

FORMULA UTILIZATION of ENTOMOPATHOGENIC NEMATODE *Steinernema carpocapsae* UNTUK MENGENDALIKAN HAMA ULAT DAUN *Spodoptera litura* on SOYBEAN PLANTS

PEMANFAATAN FORMULA NEMATODA ENTOMOPATOGEN *Steinernema carpocapsae* UNTUK MENGENDALIKAN HAMA ULAT DAUN *Spodoptera litura* PADA PERTANAMAN KEDELAI

Iqbal Erdiansyah *

* Jurusan Produksi Pertanian , Politeknik Negeri Jember
E-mail: iqbalerdiansyah08@gmail.com

ABSTRACT

One of the constraints of soybean development in Indonesia is problem of pest *Spodoptera litura* which results in a decrease in crop production. This study is aimed to determine the effect of powder and liquid formula of entomopathogenic nematode *S. carpocapsae* to control leaf-eating caterpillar of *S. litura* on soybean plants. The experiment was conducted using Randomized Block Design (RBD) that consisted of nine treatments, namely: S1 treatment (powder formula with application dose of 10 kg/ha), S2 (powder formula with application dose of 15 kg/ha), S3 (with a dose of powder formula application of 20 kg/ha), S4 (powder formula with application dose of 25 kg/ha), C1 (liquid formula with application concentration of 5×10^5 IJ/l), C2 (liquid formula with application concentration of 5×10^4 IJ/l), C3 (liquid formula with application concentration of 5×10^3), C4 (liquid formula with application concentration of 5×10^2 IJ/l), K (control/insecticide) and each treatment was replicated three times. The results showed that the powder and liquid formula of entomopathogenic nematode could affect, liquid formula was more effective in controlling *S. litura* which reached 83.3%, powder formula had the lowest percentage of decrease in *S. litura* population of 51.6%. Effect of powder formula treatment on the production of soybean plants showed the highest result of 242.83 grams compared with that of liquid formula treatment which reached 198.13 grams, whereas that of the control group was 226,00 grams. The results showed that the powder and liquid formula of entomopathogenic nematode could affect on the intensity of *S. litura* attack, the decline in population of *S. litura* and soybean crop production in the field.

Keyword: Formulation, *Steinernema carpocapsae*, *Spodoptera litura*

ABSTRAK

Salah satu masalah pengembangan kedelai di Indonesia adalah gangguan hama *Spodoptera litura* yang berdampak terhadap penurunan produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh formula serbuk dan cair nematoda entomopatogen *Steinernema carpocapsae* untuk mengendalikan hama ulat daun *S. litura* pada pertanaman kedelai. Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), yang terdiri atas sembilan perlakuan. Perlakuan pada penelitian ini adalah perlakuan S1 (formula serbuk dengan dosis aplikasi 10 kg/ha), S2 (formula serbuk dengan dosis aplikasi 15 kg/ha), S3 (formula serbuk dengan dosis aplikasi 20 kg/ha), S4 (formula serbuk dengan dosis aplikasi 25 kg/ha), C1 (formula cair dengan konsentrasi aplikasi 5×10^5 IJ/l), C2 (formula cair dengan konsentrasi aplikasi 5×10^4 IJ/l), C3 (formula cair dengan konsentrasi aplikasi 10^3 IJ/l), C4 (formula cair dengan konsentrasi aplikasi 5×10^2 IJ/l), K (kontrol/insektisida), setiap perlakuan diulang tiga kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula cair lebih efektif dalam mengendalikan hama *Spodoptera litura* yaitu 83,3 %, sedangkan formula serbuk penurunan populasi *S. litura* terendah yaitu 51,6 %. Pengaruh perlakuan formula serbuk terhadap produksi tanaman kedelai menunjukkan hasil yang paling tinggi yaitu 242,83 gr dari pada perlakuan formula cair yang mencapai 198,13 gr sedangkan pada kontrol hanya 226,00 gr. Formulasi Nematoda entomopatogen *Steinernema carpocapsae* dengan formula serbuk dan cair dapat menekan populasi hama ulat daun kedelai *Spodoptera litura* di lapang.

Kata kunci : *S. carpocapsae*, *Spodoptera litura*, formulasi

1. PENDAHULUAN

Kedelai merupakan komoditas pertanian yang sangat dibutuhkan di Indonesia, karena hampir 90% digunakan sebagai bahan pangan (Badan Litbang Pertanian, 2005), kedelai memiliki arti penting sebagai sumber protein nabati. Di samping sebagai bahan pakan dan industri olahan, kedelai dapat digunakan sebagai bahan pangan yang dapat menurunkan kolesterol darah sehingga mencegah penyakit jantung. Di samping itu hasil olahan kedelai yang diperlukan masyarakat banyak, relatif lebih murah dan mudah dijangkau, serta memegang peranan penting dalam perekonomian di Indonesia (Fachrudin, 2000).

Kebutuhan kedelai pada tahun 2009 diperkirakan sebesar 2,24 juta ton, sedangkan produksi dalam negeri 1,5 juta ton sehingga kekurangannya harus diimpor (Ditjen Tanaman Pangan, 2009). Kenaikan yang cukup tinggi akan kebutuhan kedelai ini seiring dengan perkembangan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat yang berminat pada makanan berprotein nabati (Adisarwanto dan Wudianto, 1999). Upaya untuk menekan laju impor kedelai dapat ditempuh melalui strategi peningkatan produktivitas dan perluasan areal tanam. Sejak tahun 2003 telah melakukan pengembangan agribisnis kedelai melalui Program Bankit Kedelai (Marwoto, 2007).

Salah satu masalah pengembangan kedelai di Indonesia adalah gangguan hama yang dapat menurunkan produksi sampai 75%, salah satunya disebabkan oleh serangan hama *Spodoptera litura* (Lepidoptera : Noctuidae). yang dapat berdampak terhadap gagalnya panen. Teknologi pengendalian hama utama tanaman kedelai, *S. litura* sampai saat ini masih bertumpu pada penggunaan insektisida sintetik. Menurut Pracaya (1993), Pengendalian yang sering dilakukan petani terhadap hama pada umumnya menggunakan insektisida karena cara ini dirasakan lebih cepat hasilnya. Insektisida dikenal sangat efektif dan mampu memberikan perlindungan terhadap tanaman pertanian. Pengendalian hayati dengan penggunaan musuh alami makin memperoleh perhatian besar seperti nematoda entomopatogen yang merupakan salah satu alternatif untuk mengendalikan hama ulat grayak, *S. litura* tanpa menimbulkan dampak negatif pada musuh alami serangga hama dan lingkungan (Boemare *et al.*, 1990).

2. METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan di lahan pertanaman kedelai Desa Kertosari Kecamatan Summersari dalam bulan Agustus sampai dengan Oktober 2010. Bahan yang digunakan antara lain formula serbuk/granuler dan spon/cair nematoda entomopatogen *Steinernema carpocapsae* hasil pembiakan massal laboratorium Pengendalian Hayati Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember, Insektisida, ulat grayak (*Spodoptera litura*), lahan pertanaman kedelai, benih kedelai Varietas wilis, dan air steril. Alat yang digunakan adalah: alat semprot gendong, cangkul, tali rafia, alat pengukur, kamera digital, ember, pengaduk dan ajir bambu.

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), yang terdiri atas sembilan perlakuan dengan tiga ulangan. Perlakuan pada penelitian ini adalah : perlakuan S1 (formula serbuk dengan dosis aplikasi 10 kg/ha), S2 (formula serbuk dengan dosis aplikasi 15 kg/ha), S3 (formula serbuk dengan dosis aplikasi 20 kg/ha), S4 (formula serbuk dengan dosis aplikasi 25 kg/ha), C1 (formula cair dengan konsentrasi aplikasi 5×10^5 IJ/l), C2 (formula cair dengan konsentrasi aplikasi 5×10^4 IJ/l), C3 (formula cair dengan konsentrasi aplikasi 10^3 IJ/l), C4 (formula cair dengan konsentrasi aplikasi 5×10^2 IJ/l), pada formula cair konsentrasi satu spon terdapat populasi nematoda entomopatogen 10 juta inektive juvenile NEP, K (kontrol/insektisida).

Introduksi *S. litura*

Sebelum aplikasi NEP dilakukan introduksi buatan terhadap ulat *S. litura* dilakukan pada setiap petak percobaan dengan jumlah 10 ekor larva instar tiga dan empat pada tanaman umur 34 hst. Aplikasi formulasi NEP *Steinernema carpocapsae* di lakukan pada sore hari pada tanaman umur 36 hst dengan melihat gejala kerusakan yang di timbulkan pada daun kedelai setelah di lakukan introduksi larva *S. litura*.

Parameter Pengamatan

1. Populasi ulat daun kedelai *S. litura* pada setiap petak percobaan dengan metode sampel secara acak sistematis pada unit sampel tanaman kedelai setiap petak terdapat 20 tanaman sampel. Pengamatan populasi *S. litura* dilakukan 1 hari sebelum dan sesudah aplikasian formulasi NEP pada lahan kedelai. Perhitungan presentase penurunan hama *S. litura* dengan menggunakan persamaan :

$$\% \text{ penurunan} = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

Keterangan :

A : Pengamatan sebelum aplikasi
B : Pengamatan setelah aplikasi (Wahyudi, 2003).

2. Persentase kerusakan daun tanaman kedelai oleh ulat daun kedelai *S. litura* dengan pengambilan sampel sebanyak 20 sampel secara acak sistematis pada setiap petak tanaman kedelai. Penentuan Intensitas serangan (IS) secara tidak langsung dilakukan dengan perhitungan nilai skor kerusakan bagian tanaman dengan menggunakan rumus (Digilib, 2003):

$$P = \frac{\sum (nxv)}{ZxN} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Intensitas serangan/Kerusakan

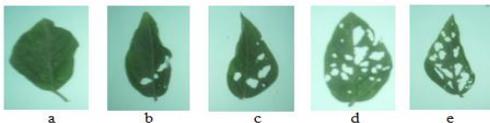
n = Jumlah contoh yang diamati untuk tiap kategori kerusakan

v = Nilai skor untuk tiap kategori kerusakan

Z = Nilai skor kategori kerusakan yang tertinggi

N = Jumlah unit sampel yang diamati

Pengamatan nilai skor untuk kerusakan daun tanaman :



- (a) Skor 0 : Tidak ada kerusakan pada daun tanaman yang diamati
 - (b) Skor 1 : Ada kerusakan kurang dari 25 % pada daun yang diamati
 - (c) Skor 2 : Ada kerusakan antara 25 % - 50 % pada daun yang diamati
 - (d) Skor 3 : Ada kerusakan antara 50 % - 75 % pada daun yang diamati
 - (e) Skor 4 : Ada kerusakan lebih dari 75 % pada daun yang diamati
3. Produksi tanaman kedelai dengan perhitungan berat polong per petak pada setiap petak percobaan yang dilakukan pada saat panen.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh formulasi nematoda entomopatogen *Steinernema carpcapsae* terhadap Intensitas serangan ulat daun *Spodoptera litura* pada tanaman kedelai.

Serangan awal *S. Litura* terhadap tanaman kedelai terjadi pada umur 33 hari setelah tanam (hst), di lahan percobaan pada seluruh petak percobaan di temukan tiga larva *S. Litura*. Pada umur 34 hst dilakukan introduksi *S. Litura* dengan memberikan 10 larva *S. litura* instar tiga dan empat pada tiap – tiap plot percobaan. Populasi hama pada pertanaman sangat mungkin mempengaruhi pengambilan keputusan untuk melakukan aplikasi formulasi NEP di lapang. Aplikasi formulasi NEP dapat dilakukan jika melihat populasi *S. litura* per unit sampel mencapai ambang ekonomi atau memenuhi syarat dalam pengambilan keputusan untuk dilakukan pengendalian, dari hasil pengamatan yang dilakukan serangan awal *S. Litura* terhadap tanaman kedelai terjadi pada umur 33 hari setelah tanam (hst), populasi *S. litura* mulai muncul hanya tiga larva saja di lahan percobaan meskipun belum mencapai ambang ekonomi. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Menurut Adisarwanto dan Wudianto, 1999; populasi *S. litura* muncul pada fase vegetatif sampai fase generatif dan serangan pada umur 20 hari setelah tanam (hst) menyebabkan kerusakan sebesar 12,5 % dan lebih 20% pada umur lebih dari 20 hst. Sehingga dilakukan inokulasi larva sebanyak 10 larva instar 3 – 4 di tiap petak percobaan pada 34 hst.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa intensitas serangan ulat *S. litura* pada tanaman kedelai di lapang yang telah di aplikasikan dengan nematoda entomopatogen *S. carpcapsae* menunjukkan tidak berbeda nyata pada fase vegetatif maupun fase generatif. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan pada fungsi NEP dengan dua formula cair dan serbuk sama dengan insektisida. Namun ada kecenderungan bahwa pada kontrol menunjukkan intensitas serangan yang paling rendah, pada fase vegetatif presentase intensitas serangan *S. litura* menunjukkan angka 9,9 % dan pada fase generatif 11,6 %.

Pada tabel 1 menunjukkan bahwa petak yang diperlakukan dengan formula cair intensitas serangan *S. litura* sebesar 20,4 % pada fase generatif lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol sebesar 11,6 % dan formula serbuk sebesar 18,4 % karena pada saat melakukan pengamatan di lapang dimungkinkan populasi ulat grayak *S. litura* tinggi sehingga intensitas serangan pada daun kedelai lebih besar. Hal ini juga dimungkinkan adanya populasi hama lain selain hama ulat daun *S. litura* di lahan percobaanyang juga merusak pada daun kedelai.

Tabel 1. Pengaruh formula nematoda entomopatogen *Steinernema carpocapsae* terhadap Intensitas serangan ulat daun *Spodoptera litura* pada tanaman kedelai.

Perlakuan	Intensitas Serangan <i>Spodoptera litura</i> (%) Pada Tanaman Umur	
	44 hst	66 hst
C1	14,0 a	18,6 a
C2	14,7 a	18,4 a
C3	14,0 a	19,6 a
C4	13,9 a	20,4 a
S1	13,3 a	18,4 a
S2	14,1 a	18,2 a
S3	13,4 a	15,7 a
S4	12,0 a	16,0 a
K	9,9 a	11,6 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% pada uji Duncan multiple range test (DMRT).

Pengaruh formulasi nematoda entomopatogen *S. carpocapsae* terhadap intensitas serangan ulat daun *S. litura* pada tanaman kedelai menunjukkan tidak berbeda nyata, terjadinya intensitas serangan yang beragam pada ke tiga perlakuan ini dikarenakan pada saat melakukan inokulasi larva *S. litura* di lahan percobaan sebanyak 10 ekor per plot. Larva berpindah pindah dalam mencari makanan, hal itu sesuai dengan perilaku *S. litura* yang mencari makan daun tanaman kedelai yang masih segar, hal ini yang menyebabkan intensitas serangan *S. litura* terhadap tanaman kedelai di areal percobaan beragam meskipun telah di lakukan pengendalian.

Pengaruh formulasi nematoda entomopatogen *Steinernema carpocapsae* terhadap penurunan Populasi ulat daun kedelai.

Gejala terjadinya infeksi pada ulat *S. litura* oleh Nematoda Entomopatogen ditandai dengan adanya perubahan warna tubuhnya menjadi coklat kehitaman sampai coklat tua (gelap), tubuh menjadi lunak dan bila ditekan akan keluar cairan. Agens hayati *S. carpocapsae* efektif menekan populasi *S. litura* sebesar 36,6 % sampai 83,3 % (Tabel 2). Dalam berbagai aplikasi yang dipakai *S. carpocapsae* dapat menekan populasi ulat grayak *S. litura* di lapang. Aplikasi NEP dengan formula cair lebih sesuai jika dibandingkan dengan formula serbuk dalam mengendalikan *S. litura* dilihat dari rata – rata presentase penurunan *S. litura* dari beberapa pengujian yang ada.



Gejala *S. litura* yang terinfeksi oleh Nematoda Entomopatogen: (A) *S. litura* Sehat, (B) *S. litura* terserang NEP, (C) *S. litura* terserang NEP di lapang.

Hasil pengamatan terhadap penurunan populasi *S. litura* menunjukkan bahwa tidak perbedaan yang signifikan dari semua perlakuan, termasuk perlakuan kontrol yang menggunakan insektisida (Tabel 2). Terlihat pada tanaman umur 77 hst populasi *S. litura* rendah yang mencapai 51,6 %. Namun ada kecenderungan bahwa kontrol menunjukkan persentase penurunan yang paling tinggi hampir pada semua pengamatan karena perlakuan kontrol menggunakan bahan kimia yaitu insektisida, hal ini disebabkan bahwa insektisida lebih cepat dalam mengendalikan hama sehingga pada saat pengamatan sudah terlihat hasilnya. Formula cair lebih efektif dalam mengendalikan hama *S. litura* yaitu 83,3 % dari pada formula serbuk yang memiliki presentase penurunan terendah yaitu 51,6 % (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh formulasi nematoda entomopatogen *Steinernema carpocapsae* terhadap Populasi ulat daun *Spodoptera litura* pada tanaman kedelai.

Perlakuan	Persentase penurunan <i>Spodoptera litura</i> pada tanaman kedelai			
	35 hst	49 hst	63 hst	77 hst
C1	53,333 a	38,333 a	38,333 a	53,333 a
C2	50,000 a	65,000 a	66,667 a	66,667 a
C3	53,333 a	41,667 a	48,333 a	83,333 a
C4	41,667 a	70,000 a	53,333 a	73,333 a
S1	36,667 a	41,667 a	56,667 a	51,667 a
S2	53,333 a	45,000 a	46,667 a	53,333 a
S3	43,333 a	41,667 a	56,667 a	70,000 a
S4	45,000 a	55,000 a	65,000 a	66,667 a
K	56,667 a	36,667 a	53,333 a	83,333 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% pada uji Duncan multiple range test (DMRT).

Aplikasi nematoda entomopatogen sangat efektif dilakukan pada sore hari antara 16.00 sampai dengan 18.00 WIB dengan suhu yang optimal dan kelembapan sesuai dengan kondisi nematoda untuk migrasi dan bergerak dalam mencari inang dan makanannya. Aplikasi pada tanaman kedelai dilakukan dengan bantuan alat semprot punggung kemudian disemprot merata pada tanaman kedelai sehingga dapat terjadi kontak langsung dengan *S. litura* dilapang karena *S. litura* aktif menyerang pada malam hari (nocturnal) dan pada formula cair nematode entomopatogen mengendap di atas permukaan daun tanaman kedelai sehingga *S. carpocapsae* mampu hidup di atas permukaan daun. Nematoda entomopatogen dapat masuk langsung ke dalam tanah sampai terdapat *S. litura* datang. Menurut Johny, (2001). Nematoda entomopatogen sendiri mampu bertahan di dalam tanah dengan cara inaktif dalam jangka waktu tertentu dan akan migrasi ketempat lain apabila tidak terdapat persediaan makanan yang cukup.

Pengaruh formulasi nematoda entomopatogen *Steinernema carpocapsae* terhadap Produksi Tanaman kedelai

Panen dilakukan pada tanaman umur 84 sampai dengan 85 hst. Hasil pengamatan aplikasi formula serbuk menunjukkan hasil yang diperoleh paling tinggi yaitu 242,83 gr sedangkan perlakuan formula cair 198,13 gr dan kontrol 226,00 gr (Tabel 3). Hal ini disebabkan kerusakan yang ditimbulkan *S. litura* pada daun tanaman kedelai berpengaruh terhadap proses fotosintesis yang dapat menghambat proses fotosintesis tanaman kedelai, karena ulat *S. litura* dapat menyebabkan daun kedelai berlubang. Menurut Suharto (2007) larva *S. litura* memakan daun muda bersama tulangnya dan daun tua tulang-tulangnya masih tersisa. Daun yang terserang berlubang-lubang, bahkan pada tingkat serangan berat dapat mengakibatkan tanaman menjadi gundul.

Tabel 3. Pengaruh formula nematoda entomopatogen *Steinernema carpocapsae* terhadap hasil tanaman kedelai per plot.

Perlakuan	Produksi Kedelai (gr) Ulangan			Rata-rata (gr)
	I	II	III	
C1	280,50	109,10	116,50	168,70 a
C2	239,20	123,00	128,20	163,46 a

C3	100,10	204,30	290,00	198,13 a
C4	157,20	102,90	111,50	123,86 a
S1	229,60	159,20	163,60	184,13 a
S2	232,10	229,20	267,20	242,83 a
S3	266,20	218,50	122,70	202,46 a
S4	121,60	191,60	155,10	156,10 a
K	238,70	215,70	223,60	226,00 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% pada uji Duncan multiple range test (DMRT).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa formula serbuk memberikan produksi kedelai yang paling baik dibandingkan perlakuan cair dan kontrol, selain itu rendahnya produksi pada kedua perlakuan tersebut di sebabkan oleh populasi tanaman kedelai di areal percobaan banyak yang mati atau pertumbuhan tanaman kedelai tidak seperti yang diharapkan. Salah satu faktor yang menjadi kendala populasi tanaman kedelai menurun adalah faktor lingkungan terutama air, suhu, sinar matahari dan kelembapan.

Formula cair NEP merupakan hasil yang terbaik dibandingkan dengan Formula serbuk NEP. Perbedaan daya tahan hidup nematoda dalam media spon (formula cair) dengan media serbuk yang berbahan dasar pupuk organik hal tersebut disebabkan media spon plastik formula cair lebih baik dan kelembapan tetap terjaga. Pada formula spon plastik masih terdapat pori pori udara di sekitar plastik. Menurut Strauch *et al*, (2000) dalam Untoro, (2007). Metode untuk penyimpanan dan formulasi infektif juvenile dari nematoda entomopatogen seharusnya memenuhi dua kriteria yaitu daya tahan hidup yang maksimal dan perlindungan terhadap infektif yang maksimal.

Salah satu faktor formula serbuk menjadi kurang efektif dalam menurunkan populasi *S. litura* disebabkan pada saat pembuatan formula serbuk terjadi kepadatan tanah sehingga kandungan tanah formula serbuk menjadi keras dan terlalu basah, hal ini membuat nematoda tidak bebas bergerak dan mati. Kandungan Formula serbuk dengan bahan dasar yang berasal dari tanah organik, diketahui bahan organik (BO) di dalam tanah terdiri dari campuran sisa-sisa tanaman dan hewan berbagai tingkat dekomposisi; campuran dari senyawa-senyawa yang disintesis dari hasil pelapukan baik secara kimia maupun biologi serta mikroorganisme, binatang kecil dan sisa-sisa dekomposisinya yang sebenarnya sangat dibutuhkan oleh nematoda entomopatogen untuk bertahan hidup.

4. KESIMPULAN

1. Formula cair nematoda entomopatogen *Steinernema carpocapsae* dapat menekan populasi hama ulat daun kedelai *Spodoptera litura* di lapang mencapai 83,3 % dan formula serbuk NEP memiliki presentase penurunan populasi terendah yaitu 51,7 %.
2. Perlakuan formula serbuk menyebabkan intensitas serangan yang lebih rendah bila di dibandingkan dengan perlakuan cair. Intensitas serangan *S. litura* pada fase vegetatif menunjukkan angka 9,91 % dan pada fase generatif 11,6 %.
3. Formula serbuk menunjukkan hasil kedelai paling tinggi yang mencapai 242,83 gr dibanding dengan formula cair yang hanya mencapai 198,13 gr sedangkan pada control/insektisida mencapai 226,00 gr.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada tim penelitian hibah penelitian strategi nasional tahun 2009 Fakultas Pertanian Universitas Jember

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto dan Wudianto, R. 1999. *Meningkatkan Hasil Panen Kedelai di lahan Sawah-Kering-Pasang Surut*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Akhurst, R.J. and N.E. Boemare. 1990. *Biology and Taxonomy of Xenorhabdus* in Gaugler, R. and H.K., Kaya, (eds.) *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*. CRC Press, Boca Raton, FL. 75-90 p.
- Badan Litbang Pertanian. 2005. *Prospek dan arah pengembangan agribisnis kedelai*. Badan Litbang Pertanian. 32 p
- Bappenas, 1991. *Petunjuk Lapangan Latihan Pengendalian Hama Terpadu Palawija*. Program Nasional dan Pengembangan Pengendalian Hama Terpadu. Proyek Prasarana Fisik Bappenas. Jakarta Pusat.
- Borror, D.J., C.A. Triplehorn, dan N.F. Johnson. 1992. *Pengenalan Pelajaran serangga*, Edisi keenam. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Chaerani, 1996. *Nematoda Entomopatogen Serangga*. Materi Kuliah. Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan. Bogor.
- Chaerani, M., M. F. Vinnegan. M. J. Downes and C. T. Griffin. 1995. *Pembiakan Massal Nematoda Patogen Serangga Steinernema dan Heterorhabditis Isolat Indonesia secara In-vitro untuk Pengendalian Hama Penggerak Padi Secara Hayati*. Poster Ilmiah Pada Pekan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. 1993. Puspitek Serpong. 28 – 29 Nopember. 11p.
- Digilib, its. 2003. *Pengendalian Hama Tanaman*. Available at :<http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-10642-Chapter1.pdf>. Diakses 8 juni 2010.
- Ditjen Tanaman Pangan. 2006. *Pedoman umum pemantapan road map kedelai*. Direktorat Budi Daya Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Direktorat Jendral Tanaman Pangan. 42 p.
- Ditjen Tanaman Pangan. 2009. *Target Produksi Kedelai Indonesia 1,5 Juta Ton*. Sinar Baru Indonesia. Available at : <http://hariansib.com/?p=72716>. Diakses 8 Juni 2010.
- Fachruddin, L . 2000. *Budidaya Kacang-Kacangan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Marwoto. 2007. *Budidaya Kedelai*. Available at: <http://teknis-budidaya.blogspot.com/2007/10/budidaya-kedelai.html>. Diakses 25-4-2009.
- Jarosz, J. 1996. *Do antibiotic compound produced in vitro by Xenorhabdus nematophilus minimize the secondary invasion of insect carcasses by contaminating bacteria*. *Nematologica* **42**: 367-377
- Johny, A. 2001. *Melawan Hama Dengan Nematoda*. Hama dan Penyakit. <http://www.tanindo.com/abdi13/hal3101.htm>. Market Development, PT. Tanindo Subur Prima. Diakses 12-5-2009.
- Kaya, H. K., 1993. *Infectivity of entomopathogenic nematodes (Rhabditida : Steinernematidae) at different soil entomopathogenic nematodes*. *J. Invert. Entomol.* 65:193-199.

- Kaya, H.K. and A.M. Koppenhofer. 1996. *Effect of microbial and other antagonistic organism and competition on entomopathogenic nematodes* *Biocontr. Sci. Technol.* **6**: 357-371
- Kaya, H.K. and R. Gaugler. 1993. *Entomopathogenic nematodes*. *Ann. Rev. Entomol.* **38**: 181-206.
- Molyneux, A.S. and R.A. Bedding. 1992. *Influence of soil texture and moisture on the infectivity of Heterorhabditis sp. and Steinernema glaseri for larvae of the sheep blowfly Lucilia cuprina*. *Nematologica*. **30**: 358-365
- Pracaya. 1991. Hama dan Penyakit Tanaman. Penebar Swadaya. Jakarta
- Pracaya. 1993. Hama dan Penyakit Tanaman. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Poinar, G.O. Jr. 1990. *Biology and Taxonomy of Steinernematidae and Heterorhabditis*, CRC. Boca Raton. FL 23-61 p.
- Radiopoetro. 1991. *Zoologi*. Erlangga, Jakarta.
- Rukmana, R dan S. Saputra. 1997. Hama Tanaman dan Teknik Pengendalian. Kanisius. Yogyakarta.
- Rukmana, R. dan Y. Yuniarsih. 1996. *Kedelai Budidaya dan Pasca Panen*. Kanisius. Yogyakarta.
- Soemardi, W. 1997. Pengendalian Hama Tanaman Pangan. Penerbit CV. Aneka. Solo.
- Sudarmo, S. 1998. *Pengendalian Serangga Hama Kedelai*. Kanisius. Yogyakarta.
- Sudarmo, S. 1999. *Pengendalian Serangga Hama Kedelai*. Kanisius. Yogyakarta.
- Sulistiyanto, D. 1998. Biopestisida sebagai alternatif pengendali serangga hama yang berwawasan lingkungan. *Makalah Seminar Interdisipliner Universitas Jember* 24 Agustus 1998.
- Sulistiyanto, D. 1998. *Entomotoksin Koplek, nematoda entomopatogen*. *Makalah Seminar*. Universitas Jember, Jember.
- Sulistiyanto, D. 1999. *Pemanfaatan Nematoda Entomopatogen Steinernema Spp. dan Heterorhabditis Spp. Isolat sebagai Pengendalian Hayati Serangga Hama Perkebunan Kopi*. Kumpulan Materi Crash Course Sekolah Lapang Pengendalian Hama Terpadu Lapang Dua Komoditas Kopi Buku II. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember.
- Sulistiyanto, D. 2001. *Pemanfaatan Nematoda Dalam Bidang Pertanian*. Diktat Kuliah. Program Studi Ilmu Tanaman Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya Malang. Malang.
- Suharto, 2007. *Pengenalan dan Pengendalian Hama Tanaman Pangan*. C. V ANDI OFFSET. Yogyakarta.
- Strauch, O. Niemann, I. Neumann, A. Schmidt, A, J. Peters, A and Ehlers, R.U. 2000. *Storage and Formulation Of The Entomopathogenic Nematodes Heterorhabditis Indica and H. bacteriophora*. *Biocontrol* 00: 1-19pp
- Untoro, G. B. 2007. *Uji Persistensi, Patogenesis, Formulasi Nematoda Entomopatogen dan Kemasan Hasil Pembiakan Massal Terhadap Crocidolomia binotalis Zeller*. Skripsi Fakultas Pertanian UNEJ.
- Tengkan, W. dan M. Soehardjan. 1999. *Jenis Hama Utama pada Berbagai Fase Pertumbuhan Tanaman Kedelai*. Balai Penelitian Tanaman. Bogor.
- Tjahjadi, N. 1989. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Kanisius. Yogyakarta.
- Wagiyana, Suharto, Setyobudi, B. 2009. *Formulasi Agens Hayati Nematoda Entomopatogen Steinernema carpocapsae Dengan Pupuk Organik*. Proposal Penelitian Hibah Penelitian Strategi Nasional Tahun 2009. Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Wahyudi, I. 2003. *Efektivitas Steinernema carpocapsae dan Bacillus thuringiensis Serta pengaruh Kascing Terhadap Hama Plutella xylostella dan Crocidolomia binotalis Pada Tanaman Brokoli di Ijen*. Skripsi. Unej.

Wiratmoko, H. 2008. *Persistensi Nematoda Entomopatogen Steinernema carpocapsae Weiser Pada Senyawa Humik*. Skripsi Fakultas Pertanian UNEJ.

Woodring, J.L. and H.K. Kaya, 1998. *Steinernematid and Heterorhabditid Nematodes: A Handbook of Biology and Techniques*. Southern Cooperative Series Bulletin 331. Arkansas Agriculture Experiment Station, Fayetteville, Arkansas.