

Effect of Concentration of Entomopathogenic Nematodes (*Steinernema* spp.) to *Bemisia tabaci* Genn. (Hemiptera; Aleyrodidae) On Red Chili Plants

Toto Sunarto^{1*}, Fahira Endaningsih Pubarianto²

¹Departement of Plant Pests and Diseases, Agriculture Faculty, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, West Java 45363

²Student of Agrotechnology Study Program, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran

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

Received October 04, 2021; revised November 12, 2021; accepted December 02, 2021

ABSTRACT

Bemisia tabaci is an important pest on red chili plants. The entomopathogenic nematodes *Steinernema* spp. has the potential to control insect pest populations. The purpose of this study was to obtain the concentration of *Steinernema* spp. the most effective in controlling *B. tabaci* on red chili plants. The experiment was conducted at the Greenhouse, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, from January to September 2020. The study used experimental methods *in-vitro* and *in-vivo*. The *in-vitro* experiment used a completely randomized design to observe the mortality of *B. tabaci*. The *in-vivo* experiment used a Randomized Block Design to observe the population of *B. tabaci*. The experiment consisted of seven treatments and four replications. The treatments consisted of: control (without *Steinernema* spp.), 50, 100, 150, 200, 250, and 300 IJ/ml (IJ = third infective juvenile). Each treatment was infested with 20 second nymphs *B. tabaci* and using red chili plants 30 days after planting. The results showed that the entomopathogenic nematode *Steinernema* spp. at a concentration of 300 IJ/ml, the most effective in causing mortality of *B. Tabaci* and at concentration of 100 IJ/ml can suppress *B. tabaci* population on chilli plant at lower level in 12 days after application.

Keywords: *Bemisia tabaci*, entomopathogenic nematodes, red chili plants

ABSTRAK

Pengaruh Konsentrasi Nematoda Entomopatogen *Steinernema* spp. terhadap *Bemisia tabaci* Genn. (Hemiptera: Aleyrodidae) pada Tanaman Cabai Merah

Bemisia tabaci merupakan hama penting pada tanaman cabai merah. Nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. memiliki potensi dalam mengendalikan populasi serangga hama. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan konsentrasi *Steinernema* spp. yang paling efektif dalam mengendalikan *B. tabaci* pada tanaman cabai merah. Percobaan dilakukan di Rumah Kaca, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor pada bulan Januari sampai September 2020. Penelitian menggunakan metode eksperimen secara *in-vitro* dan *in-vivo*. Percobaan *in-vitro* menggunakan Rancangan Acak Lengkap untuk mengamati mortalitas *B. tabaci*. Percobaan *in-vivo* menggunakan Rancangan Acak Kelompok untuk mengamati populasi *B. tabaci*. Percobaan terdiri dari tujuh perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan terdiri dari: kontrol (tanpa *Steinernema* spp.), 50, 100, 150, 200, 250, dan 300 JI/ml (JI = juvenile infektif ketiga). Tiap perlakuan diinfestasi dengan 20 nimfa kedua *B. tabaci* dan menggunakan tanaman cabai merah umur 30 hari setelah tanam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. pada konsentrasi 300 JI/ml paling tinggi menyebabkan mortalitas *B. tabaci* dan pada konsentrasi 100 JI/ml dapat menekan hingga tingkat rendah populasi *B. tabaci* pada 12 hari setelah aplikasi pada tanaman cabai.

Kata Kunci: *Bemissia tabaci*, nematoda entomopatogen, tanaman cabai merah

PENDAHULUAN

Nematoda entomopatogen (NEP) merupakan salah satu agens biokontrol yang banyak dikembangkan untuk pengendalian serangga hama pada tanaman pangan, perkebunan, dan hortikultura (Grewal *et al.*, 2005). Nematoda famili Steinernematidae dan Heterorhabditidae banyak dimanfaatkan sebagai agens biokontrol (Glazer & Lewis, 2000). NEP genera *Heterorhabditis* dan *Steinernema* adalah agens pengendali biologis penting yang digunakan untuk mengendalikan serangga hama (Shapiro-Ilan *et al.*, 2020)

Kelebihan dari famili Steinernematidae dan Heterorhabditidae yaitu tidak berbahaya bagi mamalia, mempunyai virulensi yang tinggi, mudah diperbanyak secara *in-vivo* maupun *in-vitro*, serta kompatibel dengan pestisida lain (Kaya & Gaugler, 1993).

Pemanfaatan NEP sebagai agen biokontrol tidak menimbulkan efek negatif terhadap hama bukan sasaran, termasuk serangga berguna, vertebrata, dan manusia (Boemare *et al.*, 1996). Pemanfaatan NEP *Steinernema* spp. sebagai agens biokontrol, salah satunya sebagai agens biokontrol hama kutu kebul (*Bemisia tabaci*).

Bemisia tabaci adalah salah satu serangga hama paling penting secara ekonomi pada bermacam tanaman sayuran (Li *et al.*, 2021). *B. tabaci* merupakan hama penting pada tanaman cabai merah. Kerusakan yang diakibatkan oleh *B. tabaci* meliputi kerusakan secara langsung akibat dari cairan sel daun dihisap oleh hama, daun menjadi klorosis dan gugur, tanaman menjadi kerdil sehingga mengurangi pertumbuhan dan hasil, dan kerusakan secara tidak langsung, embun madu yang dikeluarkan oleh hama dapat menimbulkan serangan embun jelaga yang dapat mengurangi laju proses fotosintesis (Setiawati *et al.*, 2008).

Hasil pengujian NEP pada kutu kebul *Triaeurodes vaporariorum* dapat membunuh nimfa instar dua dan imago serangga hama. Nilai LC₅₀ *Steinernema* spp. adalah 84 IJ/ml untuk nimfa instar dua dan 143,1 IJ/ml untuk fase imago. Mortalitas *T. vaporariorum* meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi NEP dari 25, 50, 100, 150, 200, dan 250 IJ/ml (Rezaei *et al.*, 2015). Hasil penelitian An *et al.* (2016) menunjukkan bahwa pada pengamatan hari ketujuh, *B. tabaci* betina meletakkan telur lebih banyak pada tanaman dengan perlakuan kontrol, dan meletakkan telur lebih sedikit pada tanaman yang telah diinfestasi dengan NEP. Aplikasi *Steinernema* spp. pada konsentrasi 160 IJ/ml pada tanaman dapat mengurangi populasi *B. tabaci* nimfa instar dua secara nyata (Cuthbertson *et al.*, 2003).

Pengendalian *B. tabaci* di Indonesia umumnya menggunakan insektisida, dan keberadaan *B. tabaci* yang terdapat di bawah daun, sehingga sulit untuk dijangkau dengan insektisida (Ardeh, 2004). Menurut (de Barro, 2005 dan Sugiyama, 2005) bahwa penggunaan insektisida kurang efektif karena tubuh serangga dilapisi lilin sehingga sulit ditembus oleh bahan aktif insektisida. Penggunaan pestisida memiliki dampak negatif yaitu resistensi hama, resurgensi, keracunan, dan pencemaran lingkungan (Prabowo & Indrayani, 2009). Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai efektivitas konsentrasi nematoda entomopatogen terhadap *B. tabaci* pada tanaman cabai merah. Tujuan penelitian untuk mendapatkan konsentrasi nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. yang efektif terhadap mortalitas nimfa *B. tabaci* pada tanaman cabai merah.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilakukan di Rumah Kaca, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor. Percobaan dilaksanakan pada bulan Januari-September 2020. Alat-alat yang digunakan adalah *beaker glass*, pipet tetes, mikroskop, kuas, *hand sprayer*, *polybag* ukuran 30 cm × 40 cm, plastik mika bening ukuran 70 cm × 40 cm, kain kasa, cup plastik, toples plastik, sekop, kertas label, alat tulis, kamera.

Bahan-bahan yang digunakan adalah benih cabai merah, nimfa *B. tabaci*, *Steinernema* spp. juvenil infektif koleksi Divisi Laboratorium Nematologi Tumbuhan, Departemen Hama dan

Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, pupuk kompos (kotoran kambing dan sisa-sisa pakan kambing), pupuk cair (NPK lengkap), tanah, dan akuades.

Penelitian terdiri dari dua percobaan, yaitu:

1. Uji nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. terhadap mortalitas *B. tabaci* Penelitian menggunakan metode percobaan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri dari 7 perlakuan dan 4 ulangan. Data hasil pengamatan dianalisis dengan analisis probit untuk mengetahui nilai LC₅₀ nya.
2. Keefektifan nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. terhadap *B. tabaci* Penelitian menggunakan metode percobaan dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK), terdiri dari 7 perlakuan dan 4 ulangan.

Perlakuan pada kedua percobaan terdiri dari: kontrol (tanpa *Steinernema* spp.), konsentrasi *Steinernema* spp. 50, 100, 150, 200, 250, dan 300 IJ/ml. Data hasil pengamatan dianalisis dengan ANOVA, sedangkan untuk mengetahui perbedaan antara rata-rata perlakuan diuji dengan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%. Analisis data menggunakan software SPSS versi 25.0.

Penanaman Cabai Merah

Media tanam yang digunakan adalah tanah, pupuk kompos atau pupuk kandang jenis kotoran kambing, dan arang sekam dengan perbandingan 3:2:1 lalu diaduk hingga tercampur rata (BPTP Sumbar, 2017). Benih cabai merah direndam dengan air hangat (50°C) selama 6 jam, kemudian benih ditanam di *seed tray*.

Benih cabai yang telah berumur 14 hari (memiliki 4 daun), dipindah tanam pada *polybag* ukuran 40 cm x 30 cm. Media tanam yang digunakan adalah tanah dan pupuk kompos dengan perbandingan 1:1 lalu diaduk hingga tercampur rata (BPTP Sumbar, 2017). Jarak antar *polybag* adalah 20 cm x 30 cm. Pemupukan diaplikasikan saat tanaman berumur satu bulan dengan aplikasi pupuk NPK dengan cara 30 g pupuk NPK dilarutkan dalam 1 L air (konsentrasi 30 %). Larutan pupuk disiramkan pada tanaman sebanyak 200 ml per *polybag*, satu kali dalam 10 hari.

Perbanyakan Nematoda *Steinernema* spp.

Inokulum nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. berasal dari Divisi Laboratorium Nematologi, Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Univesitas Padjadjaran.

Perbanyakan *Steinernema* spp. dilakukan dengan metode *White trap* yaitu: ulat hongkong (*Tenebrio molitor*) dimasukkan ke dalam cawan petri kemudian diinokulasi dengan *Steinernema* spp., kemudian diinkubasi selama 3 hari. *T. molitor* yang telah mati diambil kemudian diletakkan di atas

petridish kecil yang telah dialasi dengan kertas saring dan cawan petri tersebut disimpan pada cawan petri yang lebih besar, lalu ditambahkan air setengah dari tinggi cawan petri. Setelah 5 hari, *Steinernema* spp. akan masuk ke dalam air dan siap dipanen.

Perbanyak Nimfa *Bemisia tabaci*

Perbanyak *B. tabaci* dilakukan di rumah kaca, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Tanaman cabai merah dimasukkan ke dalam tempat berbentuk kotak dan ditutupi kain kasa. Satu atau beberapa daun tanaman tomat yang di bawahnya terdapat telur dan nimfa *B. tabaci* diambil dari lapangan lalu diletakkan pada tanaman cabai untuk diperbanyak. Pada 3-5 hari setelah infestasi, *B. tabaci* telah berkembang biak. Tanaman dipelihara selama 12 hari, sehingga *B. tabaci* mulai memasuki nimfa instar dua.

Pelaksanaan Percobaan

Uji nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. terhadap mortalitas *B. tabaci*

Uji mortalitas dilakukan secara *in-vitro*. Tiap perlakuan menggunakan cawan petri yang diisi dengan daun cabai, kemudian diinfestasi dengan 20 nimfa instar kedua *B. tabaci* menggunakan kuas halus. Selanjutnya disemprot dengan satu ml nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. sesuai perlakuan dengan menggunakan hand sprayer.

Pengamatan jumlah nimfa instar kedua *B. tabaci* yang mati dilakukan pada 24, 48, 72, 96, dan 120 jam setelah aplikasi *Steinernema* spp.

Keefektifan nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. terhadap *B. tabaci*

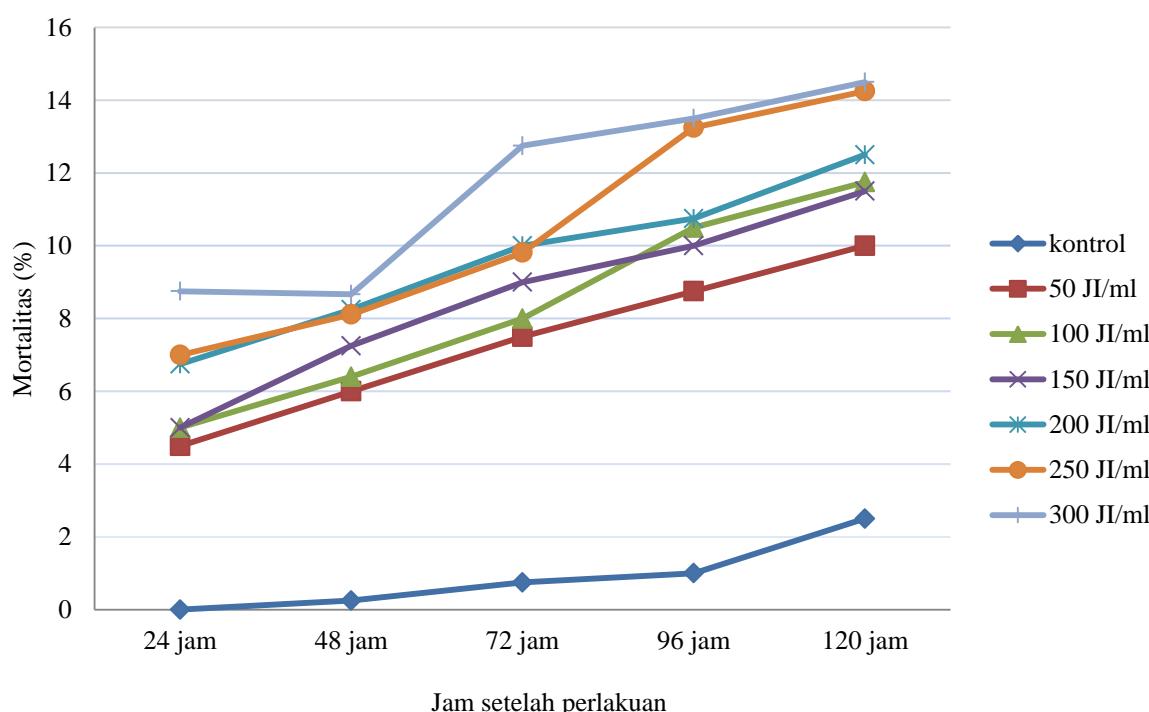
Tanaman cabai merah yang telah berumur 4 MST (minggu setelah tanam) diinfestasi dengan masing-masing 20 nimfa *B. tabaci* per polybag menggunakan kuas halus dan disungkup dengan mika serta diletakkan di rumah kaca. Aplikasi *Steinernema* spp. sesuai dengan perlakuan dan disemprotkan pada tanaman cabai.

Pengamatan kepadatan populasi *B. tabaci* dilakukan pada setiap 3 hari sampai 30 hari setelah aplikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mortalitas Nimfa *Bemisia tabaci*

Nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. berpengaruh terhadap peningkatan mortalitas nimfa *B. tabaci*. Hasil pengamatan menunjukkan adanya hubungan antara mortalitas nimfa *B. tabaci* dengan *Steinernema* spp. yang setiap harinya mengalami peningkatan (Gambar 1). Tinggi rendahnya angka mortalitas dipengaruhi oleh pengaplikasian konsentrasi *Steinernema* spp. Semakin tinggi konsentrasi *Steinernema* spp., mengakibatkan mortalitas nimfa *B. tabaci* semakin tinggi.



Gambar 1. Mortalitas nimfa *B. tabaci* pada berbagai konsentrasi nematoda *Steinernema* spp.

Rata-rata mortalitas nimfa *B. tabaci* terendah terdapat pada kontrol (tanpa *Steinernema* spp.), yaitu pada pengamatan 24, 48, 72, 96, dan 120 JSA (jam setelah aplikasi) *Steinernema* spp. masing-masing adalah 0, 0,25, 0,75, 1, dan 2,5 %. Rata-rata mortalitas *B. tabaci* tertinggi terdapat pada aplikasi *Steinernema* spp. 300 JI/ml yaitu pada pengamatan 24, 48, 72, 96, dan 120 JSA, masing-masing adalah 8,75, 8,67, 12,75, 13,5, dan 14,5 %.

Berdasarkan hasil analisis probit menunjukkan bahwa nilai LC₅₀ menurun mulai dari 24 jam hingga

120 jam setelah aplikasi. Semakin kecil nilai LC menunjukkan semakin berpengaruhnya konsentrasi *Steinernema* spp. yang diaplikasikan (Tabel 1). Nilai LC₅₀ mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya mortalitas nimfa. Nilai LC₅₀ mengalami penurunan dari pengamatan 24 jam hingga 48 jam yaitu sebesar 62%. Penurunan nilai LC₅₀ pada 48 jam hingga 72 jam yaitu 4%. Penurunan nilai LC₅₀ pada 72 jam hingga 96 jam yaitu 0,8%. Penurunan nilai LC₅₀ dari 96 jam hingga 120 jam yaitu 0,3%).

Tabel 1. Parameter regresi probit mortalitas *Bemisia tabaci*.

Waktu	a ± SE	b ± SE	LC ₅₀	(%)
24 Jam	3,372 ± 0,513	0,526 ± 0,234	0,118	11,80%
48 Jam	3,676 ± 0,506	0,479 ± 0,230	0,056	5,60%
72 Jam	3,361 ± 0,143	0,742 ± 0,070	0,016	1,60%
96 Jam	3,486 ± 0,254	0,784 ± 0,125	0,008	0,80%
120 Jam	3,715 ± 0,161	0,730 + 0,079	0,005	0,50%

Keterangan:

- a : Intersep garis regresi
- b : Kemiringan garis regresi (*slope*)
- SE : Standard Error
- LC : Lethal concentration

Timbulnya efek mortalitas pada nimfa *B. tabaci* karena adanya bakteri simbion yang berkembang biak di dalam perut serangga dan dapat membunuh serangga sebagai akibat keracunan darah (*septicemia*) dengan menyesuaikan kondisi sesuai pertumbuhan dan reproduksi nematoda di dalam tubuh serangga (Chaerani *et al.*, 2007). Nimfa *B. tabaci* yang terinfeksi oleh nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. ditandai dengan warna putih merata. Hal itu karena aktifitas *Steinernema* spp. dalam tubuh serangga yang merusak seluruh organ, sehingga warna transparan berubah menjadi putih keruh.

Populasi *Bemisia tabaci* pada Tanaman Cabai Merah

Aplikasi *Steinernema* spp. berpengaruh dalam menurunkan kepadatan populasi *Bemisia tabaci* dibandingkan dengan kontrol (tanpa *Steinernema* spp.) pada 3 sampai 30 HSA (hari setelah aplikasi) (Tabel 2). Pada 3 HSA dan 6 HSA kepadatan populasi *B. tabaci* terendah terdapat pada aplikasi *Steinernema* spp. 250 JI/ml dan 300 JI/ml yang berbeda nyata dengan kepadatan populasi *B. tabaci* pada aplikasi *Steinernema* spp. 50, 100, 150, 200 JI/ml dan kontrol. Pada 9 HSA kepadatan *B. tabaci* terendah terdapat pada aplikasi *Steinernema* spp. 250, 300, 200, 150 JI/ml yang berbeda nyata dengan kepadatan *B. tabaci* pada aplikasi *Steinernema* spp. 50, 100 JI/ml, dan kontrol. Hal ini karena pada pengamatan 3-9 HSA terjadi penurunan populasi *B. tabaci*. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Bastidas *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa NEP cocok digunakan untuk aplikasi pada daun terhadap *T. vaporariorum*. Selain

itu, Laznic *et al.* (2011) melaporkan bahwa *Steinernema feltiae* efektif terhadap nimfa instar kedua *T. vaporariorum*, hal ini karena imobilitas nimfa instar kedua melekat pada daun, akibatnya meningkatkan NEP kontak dan penetrasi.

Pada 12 HSA hingga 30 HSA kepadatan *B. tabaci* tidak berbeda nyata pada aplikasi *Steinernema* spp. 50 JI/ml, 100 JI/ml, 150 JI/ml, 200 JI/ml, 250 JI/ml, dan 300 JI/ml tetapi berbeda nyata dengan kontrol, dikarenakan pada 12 HSA populasi *B. tabaci* yang diberi perlakuan sudah mulai mati. Pada pengamatan 15 HSA hingga 30 HSA, populasi *B. tabaci* pada aplikasi *Steinernema* spp. 50 JI/ml, 100 JI/ml, 150 JI/ml, 200 JI/ml, 250 JI/ml, dan 300 JI/ml yaitu 0 (nol) yang berarti bahwa semua serangga mengalami mortalitas akibat infeksi NEP *Steinernema* spp. sedangkan pada kontrol (tanpa *Steinernema* spp.) setiap harinya bertambah karena tidak terinfeksi.

Tingginya mortalitas pada serangga yang diakibatkan oleh nematoda entomopatogen karena reproduksi nematoda yang cepat serta adanya bakteri simbion di dalam nematoda. Bakteri simbion mampu membunuh serangga dalam waktu relatif singkat, yaitu 24-48 jam, mengkoloni dan menyediakan makanan bagi nematoda, sedangkan nematoda berperan sebagai vektornya. Nematoda ini bersifat aktif dan mampu mencapai serangga yang terletak dalam habitat yang tersembunyi di dalam tanah (Chaerani, 1996). NEP *Steinernema* spp. juga memiliki keuntungan bagi bakteri simbion yaitu mampu melindungi bakteri dari lingkungan eksternal yang merugikan, mempercepat terjadinya penetrasi ke dalam *hemocoel* serangga dan memungkinkan adanya

toksin yang dikeluarkan oleh serangga (protein anti-bakteri) (Hazir *et al.*, 2003).

Populasi *B. tabaci* pada kontrol (tanpa *Steinernema* spp.) meningkat setiap harinya karena ketersediaan makanan yang cukup dan tidak ada organisme lain yang mengganggu perkembangbiakan *B. tabaci*. Berbeda dengan populasi *B. tabaci* pada aplikasi *Steinernema* spp. 50 JI/ml, 100 JI/ml, 150

JI/ml, 200 JI/ml, 250 JI/ml, dan 300 JI/ml yang semakin menurun, hal itu karena infeksi *Steinernema* spp. pada *B. tabaci* pada saat pengaplikasian. Perlakuan *Steinernema* spp. 100 JI/ml efektif menekan populasi *B. tabaci* pada 12 hari setelah aplikasi dan populasi terkendali sepenuhnya pada 15 hari setelah aplikasi.

Tabel 2. Kepadatan populasi *Bemisia tabaci* pada tanaman cabai merah

Perlakuan	Rata-rata kepadatan populasi <i>Bemisia tabaci</i> (ekor per tanaman) pada n (HSA)				
	3	6	9	12	15
Kontrol	38,75 d	9,04 d	10,69 c	12,07 b	14,36 b
<i>Steinernema</i> spp. 50 JI/ml	27,50 c	4,43 c	3,16 b	0,60 a	0,00 a
<i>Steinernema</i> spp.100 JI/ml	26,00 bc	4,32 c	3,09 b	0,25 a	0,00 a
<i>Steinernema</i> spp.150 JI/ml	24,00 bc	3,30 b	1,10 a	0,00 a	0,00 a
<i>Steinernema</i> spp.200 JI/ml	22,00 b	3,11 b	0,75 a	0,00 a	0,00 a
<i>Steinernema</i> spp.250 JI/ml	14,00 a	2,06 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
<i>Steinernema</i> spp.300 JI/ml	11,75 a	1,46 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a

Perlakuan	Rata-rata kepadatan populasi <i>Bemisia tabaci</i> (ekor per tanaman) pada n (HSA)				
	18	21	24	27	30
Kontrol	15,20 b	16,95 b	17,55 b	18,52 b	19,89 b
<i>Steinernema</i> spp.,50 JI/ml	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
<i>Steinernema</i> spp.,100 JI/ml	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
<i>Steinernema</i> spp.,150 JI/ml	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
<i>Steinernema</i> spp.,200 JI/ml	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
<i>Steinernema</i> spp.,250 JI/ml	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
<i>Steinernema</i> spp.,300 JI/ml	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a

Keterangan: HSA (Hari Setelah Aplikasi)

Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf nyata 5%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. pada konsentrasi 300 JI/ml paling tinggi dalam menyebabkan mortalitas *B. tabaci* pada tanaman cabai merah (14,5 % pada 120 jam setelah aplikasi).
2. Nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. berpengaruh dalam menekan kepadatan populasi *B. tabaci* pada tanaman cabai merah. Nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. pada konsentrasi 100 JI/ml dapat mengendalikan populasi *B. tabaci* pada tanaman cabai merah pada 12 hari setelah aplikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- BPTP (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian) Sumbar. 2017. Budidaya Cabai dalam Pot/Polybag.<http://sumbar.litbang.pertanian.go.id/index.php/info-teknologi/1022-budidaya-cabai-dalam-pot-polybag>. (diakses 18 Desember 2019).
- An R, Orellana D, Phelan LP, Canas L, & Grewal P. 2016. Entomopathogenic nematodes induce systemic resistance in tomato against *Spodoptera exigua*, *Bemisia tabaci* and *Pseudomonas syringae*. Biological Control 93: 24–29.
- Ardeh MJ. 2004. Whitefly control potential of Eretmocerus parasitoids with different reproductive modes. [Thesis]. Wageningen Universiteit. Germany.

- Bastidas B, Edgar P, & San-Blas E. 2014. Size does matter: The life cycle of *Steinernema* spp. In micro-insect hosts. Journal of Invertebrate Pathology 121: 46-55.
- Boemare N, Laumond C, & Mauleon H. 1996. The entomopathogenic nematode-bacterium complex: biology, life cycle and vertebrate safety. Biocontrol Sci. and Tech. 6(3): 333-345.
- Chaerani M. 1996. *Nematoda Patogen Serangga*. Bogor : Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan Bogor.
- Chaerani, Suryadi Y, Priyatno TP, Koswanudin D, Rahmat U, Sujatmo, Yusuf & Griffin CT. 2007. Isolasi nematoda patogen serangga *Steinernema* dan *Heterorhabditis*. Jurnal HPT Tropika. 7(1): 1 – 9.
- Cuthbertson AG, Head J, Walters KF, & Gregory SA. 2003. The efficacy of the entomopathogenic nematode, *Steinernema feltiae*, against the immature stages of *Bemisia tabaci*. J Invertebr Pathol. 2003 Jul; 83(3): 267-9.
- De Barro PJ. 2005. *Bemisia tabaci* Biotype B, a Review of its Biology, Distribution and Control. CSIRO Division Entomology Technical Paper. 36: 1-58.
- Glazer I & Lewis EE. 2000. Bioassays for entomopathogenic nematodes. Pp. 220-245 in Navon, A. and K.R.S. Ascher (Ed.). Bioassays of entomopathogenic microbes and nematodes. CAB International Pub. UK.
- Grewal PS. 2005. Formulation and application technology. Pp. 311-332 in Gaugler R. (Ed). Entomopathogenic Nematology CABI Publishing, vol. 15. CAB International, Wallingford.
- Kaya MG. & Gaugler. 1993. Efficiency Against Soil-Inhibiting Insect Pests. in Gaugler Kaya H K. (Ed) Entomophagous Nematodes in Biological Control. Florida : CRC Press.
- Laznik Z & Trdan S. 2014. The influence of insecticides on the viability of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) under laboratory conditions. Pest Management Science 70:784-789.
- Li Y, Mbata GN, Punnuri S, Simmons AM & Shapiro-Ilan DI. 2021. *Bemisia tabaci* on vegetables in the Southern United States: incidence, impact, and management. Insects 12:198.
- Prabowo H, & Indrayani IGAA. 2009. Potensi Nematoda Patogen Serangga *Steinernema* spp. dalam Pengendalian Hama Utama Tanaman Kapas. Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri 1(2), Oktober 2009.
- Rezaei N, Karimi J, Hosseini, M, Goldani M, & Herrera RC. 2015. Pathogenicity of Two Species of Entomopathogenic Nematodes Against the Greenhouse Whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae), in Laboratory and Greenhouse Experiments. J Nematol 47(1): 60–66.
- Setiawati, Udiarto BK, & Soetiarso TA. 2008. Pengaruh Varietas dan Sistem Tanam Cabai Merah terhadap Penekanan Populasi Hama Kutu Kebul. J. Hortikultura 18(1): 55-61.
- Shapiro-Ilan DI, Hazir S & Glazer I. 2020. Advances in use of entomopathogenic nematodes in IPM. In Kogan, M. and Heinrichs, E. A. (Eds), Integrated Management of Insect Pests: Current and Future Developments Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, pp. 649–78.
- Sugiyama K. 2005. Management of whitefly for commercial tomato production in greenhouses in Shizuoka, Japan Pp. 81-91 in Ku, T.Y. & Wang C.L (Ed). Proc. of the International Seminar on Whitefly Management and Control Strategy. Taichung, Taiwan, Oct 3-8, 2005. Taichung, Taiwan.



9 772621 575007