

KEMEMPANAN ISOLAT LOKAL NEMATODA ENTOMOPATOGEN *Steinernema carpocapsae* Poinar UNTUK PENGENDALIAN HAMA ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* F.) PADA TANAMAN KUBIS

EFFICACY OF Steinernema carpocapsae Poinar ENTOMOPATHOGENIC NEMATODE LOCAL ISOLATE TO CONTROL ARMY WORM (Spodoptera litura F.) ON CABBAGE CROP

Oleh:

Abdul Manan dan Agus Suyanto

Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

Jl. dr. Soeparno Grendeng Purwokerto 53122 Telp. 0281-638791

(Diterima: 23 Desember 2008; Disetujui: 2 Maret 2009)

ABSTRACT

Research studying efficacy of *Steinernema carpocapsae* entomopathogenic nematode local isolate against army worm (*Spodoptera litura* F.) was conducted in the Laboratory of Plant Nematology, the Departement of Plant Pests and Deseases, Agriculture Faculty, Jenderal Soedirman University, Purwokerto. Both the efficacy test of *S. carpocapsae* against *S. litura* and the effect test of *S. carpocapsae* on *S. litura* development were designed by Split Plot Design based on Randomized Complete Block Design. Treatments tested were the origin of isolates, *i.e.*, Cilacap and Brebes, and several invective juvenile nematode concentrations. Variables observed were larval mortality and numbers of pupae, adults, eggs, and hatched eggs. Results of the reserach showed that both local entomopathogenic nematode had low efficacy on *S. litura*, *i.e.*, larval mortality for Cilacap and Brebes isolates of 25.5 and 28.2%, respectively. LC50 of Cilacap and Brebes isolates was 1,695.36 and 1,908.31 nematode ml⁻¹. The local isolate nematodes could not inhibit *S. litura* development.

Key words: Cabbage, Efficacy, Spodoptera litura, Steinernema carpocapsae.

PENDAHULUAN

Kubis (*Brassica oleracea* var. *capitata*) merupakan tanaman sayuran penting dan banyak disukai masyarakat Indonesia. Menurut data BPS (2008), produksi kubis nasional mencapai 1.288.738 ton, dengan rerata produksi 21,23 ton/ha. Produksi tersebut tergolong rendah, salah satu penyebabnya adalah serangan hama yang tinggi.

Ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) (Lepidoptera: Noctuidae) merupakan salah satu hama utama pada tanaman kubis. Serangan hama tersebut dapat mengakibatkan kuantitas dan kualitas hasil berkurang, bahkan dapat mengakibatkan kegagalan panen (Suyanto, 1994; Bessin, 2004; Lubis, 2004; Evans and Crossley, 2006).

Pengendalian hama ulat grayak sampai saat ini menggunakan pestisida kimia sintetis. Cara pengendalian tersebut tidak ekonomis dan mengakibatkan dampak negatif terhadap lingkungan, sehingga perlu dicari pilihan cara pengendalian lain yang efektif tetapi aman. Salah satu pilihan tersebut adalah pengendalian hayati dengan memanfaatkan musuh alaminya.

Nematoda entomopatogen *Steinernema carpocapsae* merupakan musuh alami ulat grayak yang berpotensi (Gauler, 2006; Evans and Crossley, 2006; Indobiogen, 2007). Nematoda ini telah ditemukan di Indonesia, seperti di Bogor, Sukabumi, Jember, Malang, Medan, dan Makassar. Isolat nematoda yang berasal dari Makassar terbukti dapat mengakibatkan kematian lebih dari 80 persen

serangga uji (Suyanto dan Munadjat, 2004.). Namun demikian, penggunaan isolat nematoda dari lokasi yang jauh tidak efisien karena memerlukan biaya penanganan dan transportasi yang cukup besar. Di dalam rangka meningkatkan keefisienan pengelolaan hama ulat grayak, maka perlu dilakukan upaya pencarian isolat lokal agensia hayati tersebut.

Upaya pencarian nematoda entomopatogen *S. carpocapsae* di sekitar Jawa Tengah oleh tim dari Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Unsoed telah berhasil menemukan isolat lokal di Adipala (Cilacap) dan Kaligua (Brebes). Isolat tersebut telah berhasil dikembangkan secara *in vivo* menggunakan ulat hongkong (*Tenebrio* sp.) di laboratorium. Namun demikian, belum diketahui kemempnan isolat lokal tersebut untuk mengendalikan hama ulat grayak.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemempnan dan konsentrasi efektif isolat lokal nematoda entomopatogen *S. carpocapsae* terhadap ulat grayak dan pengaruhnya terhadap perkembangan ulat grayak.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Nematologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman mulai pada bulan Mei sampai dengan September 2007.

Perbanyakan Nematoda Entomopatogen

Pembiakan massal nematoda dilakukan *in vivo* menggunakan larva *Tenebrio molitor* berdasarkan prosedur Rohman (2002) dan Indobiogen (2007). Nematoda 100 JI (*juvenile infective*) ditetaskan ke permukaan kertas saring basah pada cawan Petri, kemudian dimasukkan 20 ulat Hongkong dan diinkubasi selama tujuh hari. Larva ulat Hongkong yang

terinfeksi, yakni tubuhnya berwarna coklat kehitaman dan kaku, selanjutnya diambil dan diletakkan pada cawan Petri lain yang dialasi kertas saring basah dan diinkubasi selama tiga hari. Nematoda yang muncul dari tubuh ulat Hongkong yang terinfeksi selanjutnya dipanen dan digunakan sebagai bahan penelitian.

Perbanyakan Ulat Grayak

Kelompok telur *S. litura* dari lapang dimasukkan ke dalam toples. Larva yang menetas diberi pakan alami daun kubis. Sebelum masuk masa prepupa, dasar stoples dialasi serbuk gergaji sebagai medium pemupaan larva. Imago yang muncul dikumpulkan dan dipasangkan, diberi pakan madu 5%. Telur yang dihasilkan dipelihara sampai berkembang menjadi larva. Larva instar III selanjutnya digunakan sebagai serangga uji.

Uji Kemempnan Isolat Lokal Nematoda Entomopatogen terhadap Hama *S. litura*

Kemempnan nematoda entomopatogen terhadap ulat grayak ditentukan dengan menggunakan metoda *bioassay* kertas saring (Epsky dan Capinera, 1994). Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Petak Terbagi dengan rancangan dasar Rancangan Acak Kelompok. Faktor utama yang dicoba adalah asal isolat, yaitu isolat Cilacap dan Brebes, sedangkan faktor tambahan adalah konsentrasi nematoda, yaitu 0, 500, 1.000, 1.500, 2.000, 2.500, 3.000, 3.500, dan 4.000 nematoda/ml. Konsentrasi nematoda ditentukan berdasarkan jumlah nematoda yang terdapat dalam satu ml suspensi. Satu ml suspensi dengan konsentrasi sesuai perlakuan kemudian ditetaskan ke dalam cawan Petri yang telah dialasi kertas saring. Setelah satu jam, sepuluh larva uji dimasukkan ke dalam cawan Petri. Enam jam kemudian, larva uji dipindah ke dalam stoples plastik yang sudah diberi pakan kubis. Variabel yang

diamati yaitu mortalitas larva dengan rumus:

$$\text{Mortalitas larva} = \frac{\text{Jumlah larva mati}}{\text{Jumlah larva semula}} \times 100\%$$

Data penelitian dianalisis dengan analisis varian (uji F). Apabila ada perbedaan nyata antarperlakuan dianalisis lebih lanjut dengan uji jarak berganda Duncan. Kemempanan nematoda terhadap larva hama ditentukan berdasarkan nilai LC50 yang ditentukan dengan analisis probit.

Uji Pengaruh Nematoda Entomopatogen terhadap Perkembangan Hama *S. litura*

Pengaruh *S. carpocapsae* terhadap perkembangan larva ulat grayak ditentukan dengan menggunakan metoda *bioassay* kertas saring. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Petak Terbagi dengan rancangan dasar Rancangan Acak Kelompok. Faktor utama yang dicoba adalah asal isolat, yaitu isolat Cilacap dan Brebes, sedangkan faktor tambahan adalah konsentarsi nematoda, yaitu 0, 200, 400, 800, 1.000, 1.200, dan 1.400 nematoda/ml. Satu ml suspensi dengan konsentrasi sesuai perlakuan kemudian ditetaskan ke dalam cawan Petri yang telah dialasi kertas saring. Setelah satu jam, sepuluh larva uji dimasukkan ke dalam cawan Petri. Enam jam kemudian, larva uji dipindah ke dalam stoples plastik yang sudah diberi pakan kubis. Variabel yang diamati adalah jumlah pupa, jumlah imago, jumlah telur, dan jumlah telur yang menetas. Data penelitian dianalisis dengan analisis varian (uji F). Apabila ada perbedaan nyata antarperlakuan, dianalisis lebih lanjut dengan uji jarak berganda Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kemempanan Isolat Lokal Nematoda Entomopatogen *S. carpocapsae* terhadap Hama *S. litura*

Hasil penelitian menunjukkan kedua isolat nematoda *S. carpocapsae* mampu

menginfeksi dan mempan terhadap ulat grayak (Tabel 1). Larva yang terinfeksi kondisinya lemah, merana, aktivitas makan menurun, gerakan lamban, dan akhirnya mati, serta tidak berbau busuk. Hasil penelitian yang sama juga dilaporkan oleh Rohman (2002), Suyanto dan Munadjat (2004), dan Indrayani dan Gothama (2005). Selanjutnya, menurut Kaya dan Gauler (1993) serta Gauler (2006), nematoda entomopatogen masuk ke dalam tubuh inang melalui lubang alami, seperti mulut, anus, dan spirakel atau melalui luka pada kutikula atau kutikula tipis antarsegmen. Setelah masuk, nematoda melepas bakteri simbiosis ke dalam *haemocoel* inang. Bakteri tersebut berbiak cepat dan mengeluarkan toksin yang mengakibatkan kematian inang.

Webster (2000) berhasil menganalisis toksin bakteri simbiosis tersebut, yaitu xenocoumacin, nemathophin, xenorixid, indol, dan stilben. Bakteri simbiosis kemudian mengeluarkan eksoenzim lipase, fosfolipase, protease, dan DNA-se yang menyerna tubuh inang menjadi hara yang tersedia bagi nematoda. Nematoda kemudian bereproduksi secara kawin dan berkembangbiak secara cepat tiga sampai empat generasi sebelum hara inang habis (Kaya dan Gauler, 1993; Gauler, 2006). Hasil penelitian lain menunjukkan, *S. carpocapsae* juga mempan terhadap beberapa hama, antara lain ulat jantung kubis *Crocidolomia pavonana* (Subagiya, 2002; Indrayani dan Ghotama, 2005), ulat daun kubis *Plutella xylostella*, *Myzus persicae*, *Pectinophora gossypiella*, dan *Tricoplusia* (Belair *et al.*, 2003; Nugrohorini *et al.*, 2004; Indrayani dan Ghotama, 2005), *Thrips* pada cabai besar (Sulistyanto *et al.*, 2006), dan rayap (Bakti, 2004; Yu *et al.*, 2006).

Mortalitas yang ditimbulkan kedua isolat nematoda adalah rendah, yaitu 25,5 dan

Tabel 1. Mortalitas Larva Ulat Grayak pada Perlakuan Asal Isolat, Konsentrasi dan Kombinasi Asal Isolat dan Konsentrasi Nematoda Entomopatogen *S. carpocapsae*

Perlakuan	Mortalitas Larva (%)
Isolat Cilacap	25,2 a
Isolat Brebes	28,2 a
Konsentarsi 0 nema/ml	5,0 a
Konsentrasi 500 nema/ml	5,0 a
Konsentrasi 1.000 nema/ml	20,0 ab
Konsentrasi 1.500 nema/ml	40,0 c
Konsentrasi 2.000 nema/ml	42,5 c
Konsentrasi 2.500 nema/ml	37,5 c
Konsentrasi 3.000 nema/ml	37,5 bc
Konsentrasi 3.500 nema/ml	30,0 c
Konsentrasi 4.000 nema/ml	27,5 bc
Isolat CilacapKonsentarsi 0 nema/ml	5,0 a
Isolat CilacapKonsentrasi 500 nema/ml	5,0 a
Isolat CilacapKonsentrasi 1.000 nema/ml	20,0 abc
Isolat CilacapKonsentrasi 1.500 nema/ml	45,0 cd
Isolat CilacapKonsentrasi 2.000 nema/ml	30,0 abcd
Isolat CilacapKonsentrasi 2.500 nema/ml	40,0 cd
Isolat CilacapKonsentrasi 3.000 nema/ml	35,0 bcd
Isolat CilacapKonsentrasi 3.500 nema/ml	30,0 abcd
Isolat CilacapKonsentrasi 4.000 nema/ml	25,0 abc
Isolat Brebes Konsentarsi 0 nema/ml	5,0 a
Isolat Brebes Konsentrasi 500 nema/ml	5,0 a
Isolat Brebes Konsentrasi 1.000 nema/ml	20,0 abc
Isolat Brebes Konsentrasi 1.500 nema/ml	35,0 bcd
Isolat Brebes Konsentrasi 2.000 nema/ml	55,0 d
Isolat Brebes Konsentrasi 2.500 nema/ml	35,0 bcd
Isolat Brebes Konsentrasi 3.000 nema/ml	40,0 cd
Isolat Brebes Konsentrasi 3.500 nema/ml	30,0 abcd
Isolat Brebes Konsentrasi 4.000 nema/ml	30,0 abcd

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda dalam satu kolom menunjukkan berbeda nyata menurut DMRT 5%.

28,2% masing-masing untuk isolat Cilacap dan Brebes, serta keduanya tidak berbeda secara statistika (Tabel 1). Hasil analisis probit didapatkan nilai LC₅₀ isolat Cilacap adalah 1695,36 nematoda/ml, sedangkan isolat Brebes adalah 1908,31 nematoda/ml. Nilai tersebut lebih rendah bila dibandingkan dengan isolat Makassar dari spesies dan serangga uji yang sama, yaitu 389,064 nematoda/ml. Demikian

juga mortalitas serangga uji yang ditimbulkan jauh lebih tinggi, yaitu mencapai lebih dari 80% (Suyanto dan Munadjat, 2004).

Hasil penelitian tersebut menunjukkan kedua isolat lokal nematoda mempunyai kemempnan yang rendah terhadap ulat grayak. Hal ini diduga disebabkan kemampuan penetrasi nematoda kurang tinggi atau produksi toksin oleh bakteri simbion yang rendah karena

ketidaksesuaian nematoda dan bakteri simbiannya. Menurut Gauler (2006) dan data Indobiogen (2007), kemampuan nematoda entomopatogen untuk masuk menembus tubuh inang merupakan kunci pertama keberhasilan nematoda menginfeksi inangnya. Kunci keberhasilan kedua adalah kemampuan bakteri simbiannya untuk menghasilkan toksin yang mampu mematikan serangga inang secara cepat, menghasilkan eksoenzim yang mampu mencerna makromolekul penyusun tubuh inang menjadi hara yang tersedia bagi nematoda yang bersangkutan, serta beberapa toksin yang mampu menghambat pertumbuhan mikroba pesaingnya. Produksi toksin tersebut sangat dipengaruhi oleh kesesuaian nematoda dengan bakteri simbiannya. Selanjutnya, menurut Forst *et al.* (2000), hubungan simbiosis mutualis antara nematoda entomopatogen dengan bakteri simbiannya melibatkan sistem genetika yang rumit dari kedua organisme tersebut.

Konsentrasi nematoda berpengaruh nyata terhadap mortalitas larva ulat grayak. Konsentrasi 500 nema/ml menimbulkan mortalitas 5%, yang meningkat seiring naiknya konsentrasi nematoda sampai 2.000 nema/ml. Pada konsentrasi ini dicapai mortalitas tertinggi, yaitu 42,5% dan berbeda nyata secara statistika dengan konsentrasi nematoda di bawahnya (Tabel 2). Hal ini sejalan dengan laporan Wouts (1980), bahwa mortalitas inang meningkat dengan penambahan jumlah nematoda. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Suyanto (2001) serta Suyanto dan Munadjat (2004), bahwa sampai batas tertentu, penambahan inokulum nematoda meningkatkan mortalitas serangga uji. Selanjutnya, penambahan konsentrasi nematoda tidak mampu meningkatkan mortalitas. Mortalitas semakin menurun, tetapi masih tidak berbeda nyata secara statistika dengan mortalitas tertinggi.

Hal ini diduga terjadi persaingan antar-nematoda, sehingga hanya sedikit nematoda yang berhasil masuk ke dalam tubuh inang. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Suyanto (2001) serta Suyanto dan Munadjat (2004). Razak *et al.* (1996) melaporkan, mortalitas inang sangat dipengaruhi oleh jumlah individu nematoda yang dapat masuk ke dalam tubuh inang.

Mortalitas larva ulat grayak pada perlakuan kombinasi asal isolat dan konsentrasi nematoda tidak banyak beragam dan secara statistika tidak berbeda nyata. Mortalitas tertinggi dicapai pada perlakuan isolat asal Brebes pada konsentrasi 2.000 nematoda/ml, yaitu 55% dan tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan asal isolat dan konsentrasi nematoda lainnya kecuali dengan kontrol.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua isolat lokal nematoda entomopatogen *S. carpocapsae* mempunyai kemempnan yang rendah terhadap ulat grayak. Peningkatan kemempnan dalam mengendalikan hama perlu dilakukan melalui beberapa modifikasi. Kaya dan Gaugler (1993) menyarankan penggunaan kombinasi dua spesies nematoda. Hasil penelitiannya menunjukkan, penggunaan *S. carpocapsae* dan *Heterorhabditis bacteriophora* ternyata lebih berhasil dalam program pengendalian ulat grayak. Kemempnan nematoda juga akan meningkat bila dikombinasikan dengan insektisida. Barbara dan Buss (2005) melaporkan, nematoda dapat diaplikasikan bersamaan dengan pestisida sintetis acephate, bifenthrin, dan imidacloprid.

Uji Pengaruh Nematoda Entomopatogen terhadap Perkembangan Ulat Grayak

Jumlah pupa, imago, telur, dan telur tetas pada perlakuan asal isolat, konsentrasi nematoda, dan kombinasi asal isolat dan konsentrasi nematoda entomopatogen *S.*

Tabel 2. Jumlah Pupa, Imago, Telur, dan Telur Tetas Ulat Grayak pada Perlakuan Asal Isolat, Konsentrasi, dan Kombinasi Asal Isolat dan Konsentrasi Nematoda Entomopatogen *S. carpocapsae*

Perlakuan	Pupa	Imago	Telur	Telur Tetas
Isolat Cilacap	7,50 a	5,13 a	1.172 a	497 a
Isolat Brebes	7,50 a	5,50 a	1.180 a	462 a
Konsentarsi 0 nema/ml	7,25 a	5,50 a	1.060 a	517 a
Konsentrasi 200 nema/ml	7,25 a	4,75 a	940 a	429 a
Konsentrasi 400 nema/ml	7,50 a	5,50 a	985 a	471 a
Konsentrasi 600 nema/ml	7,50 a	5,50 a	1.150 a	527 a
Konsentrasi 800 nema/ml	7,50 a	6,00 a	1.110 a	487 a
Konsentrasi 1.000 nema/ml	7,25 a	5,25 a	980 a	477 a
Konsentrasi 1.200 nema/ml	7,75 a	4,75 a	1.040 a	458 a
Konsentrasi 1.400 nema/ml	7,50 a	5,00 a	995 a	472 a
Isolat CilacapKonsentarsi 0 nema/ml	7,50 a	6,00 a	1.200 a	612 a
Isolat CilacapKonsentrasi 200 nema/ml	7,50 a	5,00 a	990 a	426 a
Isolat CilacapKonsentrasi 400 nema/ml	8,00 a	4,50 a	870 a	432 a
Isolat CilacapKonsentrasi 600 nema/ml	7,00 a	5,50 a	1.050 a	534 a
Isolat CilacapKonsentrasi 800 nema/ml	7,50 a	6,00 a	1210 a	522 a
Isolat CilacapKonsentrasi 1.000 nema/ml	7,00 a	4,50 a	970 a	522 a
Isolat CilacapKonsentrasi 1.200 nema/ml	7,50 a	4,50 a	1.100 a	510 a
Isolat CilacapKonsentrasi 1.400 nema/ml	8,00 a	5,00 a	890 a	420 a
Isolat Brebes Konsentarsi 0 nema/ml	7,00 a	5,00 a	920 a	422 a
Isolat Brebes Konsentrasi 200 nema/ml	7,00 a	4,50 a	890 a	432 a
Isolat Brebes Konsentrasi 400 nema/ml	7,00 a	6,00 a	1.100 a	510 a
Isolat Brebes Konsentrasi 600 nema/ml	8,00 a	5,50 a	1.250 a	520 a
Isolat Brebes Konsentrasi 800 nema/ml	7,50 a	6,00 a	1.010 a	452 a
Isolat Brebes Konsentrasi 1.000 nema/ml	7,50 a	6,00 a	990 a	432 a
Isolat Brebes Konsentrasi 1.200 nema/ml	8,00 a	5,00 a	980 a	406 a
Isolat Brebes Konsentrasi 1.400 nema/ml	7,00 a	5,00 a	1.100 a	524 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda dalam satu kolom menunjukkan berbeda nyata menurut DMRT 5%.

carpocapsae disajikan pada Tabel 2. Hasil penelitian menunjukkan, jumlah pupa, imago, telur, dan telur tetas tidak beragam dan secara statistika tidak berbeda nyata. Hasil ini sama dengan laporan Suyanto dan Munadjat (2004), tetapi bertentangan dengan laporan Razak *et al.* (1996) dan Rohman (2002), bahwa nematoda entomopatogen *S. carpocapsae* mampu memengaruhi perkembangan ulat grayak. Telur yang dihasilkan imago betina dan telur yang menetas berkurang akibat aktivitas nematoda pada saat imago betina

masih dalam stadium larva. Menurunnya produksi telur tersebut diakibatkan rusaknya primordia sistem reproduksi serangga pada saat masih larva akibat aktivitas nematoda entomopatogen. Perbedaan hasil tersebut diduga karena kedua isolat lokal nematoda entomopatogen yang diuji dalam penelitian ini mempunyai kepatogenan yang rendah, sehingga tidak mampu memengaruhi sistem fisiologi dan jaringan primordia sistem reproduksi ulat grayak. Kepatogenan yang rendah diduga karena produksi toksin oleh

bakteri simbiosis yang kurang efektif. Oleh karena kedua isolat nematoda entomopatogen tidak mampu memengaruhi perkembangan ulat grayak, maka tidak direkomendasikan untuk digunakan dalam pengelolaan hama tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan:

1. Isolat lokal nematoda entomopatogen *S. carpocapsae* mempunyai kemempnaan rendah terhadap ulat grayak, yaitu 25,5% untuk isolat Cilacap dan 28,2% untuk isolat Brebes.
2. Tidak ditemukan konsentrasi efektif isolat lokal nematoda entomopatogen *S. carpocapsae* untuk pengendalian ulat grayak.
3. Isolat lokal nematoda entomopatogen *S. carpocapsae* tidak berpengaruh terhadap perkembangan ulat grayak.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakti, D. 2004. Pengendalian Rayap *Captotermes curvignathus* Holmgren Menggunakan Nematoda *Steinernema carpocapsae* dalam Skala Laboratorium. *Jurnal Natur Indonesia* 6(2):81-83.
- Barbara, K.A. and E.A. Buss. 2005. Integration of Insect Parasite Nematode (Rhabditida: Steinernematidae) with Insecticides for Control of Mole Crickets (Orthoptera: Gryotalpidae: *Scapteriscus* sp.). *Journal Economic Entomology* 98(3):689-693.
- Belair, G., Y. Fournier, and N. Dauphinais. 2003. Efficacy of Steinernematid Nematodes against Three Insect Pests of Crucifers in Quebec. *Journal of Nematology* 35(3):259-265.
- Bessin, R. 2004. *Cabbage Insects*. (on-line). <http://www.ca.uky.edu/entomology-/enfacts/ef300.asp>. diakses tanggal 10 Oktober 2007.
- BPS. 2008. *Production of Vegetables in Indonesia*. (on-line). <http://www.bps.go.id/-sector/horti/table7.shtml>. diakses tanggal 10 Desember 2008.
- Epsky, N.D. and J.L. Capinera. 1994. Invasion Efficiency as a Measure of Efficacy of Entomogenous Nematode *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida : Steinernematidae). *Journal of Economic Entomology* 87: 366-370.
- Evans, D.H. and S. Crossley. 2006. *Spodoptera litura*. (on-line). <http://www.linus-.socs.uts.edu.au/don/larvae/acro/litura.html>. diakses tanggal 21 Juli 2007.
- Forst, S., A. Volgyl, and B. Boylan. 2000. Entomopathogenic Nematodes and Symbiotic Bacteria Interactions. *Journal of Nematology* 32(4):429.
- Gauler, R. 2006. *Nematodes (Rhabditida: Steinernematidae & Heterorhabditidae)*. (on-line). <http://www.nysaes.edu/ent/biocontrol/pathogens/nemaodes.html>. diakses tanggal 20 Maret 2007.
- Indobiogen. 2007. *Nematoda Entomopatogen Serangga Biopestisida Unggulan*. (on-line). <http://www.indobiogen.or.id/produk.php>. diakses tanggal 14 Maret 2007.
- Indrayani, I.G.A.A. dan A.A.A. Ghotama. 2005. Efektivitas Nematoda Entomopatogen *Steinernema* sp. pada Hama Utama beberapa Tanaman Perkebunan dan Hortikultura. *Jurnal Puslitbangbun* 11(2):40-45.
- Kaya, H.K. and R. Gaugler. 1993. Entomopathogenic Nematodes. *Annual Review of Entomology* 38:181-206.
- Lubis, L. 2004. *Pengendalian Hama Terhadap pada Tanaman Kubis dan Kentang*. Jurusan HPT Fak. Pertanian USU. (on-line). <http://www.Library.usu.ac.-id/download/-fp/hpt.lahmuddin2.pdf>, diakses tanggal 21 Juli 2007.
- Nugrohorini, S. Rasminah, dan D. Sulistyanto. 2004. Uji Efikasi Nematoda Entomopatogen *Steinernema carpocapsae* (All Strain) pada Larva *Plutella xylostella* di rumah kaca. *Habitat* 15(2): 31-38.

- Razak, A.R., E. Kondo and N. Ishibashi. 1996. Potential of *Steinernema carpocapsae* for biological control of two major insect pests in Malaysia. *Proceedings of the International Symposium on "The use of Biological Control Agents Under IPM"* December, 1996. Food and Fertilizer Technology Center for Asian and Pasific Region. Taipei, Taiwan.
- Rohman, F. 2002. Uji Patogenitas Nematoda Entomopatogenik *Steinernema carpocapsae* Poinar Hasil Pengembangbiakan Secara *In Vivo* terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.), *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. (Tidak dipublikasikan).
- Subagiya. 2002. Patogenesitas nematoda *Steinernema carposapsae* (All) dan simbioik bakteri *Xenorabdhus nematophilus* pada ulat jantung kubis (*Crocidolomia binotalis* Zell). *Jurnal Agrosains* 4(2):1-7.
- Sulistyanto, D., U. Sholikhah dan K.A. Wijaya. 2006. Uji patogenisitas *Steinernema carpocapsae* dan *Bauberia bassiana* sebagai agensia pengendali hayati hama trips pada cabai besar (*Capsicum annum* L.). *Habitat* XVII(3):1-6.
- Suyanto, A. 1994. *Hama Sayur dan Buah*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Suyanto, A. 2001. Potensi Nematoda Entomopatogen *Steinernema crpocapsae* Sebagai engendali Hama Ulat jantung Kubis *Crocidolomia pavvonana*. *Laporan penelitian*, Fakultas pertanian Unsoed (tidak dipublikasikan).
- Suyanto, A. dan A. Munadjat. 2004. Kemempanan nematoda entomopatogenik *Steinernema carpocapsae* Poinar (Nematoda : Steinernematidae) terhadap hama ular grayak *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera : Noctuidae) pada tanaman kubis. *Agrin* 8(2):84-90.
- Webster, J.M. 2000. Entomophatogenic symbionts: Nematology' s key to 21st, *Journal of Nematology* 32(4):471.
- Wouts, W.M. 1980. Biology, life cycle and redescription of *Neoplectana bibionis* B o v i e n , 1 9 3 7 (N e m a t o d a : Steinernematidae). *Journal of Nematology* 12:62-72.
- Yu, H., D.H. Gouge, and P. Barker. 2006. Parasitism subterranean termite (Isoptera; Rhinotermitidae) by entomophatogenic nematode (Rhabditida: Stenernematidae, Heterorhabditidae). *Journal Economic Entomology* 99(4):1112-1119.