

**PATOGENISITAS NEMATODA ENTOMOPATOGEN
Steinernema spp. DAN *Heterorhabditis* spp.
TERHADAP HAMA BAWANG MERAH *Spodoptera exigua* Hubner.**

**Pathogenicity of Entomopathogenic Nematodes *Steinernema* spp.
And *Heterorhabditis* spp. on Onion Pest *Spodoptera Exigua* Hubner**

M.Hasyam Ashari¹, Johanis Panggeso², Burhanuddin Nasir²

¹ Mahasiswa Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu

² Staf Dosen Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu

E-mail: m.hasyamashari@yahoo.com . E-mail: johanis.panggeso@yahoo.com. E-mail: burnasir@yahoo.co.id

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the pathogenicity (Lethal Concentrate = LC 50 value) of entomopathogenic *Steinernema* spp. and *Heterorhabditis* spp. nematodes against caterpillar pests of onion *S. exigua*. This study was conducted during October to December 2013, in the Pests and Plant Diseases Laboratory, Agriculture Faculty, Tadulako University of Palu. This research used a Completely Randomized Design (CRD) in a two factorial experiment. The factors were type of nematodes and concentration. Each treatment was replicated three times, so that there were 24 experimental units. The nematodes used in this study were third instar nematodes. The concentration of the nematodes used including 500 IJ per 4ml water (p₁), 750 IJ per 4 ml water (p₂), 1000 IJ per 4 ml water (p₃) and 1250 IJ per 4 ml water (p₄). The results showed that the mortality of *S. exigua* larvae increases with rising nematode concentration. Highest mortality found during one day after application (DAA) to 6 DAA was under 1250 IJ (p₄) so it is the most effective and efficient concentration to be implemented for controlling *S. exigua* larvae. The estimated value of LC 50 using probit analysis is 425.64 IJ ml⁻¹ water with the range of 244.77 to 740.16 IJ ml⁻¹ water, in this case about 425- IJ ml⁻¹ water is required to halve the number of the tested insects within six days.

Key Words : *Heterorhabditis* spp, pathogenicity. *Spodoptera exigua* H., and *Steinernema* spp nematodes.

PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu jenis komoditas hortikultura yang mempunyai peran penting di Indonesia dan berpeluang besar dalam sektor agribisnis, tingginya permintaan bawang merah di pasaran karena dijadikan sebagai bumbu masak dan bahan baku obat-obatan (Samadi & Cahyono, 2005).

Produksi Bawang merah di Sulawesi Tengah masih tergolong sangat rendah karena adanya serangan hama *Spodoptera exigua*, di Indonesia hama tersebut dikenal dengan nama ulat bawang (Pitojo, 2003 dalam Kamaria, 2013).

Selama ini pengendalian *S. Exigua* masih bertumpu pada penggunaan bahan kimia karena masyarakat belum mengetahui bahwa di sekitar kita terdapat agens hayati yang berpotensi sebagai biopestisida, Keuntungan lain penggunaan nematoda untuk mengendalikan ulat *S. exigua* adalah dihasilkan produk yang bebas residu bahan kimia, sehingga akan mampu memenuhi standar ISO 1400 (Nugrohorini, 2009).

Salah satu jenis agens hayati yang memiliki patogenisitas tinggi terhadap inangnya adalah nematoda entomopatogen (NEP) *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp. Kedua jenis NEP tersebut sangat potensial

untuk mengendalikan serangga hama ordo Lepidoptera, Coleoptera dan Diptera (Chaerani, dkk 1995).

Pemanfaatan NEP *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp. sebagai agensi hayati dilaporkan karena nematoda ini memiliki bakteri simbion *Xenorhabdus* sp. (*Steinernema* spp.) dan *Photorhabdus* sp. (*Heterorhabditis* spp.) yang dapat mengakibatkan timbulnya infeksi penyakit pada serangga (Chaerani, 2011).

Menurut Sulistiyanto (2008), bahwa kedua jeni NEP ini telah banyak diteliti keefektifannya dalam mengendalikan hama-hama hortikultura, pangan dan perkebunan yang dapat menyebabkan mortalitas yang tinggi

Tujuan dari penelitian adalah untuk menentukan patogenisitas (nilai Lethal Concentrate = LC₅₀) nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp. terhadap hama bawang merah larva *S. Exiqua*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Oktober 2013 sampai dengan Desember 2013, bertempat di Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Palu. Percobaan menggunakan pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri atas 2 faktor, faktor pertama adalah jenis nematoda yang digunakan terdiri dari 2 taraf yaitu : Nematoda *Steinernema* spp. (S) dan Nematoda *Heterorhabditis* spp. (H) Faktor kedua adalah konsentrasi perlakuan nematoda infeksiif juvenile (IJ) yang digunakan, terdiri dari 4 taraf yakitu: Konsentrasi nematoda 500 IJ/4ml air (P₁), Konsentrasi nematoda 750 IJ/4ml air (P₂), Konsentrasi nematoda 1000 IJ/4ml air (P₃) dan Konsentrasi nematoda 1250 IJ/4ml air (P₄). Kombinasi perlakuan kedua faktor tersebut yakitu delapan yang diulang sebanyak tiga kali, sehingga menghasilkan 24 unit percobaan.

Bahan dan alat digunakan dalam penelitian ini adalah Nematoda entomopatogen

(*Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp.). Larva *S. exiqua*, larva *Tenebrio melitor*, Tanah, Tissue, Kertas Saring, Kain Kasa, Alkohol 70%, Aquades. Mikroskop, Cawan petri, Stoples, Pinset, Pipet, Ember, Kotak Serangga, Botol specimen, Cutter, Kotak serangga, Lensa pembesar (lup), Kamera, Gunting, dan Alat Tulis Menulis.

Perbanyakan Larva. *Spodoptera exiqua*

Larva *S. Exiqua* instar 2,3-4 dikumpulkan dari lahan pertanaman bawang sejumlah kebutuhan, kemudian dipelihara di dalam kotak serangga yang alasnya diberi pasir, dan diberi daun bawang merah segar sebagai makanan agar tidak stres dan mati.

Larva dipelihara hingga menjadi pupa dan imago, kemudian imago dipindahkan ke kotak serangga lain yang telah diberi madu dan daun bawang segar sebagai media tempat menyimpan telur. Telur dipelihara hingga menetas dan menjadi larva, larva dipelihara hingga instar III, karena larva instar III adalah larva yang paling aktif merusak tanaman bawang merah.

Isolasi NEP. Mengambil dari berbagai sudut areal dari lahan yang diperkirakan banyak nematoda entomopatogennya, tanah yang diambil dalam keadaan lembab (tidak kering dan tidak basah), memasukkan tanah ke dalam wadah plastik yang gelap lalu dibawa ke laboratorium,

Menyiapkan Larva *Tenebrio Melitor* yang dimasukkan dalam kantong dari kain kasa. Kemudian Mengisi gelas-gelas/stoples dengan tanah yang lembab tersebut hingga terisi pertengahan gelas. Kemudian memasukkan serangga dalam kantong kasa tadi, selanjutnya menimbun kembali dengan tanah sampai penuh. Menutup gelas/stoples dengan kain kasa hitam atau kertas, diikat dengan karet. Menyimpan di tempat yang tidak terkena panas selama 3-5 hari.

Serangga yang mati dengan menunjukkan gejala warna coklat kehitaman atau coklat kemerahan pada tubuhnya diambil lalu dipisahkan antara larva yang mati dengan gejala coklat kehitaman dengan coklak kemerahan dibilas dengan aquades. Disusun dalam cawan petri besar

yang di dalamnya diberi cawan petri kecil yang dibalik, diberi kertas saring yang menjulur sampai ke dasar petri besar dan diberi air sampai setengah tinggi petri kecil selanjutnya diproses dengan prangkap white.

Perangkap White (White Trap). Metode Perangkap White (White Trap) dilakukan dengan cara meletakkan larva *Tenebrio melitor* yang mati (hasil proses isolasi nematoda entomopatogen dari tanah) dengan menunjukkan gejala warna coklat kehitaman atau coklat kemerah pada tubuhnya. Disusun dalam cawan petri besar yang di dalamnya diberi cawan petri kecil terbalik yang sebelumnya diberi kertas saring, kemudian diberi air sampai setinggi petri kecil, sampai kertas saring jenuh air. Di Inkubasi selama 7-14 hari pada tempat yang gelap dengan suhu 25⁰C.

Nematoda dalam tubuh serangga akan keluar dan turun ke air. Juvenil infeksi yang terperangkap dalam air dijadikan sebagai stater perbanyak nematoda secara *in vivo*.

Perbanyakan NEP. Perbanyakan Nematoda Entomopatogen sangat penting untuk menjaga kelangsungan nematoda entomopatogen. Perbanyakan nematoda entomopatogen secara *in vivo* dilakukan dalam tubuh larva *Tenebrio melitor* dengan prosedur sebagai berikut: menyipakan cawan petri yang alasnya diberi kertas saring sebanyak 2 lapis.

Memasukkan sebanyak 10 - 20 larva *Tenebrio melitor* intar IV ekor ke dalam cawan petri yang telah diberi kertas saring. Menginokulasikan cairan nematoda hasil proses prangkap white ke cawan petri yang berisi larva *Tenebrio melitor* sampai kertas saring jenuh air (tidak tergenang), menutup cawan petri agar tidak terinfeksi oleh lalat, kemudian menginkubasikan selama 24-48 jam pada suhu 25⁰C.

Larva *Tenebrio melitor* yang mati dengan menunjukkan gejala (warna coklat karamel pada tubuhnya untuk jenis *Steinernema* spp. dan warna kemerahan pada tubuhnya untuk jenis *Heterorhabditis* spp.), diambil dan proses kembali dengan metode perangkap White (White trap).

Infektif Juvenil (IJ) yang terperangkap dalam air disimpan dalam wadah/botol specimen dalam dan siap untuk aplikasi.

Aplikasi Nematoda. Untuk aplikasi nematoda diambil dari wadah penyimpanan menggunakan pipit tetes kemudian dihitung langsung di bawah mikroskop sesuai perlakuan, di konversi ke dalam 4 ml pelarut air kemudian diaplikasikan sesuai dengan perlakuan. Aplikasi nematoda pada setiap unit percobaan dilakukan dengan cara tetes menggunakan pipet sesuai perlakuan.

Variabel Pengamatan. Setelah proses aplikasi dilakukan dilanjutkan pengamatan pada setiap unit perlakuan, selama larva masih hidup atau sampai larva telah berhasil menjadi pupa, interval pengamatan dilakukan setiap 24 jam (setiap hari) selama 6 hari. Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah:

Persentase Mortalitas Larva *S. Exigua*. Persentase kematian larva *S. exigua* dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Pp = \frac{\text{Jumlah larva yang Mati}}{\text{Jumlah larva yang di uji}} \times 100\%$$

Efektivitas Nematoda Entomopatogen. Uji efektivitas antara NEP dilakukan untuk melihat tingkat keefektivitasan NEP jenis *Steinernema* spp. dengan *Heterorhabditis* spp..

Patogenesis NEP *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp. terhadap Larva *S. exigua*. Penentuan nilai LC₅₀ dilakukan dengan menghitung rerata kematian larva *S. exigua* terlebih dahulu menggunakan rumus Abbot (1925). dan selanjutnya dianalisis menggunakan analisis probit (Finney, 1971). Estimasi LC₅₀ hasil analisis probit digunakan sebagai pedoman patogenesis nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp. terhadap larva *S. Exigua*.

Analisis Data. Data hasil pengamatan yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis keragaman (Anova), karena adanya perbedaan nyata atau sangat nyata maka dianalisa dengan menggunakan uji lanjut yaitu uji BNJ 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mortalitas larva *Spodoptera exiqua* H.. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak berbeda nyata antara jenis nematode yang digunakan, namun perlakuan berbagai konsentrasi Nematoda Entomopatogen berpengaruh nyata dan sangat nyata terhadap mortalitas larva *S. exiqua*, pada tanaman bawang. Seperti tampak pada Tabel 1.

Berdasarkan Hasil uji BNJ 5% pada Tabel 1, pengamatan pada hari ke-1 setelah aplikasi menunjukkan bahwa mortalitas larva *S. Exiqua* pada perlakuan P1 berbeda nyata dengan perlakuan P4 namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2 dan P3. Pengamatan hari ke-2 menunjukkan bahwa mortalitas larva *S. Eiqua* pada perlakuan P1 berbeda nyata dengan perlakuan P2 dan P3 dan sangat berbeda nyata dengan P4. Perlakuan P2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P3 namun berbeda nyata dengan perlakuan P4, sedang pada Perlakuan P3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P4.

Pengamatan hari ke-3 setelah aplikasi menunjukkan bahwa mortalitas pada perlakuan P1, P2 tidak berbeda nyata dengan P3, tetapi berbeda dengan perlakuan P4, sama hal nya dengan pengamatan hari ke-4. Pengamatan 5 hari setelah aplikasi menunjukkan bahwa perlakuan P1 dan P2 tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata dengan perlakuan dengan P3 dan sangat berbeda nyata dengan perlakuan P4, perlakuan P4 juga berbeda nyata dengan

perlakuan P3. Dimana pada pengamatan hari ke-5 perlakuan pada P1 memiliki mortalitas paling rendah diantara sedangkan perlakuan P4 memiliki mortalitas tertinggi dimana konsentrasi yang digunakan yaitu 1250 IJ.

Selanjutnya pada pengamatan hari terakhir (6 hari) setelah aplikasi menunjukkan bahwa mortalitas pada perlakuan P1 berbeda nyata P2 dan P3 dan sangat berbeda nyata dengan perlakuan P4, perlakuan P2 dan P3 tidak berbeda nyata sama halnya dengan perlakuan P3 dan P4 namun perlakuan P4 berbeda nyata dengan perlakuan P2 dan sangat berbeda nyata dengan perlakuan P1.

Hasil penelitian menunjukkan terjadi intraksi antara jenis nematoda (S/H) dan berbagai konsentrasin perlakuan yang berpengaruh nyata terhadap mortalitas larva *S. exiqua*. seperti terlihat pada Tabel 1 memperlihatkan kecenderungan presentase mortalitas larva *S. exiqua* meningkat dari pengamatan 1 HSA hingga 6 HSA, pada berbagai perlakuan konsentrasi nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp.

Mortalitas larva *S. exiqua* pada konsentrasi perlakuan P4 = 1250 IJ menunjukkan mortalitas yang tertinggi dibanding dengan mortalitas pada konsentrasi perlakuan lainnya. Hal tersebut memberikan gambaran bahwa dengan memberikan konsentration perlakuan nematoda entomopatogen yang tinggi cenderung menunjukkan mortalitas larva *S. exiqua* yang tinggi pula.

Tabel 1. Hasil Persentase Rata-Rata Mortalitas Larva *S. exiqua* pada Pengamatan 1-6 hari

Jenis Nematoda/ Konsentrasi Perlakuan	Hari Setelah Aplikasi (HSA)					
	1	2	3	4	5	6
S	14,16 _a	36,66 _a	56,66 _a	64,16 _a	75,83 _a	83,33 _a
H	18,33 _a	40,83 _a	60 _a	69,16 _a	78,33 _a	87,5 _a
BNJ 5%	10,00	12,25	13,23	11,72	9,35	10,61
P1	5 _b	21,66 _c	43,33 _b	51,66 _b	61,66 _c	68,33 _c
P2	15 _{ab}	35 _b	55 _b	61,67 _b	70 _c	80 _b
P3	20 _{ab}	43,33 _{ab}	63,33 _{ab}	71,66 _{ab}	83,33 _b	95 _{ab}
P4	25 _a	55 _a	71,66 _a	81,66 _a	93,33 _a	98,33 _a
BNJ 5%	10,00	12,25	13,23	11,72	9,35	10,61

Ket : Angka yang Diikuti dengan Huruf yang Sama pada Kolom yang Sama Menunjukkan Tidak Berbeda Nyata pada Uji BNJ Taraf 5%.

Demikian pula pada konsentrasi perlakuan 500 IJ, 750 IJ, dan 1000 IJ baik pada NEP *Steinernema* spp. maupun *Heterorhabditis* spp. juga menunjukkan adanya mortalitas larva *S. exigua*. pada pengamatan 1 HSA hingga pada pengamatan 6 HSA. Jumlah mortalitas larva *S. exigua* semakin meningkat. Ini menunjukkan bahwa larva *S. exigua* pada tanaman bawang merupakan salah satu inang yang cocok dari strain nematoda entomopatogen jenis *Steinernema* spp maupun *Heterorhabditis* spp yang teruji.

Tingginya kematian larva *S. exigua* 6 HSA (144 Jam) karena nematoda telah berkembang menjadi banyak, sehingga penyebaran bakteri simbiotanya menjadi lebih cepat pula. Bakteri yang telah mencapai haemocoel serangga akan mempercepat kematian serangga inangnya.

Kaya and Gaugler (1993) (dalam Wiludjeng Widayat, 2007) mengemukakan bahwa nematoda entomopatogen mampu memarasit serangga melalui dua cara yaitu penetrasi secara langsung melalui kutikula ke dalam haemocoel serangga inang dan melalui lubang alami serangga seperti mulut, anus, spirakel dan stigma. Pada nematoda entomopatogen *S. carpocapsae*, bakteri simbiotik dilepaskan di dalam tubuh inang, sehingga lebih aman terhadap pengaruh lingkungan yang dapat menurunkan virulensi bakteri simbiotik nematoda entomopatogen.

Marinaide *et. al.* (1993) (dalam Subagiya, 2005) mengemukakan bahwa pada lingkungan yang cocok virulensi nematoda menjadi lebih tinggi sehingga akan meningkatkan kemampuan nematoda untuk menemukan inangnya.

Efektivitas Nematoda Entomopatogen.

Data pengamatan pada uji laboratorium menunjukkan bahwa efektivitas antara NEP jenis *Steinernema* spp. dengan *Heterorhabditis* spp. berbeda dalam menyebabkan kematian larva *S. exigua*. Perbedaan tersebut tidak terlihat nyata hanya sebesar 3%-5% tampak pada Tabel 2.

Hasil analisa pada Tabel 2 terlihat bahwa efektivitas NEP dalam menyebabkan

kematian larva *S. exigua* berbeda, mortalitas yang disebabkan NEP jenis *Heterorhabditis* spp. lebih tinggi dari pada mortalitas yang disebabkan oleh NEP jenis *Steinernema* spp. seperti pada Tabel 2 konsentrasi perlakuan P4=1250 IJ NEP jenis *Heterorhabditis* spp. menyebabkan kematian larva *S. exigua* sebesar 100% sedang NEP jenis *Steinernema* spp. hanya 96,67%. Begitu pula pada konsentrasi perlakuan P3=1000 IJ Nematoda *Heterorhabditis* spp. menyebabkan kematian sebesar 96,67% sedang *Steinernema* spp. hanya sebesar 93,33%, hal tersebut disebabkan oleh perilaku NEP jenis *Heterorhabditis* spp. bersifat hunter (menyerang), aktif dalam mencari inang sedang NEP jenis *Steinernema* spp. bersifat ambuser (diam) menunggu inang yang mendekat

Diketahui ada beberapa perilaku nematoda entomopatogen dalam menemukan inangnya, yaitu perilaku "Hunter" (menyerang) atau perilaku "ambusher" (menunggu). Mekanisme kunci yang digunakan oleh nematoda 'ambusher' untuk mendekati diri pada inang yang melintas adalah dengan cara 'Niktasi', yaitu mengangkat seluruh bagian tubuhnya kecuali bagian posterior menunjukkan gabungan kedua strategi tersebut (Gaugler dan Kaya, 1993). Contoh nematoda entomopatogen yang memiliki perilaku "Hunter" adalah *Heterorhabditis* spp. Sedangkan *S. Carpocapsae* dan *S. Feltiae* termasuk yang memiliki perilaku "ambusher" (diam atau menunggu) sampai inang berada di dekatnya dan kemudian baru menyerang (Gaugler, 1993).

Tabel 2. Pengamatan Efektivitas Nematoda Entomopatogen pada 6 HSA pada Setiap Perlakuan pada Uji Laboratorium

Konsentrasi Perlakuan	<i>Steinernema</i> sp	<i>Heterorhabditis</i> sp
500 ij/4ml air	66,67 %	70 %
750 ij/4ml air	76,67 %	83,33%
1000ij/4ml air	93,33 %	96,67%
1250ij/4ml air	96,67 %	100 %

Hal ini menunjukkan efektivitas pada NEP jenis *Heterorhabditis* spp. lebih tinggi dibanding NEP jenis *Steinernema* spp. Dalam menyebabkan kematian larva *S. exigua*. (Chaerani' dan Bebet nurbaeti 2006) mengemukakan perbedaan antara NEP dalam menyebabkan kematian larva sangat nyata, sebagian besar *Heterorhabditis* spp. lebih efektif dibanding sebagian besar *Steinernema* spp.

Uji Patogenesitas NEP. Penentuan nilai LC50 merupakan penentuan konsentrasi optimal, dimaksudkan agar nematoda *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp. efektif untuk mengendalikan larva *S. exigua*. Apabila konsentrasi Nematoda *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp. melebihi sejumlah konsentrasi tertentu, diduga akan terjadi kompetisi dalam hal ruang dan makanan antar nematoda itu sendiri. Hasil uji patogenesitas Nematoda *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp. terhadap larva *S. exigua* menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kematian pada setiap peningkatan konsentrasi perlakuan.

Hasil uji Patogenesitas NEP *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp. terhadap larva *S. exigua* menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kematian pada setiap peningkatan konsentrasi perlakuan.

Besarnya nilai estimasi LC50 hasil analisis probit pada 6 HSA adalah 425.6404 IJ/ml, dengan kisaran LC50 244.7726-740.1556 IJ/ml air. Dalam hal ini dibutuhkan Nematode Entomopatogen sekitar 425 IJ/ml air untuk dapat membunuh lebih setengah dari serangga uji dalam waktu enam hari.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan.

Patogenesitas Nematoda *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp. terhadap larva *S. exigua* mengalami peningkatan kematian pada setiap peningkatan konsentrasi perlakuan.

Konsentrasi optimal nematoda *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp. untuk mengendalikan serangga hama *Spodoptera exigua* ditentukan dengan nilai LC50 sebesar 425.6404 Infektif Juvenile/ml.

Saran.

Efektifitas Nematoda *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp. terhadap larva *S. exigua*, dapat dikaji dan dikembangkan terhadap hama-hama dari ber-bagai jenis lainnya, juga Perlu dikaji lebih mendalam mengenai peranan bakteri simbiosis *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp. dalam mematikan serangga hama.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbot, W.S. (1925). *A Method for Computing The Effectiveness of an Insecticides*. J. of Economic Entomology. 18 : 265-267.
- Chaerani, B. Nurbaeti. 2006. *Efektivitas Nematoda Patogenik Serangga (Rhabditida: Steinernema dan Heterorhabditis) terhadap Penggerek Batang Padi Putih (Scirpophaga innotata)*. J. Perlin. Tanaman Indonesia. (12) 2: 92-103.
- Chaerani, Finegan, M.M., Downes, M.J. & Griffin, C.T. (1995). *Pembiakan Massal Nematoda Entomopatogen Serangga Steinernema dan Heterorhabditis Isolat Indonesia secara In vitro untuk Pengendalian Hama Penggerek Padi secara Hayati*. Poster Ilmiah pada Pekan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. Puspitex Serpong 28-29 Nopember 1995. 11 p.
- Chaerani, 2011. *Pembiakan Nematode Pathogen Serangga (Rhabditida: Heterorhabditis dan Steinernema) pada Media Padat*. J. HPT Tropika Issn 1411-7525. Vol. 11 No. 1: 69-77. Diakses : 7/10/2013.
- Finney, N.D. (1971). *Probit Analysis 3rd ed*. Cambridge University Press. Cambridge. England.
- Gaugler, R. (1993). *Ecological Genetic of Entomopathogenic Nematodes*. In Nematodes and The Biological Kontrol of Insect Pest. CSIRO. Australia. p.89-95.

- Kamaria, 2013. *Efektivitas Berbagai Konsentrasi Nematoda Entomopatogen (Steinernema Sp.) terhadap Mortalitas Larva Spodoptera Exiqua* Hubner. Skripsi. Palu Universitas Tadulako.
- Kaya, H.K. and R. Gaugler. 1993. Entomopathogenic Nematodes. Annual Review of Entomology. 38: 181–206.
- Nugrohorini, 2007. *Uji Toksisitas Nematoda Steinernema Sp. (Isolat Tulungagung) pada Hama Tanaman Sawi (Brassica Juncea) Di Laboratorium*. J. Pertanian Mapeta. Vol. 10. No. 1. Desember 2007 : 1-6.
- Rohman, 2009. *Panduan Singkat Budidaya Bawang Merah*. CV. Nussanda Agrisindo. Jakarta.
- Subagiya., 2005. *Pengendalian Hayati dengan Nematoda Entomopatogenus Steinernema carpocapsae (All Strain Lokal terhadap Hama Crocidolomia binotalis Zell. Di Tawangmangun*. Jurusan Agronomi, Fakultas Pertanian. UNS-Surakarta. J. Agrosains 7(1): 34-39. 2005. Diakses : Desember 2013.
- Sulistiyanto, D., 2008. *Keselarasan dalam Pemanfaatan dan Pengelolaan Hama Terpadu dengan Memanfaatkan Agensi Hayati, Nematoda Entomopatogen dalam Menunjang Sistem Pertanian Berkelanjutan*. Pidato Ilmiah.
- Wiludjeng Widayati, 2007. *Penggunaan Nematoda Entomopatogen Steinernema Carpocapsae (All Strain) dan Tanaman Sela Bawang Merah dalam Pengendalian Hama pada Tanaman Kubis*. J. Pertanian Mapeta. Vol. 10. No. 1: 60-65.