

ISOLASI *Steinernema* DARI TANAH PERTANAMAN JAGUNG DI BENGKULU BAGIAN SELATAN DAN PATOGENESITASNYA TERHADAP *Spodoptera litura* F.

Djamilah, Nadrawati, dan Muhammad Rosi

*Jurusan Perlindungan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu
Jln. Raya Kandang Limun Bengkulu 38371A
milah@unib.ac.id*

ABSTRACT

[THE ISOLATION OF *Steinernema* FROM CORN FIELD AND ITS PATHOGENECITY TO *Spodoptera litura* F]. Insect pathogenic nematode (IPN) offers an environmentally sound of controlling insect pest, as alternative for chemical insecticide. This research was conducted to evaluate the effectiveness of *Steinernema* sp isolates collected from corn fields in Southern parts of Bengkulu Province. The factorial experiment involved treatment combinations between sources of IPN isolate (Seluma, South Bengkulu, and Kaur) and density of IPN isolate (100, 200, and 400 JI mL⁻¹). The pathogenicity of the isolates were tested by inoculating the isolates on 4th instar of *S. litura*. The isolate of IPN collected from Seluma and Kaur corn fields were more effective in controlling the insect compared to those of the South Bengkulu as *S. litura* was killed faster and caused the 100 % mortality at 60 hours after inoculation. The symptoms of attacked larvae of *S. litura* were sluggish movement, body color changed to blackish with damaged internal organs. (JI=juvenile infective)

Keyword: *Steinernema* sp., *Spodoptera litura*, insect pathogenic nematode (IPN)

ABSTRAK

Nematoda patogen serangga (NPS) merupakan pengendali hama yang ramah lingkungan dan dapat menjadi alternatif bagi insektisida kimia. Penelitian ini dilakukan untuk menguji efektivitas isolat *Steinernema* sp yang berasal dari pertanaman jagung di daerah Provinsi Bengkulu bagian selatan. Percobaan disusun secara faktorial dengan melibatkan kombinasi perlakuan antara asal isolat NPS (Seluma, Bengkulu Selatan, dan Kaur) dan konsentrasi isolat NPS (100, 200, dan 400 JI mL⁻¹). Patogenesitas isolat NPS diuji dengan menginokulasikan isolat tersebut pada *S. litura* instar IV. Isolat NPS yang berasal dari pertanaman jagung Seluma dan Kaur lebih efektif dibanding dengan isolat Bengkulu Selatan, karena kemampuannya membunuh *S. litura* lebih cepat dan menyebabkan mortalitas 100 % setelah 60 jam inokulasi. Gejala larva *S. litura* yang terserang NPS nampak pada gerakannya yang lambat, lemas, warna tubuh berubah menjadi kehitaman dan organ dalam tubuh hancur. (JI=juvenile infective)

Kata kunci: *Steinernema* sp., *Spodoptera litura*, nematoda patogen serangga (NPS)

PENDAHULUAN

Penggunaan pestisida sintetik yang berlebihan dalam budidaya tanaman dapat menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan. Untuk mencegah dampak tersebut maka dikembangkan pengendalian hama yang ramah lingkungan, seperti penggunaan musuh nematoda patogen serangga (NPS) yang akhir-akhir ini banyak diteliti. Dua genus NPS, yaitu genus *Steinernema* dan *Heterorhabditis*, sangat potensial untuk dikembangkan sebagai agen pengendali hayati yang ramah lingkungan (Wagiman *et al.*, 2003; Chaerani dan Kardin, 1999). NPS memiliki potensi besar untuk dikembangkan karena mudah dikulturkan secara massal, mudah mencari inang dan bersifat *broad spectrum* (Grewal and Georgis, 1998). NPS dapat menyerang serangga ordo Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Diptera (Wagiman *et al.*, 2003), Orthoptera (Nguyen, 1999) dan Homoptera (Septiani, 2006).

Sumber-sumber NPS tersebar luas di Indonesia dan efektivitasnya telah diuji terhadap serangga adalah *Steinernema* dan *Heterorhabditis*. NPS dapat menyebabkan mortalitas ulat grayak (*S. litura*) 98 %, penggerek batang padi 38-86 %, hama lanas ubi jalar 66 % (Chaerani dan Kardin, 1999). Menurut Mugiono (2005), *Steinernema sp.* dari tanaman jagung Rejang Lebong, Kepahiang dan Kota Bengkulu dapat membunuh *S. litura* dengan mortalitas 100 %. Ishibashi (1993) dalam Chaerani dan Kardin (1999) melaporkan bahwa sebagian besar pestisida sintetik tidak berpengaruh negatif terhadap NPS. Pestisida dengan bahan aktif *oxamyl*, *fenethrothion*, *diazinon*, *permetrin*, dan *acephate* bersifat sinergis dengan NPS dalam mengendalikan hama-hama yang hidup ditanah.

Stadium yang aktif menginfeksi serangga adalah instar ketiga NPS yang hidup bebas di luar inang, disebut sebagai juvenil infeksi (JI). Instar ini bersimbiosis secara mutualisme dengan bakteri *Xenorhabdus* (Wagiman *et al.*, 2003). NPS melepaskan bakteri yang disimpan dalam saluran pencernaan ke dalam tubuh serangga dan dapat menyebabkan kematian dalam waktu 24 sampai 48 jam setelah aplikasi. Pengujian di laboratorium, rumah kaca dan lapangan menunjukkan NPS dari isolat lokal lebih efektif mengendalikan serangga sasaran daripada isolat introduksi (Chaerani dan Kardin, 1999). Usaha eksplorasi terhadap NPS untuk mengendalikan hama setempat perlu dilakukan, karena tidak menutup kemungkinan untuk mendapatkan NPS yang lebih virulen.

Sukaidi (2006) melaporkan bahwa NPS genus *Steinernema* dari tanaman semusim di Mukomuko dapat mematikan *S. litura* dengan mortalitas 100 %. Isolat *Steinernema sp.* dari tanaman jagung Bengkulu Selatan pada konsentrasi 400 JI mL⁻¹ juga dapat mematikan *Aphis gossypii* Glover dengan mortalitas 100 % (Septiani, 2006).

Ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) merupakan hama penting yang banyak menyerang tanaman budidaya di Bengkulu. Ulat grayak bersifat polifag dan dapat menyerang daun dan buah pada tanaman perkebunan, tanaman palawija serta tanaman pangan mulai dari fase vegetatif sampai fase generatif. Larva yang masih muda umumnya menyerang secara berkelompok.

Tindakan pengendalian yang dilakukan petani umumnya masih dengan menggunakan pestisida sintetik. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa isolat NPS dari tanaman semusim dapat membunuh *S. litura* dengan nilai mortalitas mencapai 100 %. Dengan didapatnya isolat NPS dari beberapa daerah peranaman jagung di Bengkulu Selatan diharapkan dapat mengendalikan hama ulat grayak lebih efektif. Tujuan penelitian ini untuk menguji efektivitas isolat NPS dari pertanaman jagung di beberapa daerah di Provinsi Bengkulu dalam mengendalikan *S. litura*.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu pada bulan April sampai Agustus 2006. Sampel tanah untuk isolat NPS diambil dari pertanaman jagung di Kabupaten Seluma, Bengkulu Selatan dan Kaur. Percobaan disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan lima ulangan. Perlakuan yang terdiri atas daerah asal isolat (Seluma, Bengkulu Selatan, dan Kaur) dan kerapatan NPS (100, 200, dan 400 JI mL⁻¹) dialokasikan pada satuan percobaan dalam susunan faktorial dan tanpa isolat NPS sebagai kontrol. Serangga yang diuji adalah larva *S. litura* instar IV sebanyak 20 ekor yang ditempatkan dalam nampan plastik pada setiap ulangan.

Isolasi dan Perbanyakan Steinernema (NPS)

NPS *Steinernema* diisolasi dari daerah yang mempunyai ketinggian tempat berbeda (Tabel 1). Isolasi NPS dilakukan dengan teknik pemancingan menggunakan larva *S. litura*. *Steinernema* yang diperoleh selanjutnya diletakkan dalam cawan petri

ISOLASI *Steinernema*

Tabel 1. Lokasi pengambilan sampel tanah.

Kabupaten	Desa	Ketinggian (m dpl)	Pengolahan Tanah	Tanaman Sebelumnya
Seluma	Niur	± 25	Diolah tanpa penggunaan pestisida	Jagung, cabai
	Sumber Arum	± 25		
	Sari Mulyo	± 25		
Bengkulu	Muara Pinang	±100	Diolah menggunakan pestisida	Jagung
Selatan	Muara Pulutan	±100		
	Muara Payang	±100		
Kaur	Tanjung Kemuning	±50	Diolah tanpa penggunaan pestisida	Jagung, kacang tanah
	Selika	±60		
	Tanjung Iman	±50		

yang sudah dilapisi dengan kertas saring dan diinkubasi selama tujuh hari. Metode yang sama dilakukan untuk mendapatkan *JI Steinernema* tetapi cawan petri yang digunakan dimasukkan dalam petri yang lebih besar yang berisi sedikit air. Setelah tujuh hari *JI Steinernema* berkumpul pada air di petri besar. Perbanyak NPS dilakukan hingga jumlah NPS yang dibutuhkan terpenuhi.

Perbanyak Larva S. Litura

Larva *S. Litura* diambil dari pertanaman jarak di Kota Bengkulu. Larva dipelihara dalam stoples yang berdiameter 10 cm dan bagian atas stoples ditutup dengan kain kasa. Larva diberi pakan daun jarak yang diganti setiap hari. Larva dipelihara sampai menghasilkan larva kembali dan larva instar IV yang dihasilkan digunakan dalam perlakuan.

Uji Patogenitas Isolat Steinernema pada S. Litura

Nampan berukuran panjang 37 cm, lebar 27 cm dan tinggi 4.7 cm digunakan sebagai tempat pengujian. Pada dasar nampan diberi agar setebal 0.5 cm dan di atas agar diberi kertas saring dua lapis. Masing-masing NPS yang telah diperbanyak diinokulasikan dalam nampan dengan kerapatan sesuai perlakuan. Setiap nampan yang diinokulasi NPS diberi 20 ekor larva *S. litura* instar IV yang telah dilaparkan selama 3 jam dan selanjutnya diberi pakan daun jarak yang berukuran 10 cm x 10 cm sebanyak 5 lembar dan diganti setiap pengamatan (12 jam).

Pengumpulan dan Analisis Data

Data dikumpulkan dari pengamatan: a) daya makan larva *S. litura* (cm²) yang diukur setiap 12 jam

dengan menghitung selisih luas daun total yang disediakan dengan sisa daun yang tidak dimakan, b) gejala serangan larva terinfeksi yang dilakukan setiap 12 jam dengan melihat perubahan yang terjadi pada larva setelah diinokulasi NPS. Perubahan yang diamati diantaranya perubahan gerak atau aktivitas dan warna tubuhnya, c) waktu kematian *S. litura* (jam) yang dihitung mulai dari inokulasi sampai *S. litura* mati dalam setiap ulangan, d) Persentase kematian *S. litura* yang dilakukan setiap 12 jam sampai *S. litura* pada salah satu perlakuan mati 100 %, dan e) jumlah NPS per individu *S. Litura* yang dihitung pada larva yang mati setelah larva tersebut dibedah dalam dan ditambah aquades untuk memudahkan penghitungan.

ANAVA dengan uji F ($\alpha=5\%$) dilakukan untuk menganalisis data yang diperoleh dari masing-masing pengamatan. Perbedaan antar perlakuan diuji dengan DMRT ($\alpha=5\%$), sedangkan waktu nematoda untuk mematikan serangga uji dibandingkan dengan uji t.

HASIL DAN PEMBAHASAN

NPS dari tiga isolat yang didapat menunjukkan ciri-ciri yang sama, yakni *Steinernema*. Perlakuan NPS pada larva *S. litura* menyebabkan penurunan daya makan pada semua kerapatan nematoda yang diuji (Tabel 2). Pada 12 jam setelah aplikasi daya makan larva masih tinggi. Hal ini dimungkinkan karena nematoda yang diinokulasikan belum masuk ke dalam tubuh larva, sedangkan 24, 36, 48, dan 60 jam setelah aplikasi terlihat daya makan larva sudah mulai menurun. Daya makan ini sangat dipengaruhi oleh kerapatan NPS yang diinokulasikan. Semakin tinggi kerapatan yang diinokulasikan maka makin rendah kemampuan daya makan serangga yang diuji, karena nematoda yang masuk ke dalam

Tabel 2. Rata-rata daya makan per individu larva *S. litura*

Isolat‡	Daya Makan (cm ²) jam ke... †				
	12	24	36	48	60
Kontrol	23.36 a	24.92 a	25.00 a	21.73 a	21.74 a
	<i>Kerapatan 100 JI mL⁻¹</i>				
S	23.75 a	15.09 c	11.40 c	5.05 c	3.60 c
B	23.68 a	18.50 b	15.37 b	15.84 b	6.11 b
K	22.67 a	16.59 c	1.78 c	5.71 c	6.66 b
	<i>Kerapatan 200 JI mL⁻¹</i>				
S	22.77 a	12.76 c	9.65 c	2.99 c	0.30 c
B	24.05 a	16.48 b	1.66 b	10.46 b	7.56 b
K	22.76 a	12.17 c	9.90 c	3.23 c	0.12 c
	<i>Kerapatan 400 JI mL⁻¹</i>				
S	22.93 a	12.67 c	9.15 c	2.45 c	0.06 c
B	23.12 a	18.49 b	1.46 b	8.51 b	6.03 b
K	23.10 a	12.41 c	9.19 c	2.40 c	0.00 c

† Rata-rata sekolom yang diikuti huruf sama berarti beda tidak nyata pada DMRT ($\alpha = 5\%$)

‡ S (Seluma), B (Bengkulu Selatan), K (Kaur)

tubuh larva lebih banyak sehingga akan lebih cepat melemahkan larva tersebut. Penurunan daya makan larva *S. litura* akibat perlakuan nematoda *Steinernema* berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol. Apabila nematoda ini diaplikasikan di lapangan maka nematoda ini dapat menekan kehilangan hasil tanaman. Cabanillas and Raulston (1995) membuktikan bahwa aplikasi *S. riobravis*, pada tanaman jagung mampu menyebabkan mortalitas pada prepupa dan pupa penggerek tongkol, *Heliothis zea* Bodie, antara 30-100 %, sesuai dengan dosis dan waktu aplikasi lapangan. Jasson *et al.* (1993) melaporkan bahwa beberapa strain *S. carpocapsa* dan *Heterorhabditis spp.* mampu memberikan perlindungan dengan baik pertanaman ubi jalar dari serangan *Cylas formicarius*, hasilnya lebih baik dari penggunaan insektisida sintetik. Koppenhöfer and Fuzy (2003) melaporkan *S. scarabaei* juga menyebabkan tingkat kematian yang tinggi pada larva *Scarabaeidae* di rumah kaca dan lapangan (100 % pada $1.0-2.5 \times 10^9$ JI ha⁻¹). Dengan demikian *Steinernema* ini mempunyai prospek yang sangat baik sebagai biosida alternatif pengganti pestisida sintetik.

S. litura yang terinfeksi *Steinernema* menunjukkan beberapa gejala yang dapat dilihat diantaranya gerakan larva menjadi tidak aktif atau malas. Bila disentuh larva menunjukkan respon tidak seperti pada larva sehat, larva menjadi lemas dan lama kelamaan tubuh larva akan semakin lembek dan terjadi perubahan warna, makin lama larva menghitam di seluruh tubuhnya. Bila ditekan tubuh larva akan mudah pecah dan mengeluarkan cairan putih kekuningan berbau busuk. Terjadinya gejala tersebut disebabkan *Steinernema* telah masuk ke dalam saluran pencernaan larva dan memakan

bagian organ dalam serta dipercepat dengan adanya serangan bakteri yang bersimbiosis dengan nematoda sehingga bagian organ dalam menjadi hancur dan menyebabkan bau busuk. Larva yang di uji tidak ada yang sampai menjadi pupa semuanya mati pada instar terakhir dan prapupa dengan gejala yang sama.

Isolat Seluma dengan kerapatan 200 JI mL⁻¹ menyebabkan kematian yang lebih cepat bila dibandingkan dengan isolat lainnya (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa isolat Seluma mempunyai daya bunuh yang lebih tinggi dan efektif dalam mengendalikan *S. litura*. Unggulnya isolat Seluma diduga disebabkan oleh cara bercocok tanam yang dilakukan petani setempat yang masih tradisional, dengan pengolahan tanah yang baik dan teratur (Tabel 1). Dengan keadaan tanah gembur dan terawat maka akan mendukung pergerakan nematoda dalam mencari inangnya.

Berdasar uji t, perbedaan kerapatan isolat tidak mengakibatkan perbedaan waktu kematian. Diduga kematian serangga sasaran diakibatkan infeksi nematoda melalui mulut. Menurut Wagiman *et al.* (2003), kematian serangga sasaran akibat infeksi nematoda melalui mulut dapat menyebabkan kematian pada hari kedua setelah aplikasi, sedangkan infeksi melalui kulit menyebabkan kematian pada hari kelima setelah aplikasi. Hal ini berarti infeksi nematoda melalui mulut lebih cepat mematikan serangga sasaran dibandingkan infeksi melalui kulit. Bila masuk melalui mulut nematoda dapat langsung menuju saluran pencernaan dan haemocoel serangga dan melepaskan bakteri simbiotiknya yang segera berkembang biak sambil melepaskan toksin yang dapat mematikan serangga dalam waktu yang relatif singkat (24-48 jam) (Poinar, 1990).

ISOLASI *Steinernema*

Tabel 3. Rata-rata waktu kematian *S. litura*

Isolat†	Waktu kematian yang dibutuhkan (jam)		t	Prob.
	100 JI mL ⁻¹	200 JI mL ⁻¹		
S	53.66	52.08	1.10	0.32
B	56.60	52.30	2.03	0.11
K	53.44	55.20	1.16	0.31
	100 JI mL ⁻¹	400 JI mL ⁻¹		
S	53.66	54.34	0.59	0.59
B	56.60	53.16	1.57	0.19
K	53.44	55.68	1.55	0.20
	200 JI mL ⁻¹	400 JI mL ⁻¹		
S	52.08	54.34	1.94	0.12
B	52.30	53.16	1.94	0.12
K	55.20	55.68	0.85	0.44

† S (Seluma), B (Bengkulu Selatan), K (Kaur)

Persentase kematian *S. litura* tertinggi terlihat pada 60 jam setelah aplikasi (Tabel 4). *Steinernema* yang berasal dari tiga kabupaten yang ada di Bengkulu bagian selatan terhadap *S. litura* yang di uji pada kerapatan 100, 200, dan 400 JI mL⁻¹ menunjukkan bahwa semua isolat dapat mematikan serangga uji, tetapi daya mortalitasnya berbeda-beda. Hasil uji patogenisitas ini menunjukkan bahwa isolat Seluma mempunyai daya infeksi yang tinggi terhadap *S. litura*, diikuti isolat Kaur. Hal ini diduga karena habitat nematoda isolat Seluma dan Kaur lebih baik. Habitat yang baik membuat mobilitas yang tinggi pada NPS dan akan memudahkan nematoda untuk mencari inangnya (Chaerani dan Kardin, 1999).

Kematian *S. litura* sebagai serangga uji selain adanya serangan dari nematoda *Steinernema*, juga

Tabel 4. Rata-rata persentase kematian *S. litura* akibat perlakuan *Steinernema* sp.

Isolat†	Kerapatan (JI mL ⁻¹)	Persentase Kematian jam ke...				
		12	24	36	48	60
	Kontrol	0	0	0	0	0
S	100	0	0	8	33	77
	200	0	0	19	48	100
	400	0	0	9	38	100
B	100	0	0	2	13	50
	200	0	0	7	36	65
	400	0	0	7	33	69
K	100	0	0	8	36	79
	200	0	0	6	31	94
	400	0	0	8	28	100

† S (Seluma), B (Bengkulu Selatan), K (Kaur)

diakibatkan adanya serangan bakteri simbion nematoda tersebut. Diduga isolat ini mengandung bakteri tersebut. Bakteri simbion masuk ke dalam tubuh nematoda melalui mulut. Nematoda melepaskan bakteri ini melalui anus dan bakteri memperbanyak diri dalam haemocoel serangga yang selanjutnya akan menghancurkan jaringan tubuh serangga agar dapat dicerna oleh usus nematoda, sehingga kematian serangga inang berlangsung dalam waktu singkat. Nematoda sendiri dapat mematikan serangga inang, tetapi tingkat reproduksinya rendah jika tanpa bakteri simbion (Poinar, 1990). Bakteri yang bersimbiosis dengan NPS sangat dibutuhkan untuk perkembangbiakan nematoda itu sendiri (Nguyen and Smart, 1994).

Jumlah NPS yang diinokulasikan dengan jumlah NPS yang didapat dari individu *S. litura* tidak sama (Tabel 5). Pada *S. litura* yang mati jumlah NPS cenderung lebih sedikit bila dibandingkan dengan yang diinokulasikan. Jumlah NPS cenderung lebih sedikit disebabkan tidak semua NPS yang diinokulasikan dapat menginfeksi larva atau masuk ke dalam tubuh larva. Juga disebabkan karena adanya kompetisi antar NPS dalam menginfeksi. Ukuran serangga uji mempengaruhi jumlah nematoda yang menginfeksi. Semakin besar ukuran serangga uji, semakin banyak nematoda yang dapat menginfeksi.

Tabel 5. Rata-rata jumlah *Steinernema* sp. dalam tubuh *S. litura*

Isolat†	Kerapatan (JI mL ⁻¹)	Jumlah <i>Steinernema</i> sp.‡
S	100	150.2 b
	200	186.2 a
	400	194.4 a
B	100	88.0 c
	200	92.0 c
	400	97.6 c
K	100	148.4 b
	200	178.6 ab
	400	191.6 a

† S (Seluma), B (Bengkulu Selatan), K (Kaur)

‡ Rata-rata sekolom yang diikuti huruf sama berarti beda tidak nyata pada DMRT ($\alpha = 5\%$)

KESIMPULAN

Steinernema pada isolat yang berasal dari pertanaman jagung Seluma dan Kaur lebih efektif membunuh *S. litura* dengan mortalitas mencapai 100 % dan kematian paling cepat yaitu berkisar terjadi 52.08 jam setelah inokulasi. Kerapatan NPS 200 dan 400 JI mL⁻¹ menurunkan daya makan, waktu mematikan lebih cepat dan mortalitas yang lebih tinggi terhadap *S. litura*.

DAFTAR PUSTAKA

- Cabanillas, H.E. and J.R. Raulston. 1995. Impact of *Steinernema riobravus* (Rhabditida: Steinernematidae) on the control of *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in corn. *J. Econ. Entomol.* 88: 58-64.
- Chaerani dan M. Kardin. 1999. Prospek nematoda sebagai pengendali hayati hama. *Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan IV*. Bogor. pp. 156-165.
- Grewal, P.S. and R. Georgis, 1998. Entomopathogenic nematodes. *In*. F.R. Hall and J.J. Menn (eds). *Methods in Biotechnology Vol. 5: Biopesticides: Use and delivery*. Humana Press Inc., Totowa, NJ. pp. 271-299.
- Jasson, R.K., S.H. Scott, and R. Gaugler. 1993. Field efficiency and persistence of entomopathogenic nematodes (Rhabditidae: Steinernematidae) for control of sweet potato weevil (Coleoptera: Apionidae) in South Florida. *J. Econ. Entomol.* 86: 1055-1063.
- Koppenhöfer, A.M. and E.M. Fusy. 2003. *Steinernema scarabaei* for the control of white grubs. *Biol.Control* 28: 47-59.
- Mugiono. 2005. Isolasi nematoda patogen serangga dari tanah pada beberapa ekosistem di Bengkulu dan patogenisitasnya terhadap *Spodoptera litura* F. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- Nguyen, K.B. and G.C. Smart. 1994. Identification of entomopathogenic nematodes in the *Steinernematidae* and *Heterorhabditidae* (Nemata: Rhabditida). *J. Nematol.* 28: 23-26.
- Nguyen, K.B. 1999. Mole cricket nematode *Steinernema scapterisci*. (Nematode: Steinernematidae). <http://www.creatures.ifas.edu/nematode/molecricketnematode.htm>. [9 Agustus 2005].
- Poinar, G.O. 1990. Taxonomy and biology of Steinernematidae and Heterorhabditidae. *In*: Gaugler, R. and H. K. Kaya. *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*. CRC Press, Boca Raton.
- Septiani. N. 2006. Eksplorasi Nematoda Patogen Serangga Dari Tiga Ekosistem Di Bengkulu Bagian Selatan Dan Patogenisitasnya Terhadap *Aphis gossypii* Glover Di Laboratorium. Skripsi. Program Studi Hama Penyakit Tanaman. Fakultas Pertanian. Universitas Bengkulu. Bengkulu.
- Sukaiddi. 2006. Patogenisitas NPS dari tanah di tiga ekosistem di Bengkulu bagian utara terhadap *Spodoptera litura* F. Skripsi. Program Studi Hama Penyakit Tanaman. Fakultas Pertanian. Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- Wagiman, F.X., B. Trimran, dan Rr. S. Astuti. 2003. Keefektifan *Steinernema* spp. terhadap *Spodoptera exigua*. *J. Perlitan. Ind.* 9: 22 -27.