua isolat.
4. Tidak ada pengaruh dari perbedaan isolat nematoda terhadap kerusakan tanaman cabai

akibat *S. litura*. Perbedaan intensitas kerusakan tanaman terjadi karena perbedaan populasi nematoda yang diaplikasikan, makin tinggi populasi makin rendah kerusakan tanaman. Secara statistik populasi nematoda 400-1.600 JI/ml berbeda nyata dalam menekan kerusakan tanaman dibandingkan perlakuan kontrol.

SARAN

Untuk mencapai hasil yang lebih baik pada aplikasi nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. terhadap *S. litura* di Lembang, maka dapat digunakan nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. isolat Lembang. Populasi juvenil infeksiif 800 JI/ml sudah memadai dan tidak berbeda nyata dengan 1.600 JI/ml.

PUSTAKA

1. Basuki, R.S. 1988. Analisis Biaya Pendapatan Usahatani Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) di Desa Kemurang Kulon. Kabupaten Brebes. *Bul. Penel. Hort.* 16(2):115-121.
2. Baur, M.E., H.K. Kaya and G.S.Thurston.1995. Factor Affecting Entomopathogenic Nematode Infection of *Plutella xylostella* on Leaf Surface. *Entomologia Experimentalis at Aplicata*. 77:230-250.
3. Busvine, J.R. 1971. Technique for Testing Insecticide. Commonwealth Institute of Entomology 55 Queens Gate. London. 335 p.
4. Chaerani. 1996. Materi kuliah. Materi Kuliah Nematoda Pathogen Serangga (tidak dipublikasi) Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan. Bogor. 8 Hlm.
5. Dows BCA. 1998. Bacterial Virulence Mechanisms, In: Simoes N. Boemare N, Ehlers RU. (Eds.) *Entomopathogenic Nematodes Patogenicity of Entomopathogenic Nematodes Versus Insect Defence Mechanism: Impact on Selection of Virulent Strains. Italy*. European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research. COST 819. p9-16.
6. Dunphy, G.B., T.A. Rutherford and J.M. Webster. 1985. Growth and Virulence of *Steinernema gloseri* Influenced by Different Subspecies of *Xenorhabdus nematophilus* . *J. Nematol.* 17(4):476-482.
7. Gaugler, R. 1993. Ecological genetics of Entomopathogenic Nematodes. In: Kaya, H.K., R.Akhurst, and Beding, R. (Eds.). *Nematodes and the Biological*. p. 89-95.
8. Kaya, H.K. and R. Gaugler. 1993. Entomopathogenic Nematodes. *Ann. Rev. Entomo. Ann. Rev.* 38:181-206.
9. _____ and P. Stock. 1997. Technique in Insect Nematology. In: L. Lacey (Ed.). *Manual Techniques in Insect Pathology Series*. Academic Press California. Academic Press California. USA. p 281-384.
10. _____ and P. Stok. 1997. Tehniques in Insect Nematology. In: L.Lacey (Ed.) *Manual Tehniques in Insect Pathology Series*. Academic Press California, Academic Press California, USA. p 281-384
11. Klein, M.G.1990 Efficacy Against Soil-inhabiting Insect Pest. In: Gaugler Kaya H.K: (Ed.). *Entomopathogenic Nemetodes in Biological Control*. CRS Press. Boca Raton, Florida, USA. 195-214 pp.
12. Liu J. and R.E. Berry, 1995. Natural Distribution of Entomopathogenic Nematodes (Rhabditida: Heterorhabditidae and Steinernematidae) in Oregon Soils. *Environ. Entomol.* 24(1):159-163.
13. Nakasuji, F. and H. Yamada. 1977. The Control Thershold Density of Tobacco Cutworm. *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) on Eggplants and Sweet peppers in Vinyl-house. *Applied Entomol. and Zool.* 12(2):164-189.
14. Ranga Rao, G.V and Shanower, T.G. 1988. A Survey a Groundnut Insect Pest. In Andhara Pradesh. Post Rainy Season. 1987-1988. *Int. Arachis Newletter*. 4:8-10.
15. Ricci, M.L. Giazwer, J.F. Cambell, and R. Gauler. 1996. Comparison of Bioassay to Measure Virulence of Different Entomopathogenic Nematodes Biocontrol *Science and Tecnol.* 6:245-255.
16. Richter, A.R. and Fexa, J.R. 1990. Effect of Steinernema feltiae on Spodoptera frugiferda and *Heleothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in Corn. *J. Econ. Entomol.* 83:1286-1292.
17. Shannag and Capinera, 1995. Evaluation of Entomopathogenic Nematodes Spesies for the Control of Melonworm (Lepidoptera: Pyralidae). Biological Control Departement of Entomology and Nematology, University of Florida. *Environ. Entomol.* 143-148.
18. Simoes, N. and J.S. Rosa. 1996. Pathogenesity and Host Specificity of Entomopathogenic Nematodes. *J. Bioll. Sci and Tech.* 6:403-411.
19. Stallen, M.P.K, T.K. Moekasan and A.T.Arifin. 1990. Evaluation of Performance of Knapsack Sprayer Use for Cultivation of Hot Pepper and Shallot in Farmer Field. In *Improving Sprayer Techniques for Low Land Vegetables. A Compilation of Research Pepper*. Internal Comm. LEHRI/ATA 395. 22:9-13.
20. Uhan, T.S. and Sastrosiswojo, S, 1996. Efficacy of Indigenous Entomopathogen Nematodes as a Biological Agent of *Crociodolomia binotalis* Zell. On Cabbage Collaborative Vegetable Research in Southeast Asia Proc. *The AVNET-II Final Workshop Bangkok, Thailand* 1-6 September. AVRDC. 138-140.
21. _____. 2005. Bio Efikasi Nematode Entomopatogen *Steinernema spp.* Isolat Lembang terhadap Larva *Crociodolomia pavonana* (F) Pada Tanaman Kubis di Rumah Kaca. *J. Hort.* 15(2):109-115.
22. _____. 2006 Bioefikasi *Steinernema carpocapsae* (Rhabditidae:Steinernematodae) Strain Lembang terhadap Larva *Spodoptera litura* di Rumah Kaca. *J. Agric.* 17(3):225-229.
23. Wagiman, F. X., B. Triman, T. S. Uhan dan T.K. Moekasan. 2001. Evaluasi Penggunaan Nematoda *Steinernema carpocapsae* dalam Pengendalian Hayati Hama *Spodoptera spp.* pada Tanaman Bawang (Tidak dipublikasikan). *Laporan Hasil Penelitian*. Lembaga Universitas Gadjah Mada. 40 Hlm.
24. Woording, J.L. and H.K. Kaya. 1988. Steinernematid and Heterorhabditid Nematodes: A Hand Book of Biology and Techniques. Southern Cooperative Selles. Bull. 331, Arkansas Agri: Exp Fayetteville. Arkansas. 30 p.
25. Yulensi, Teguh Santoso, Aunu Rauf, dan Chaerani. 2001. Uji Keefektifan Nematode Entomopatogen *Heterorhabditis indicus* dan *Steinernema riobraviss* terhadap Hama Penggorok Daun *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae). *Laporan Hasil Penelitian*. Institut Pertanian Bogor. 18 Hlm.