

**NEMATODA ENTOMOPATOGEN *HETERORHABDITIS* ISOLAT LOKAL MADURA SEBAGAI
PENGENDALIAN HAYATI HAMA PENTING TANAMAN HORTIKULTURA
YANG RAMAH PADA LINGKUNGAN**

**(*ENTOMOPATOGENIC NEMATODE HETERORHABDITIS A MADRESE LOCAL ISOLATE AS
FRIENDLY ENVIRONMENT BIOLOGICAL PEST CONTROL AGENT
OF HORTICULTURE CROPS*)**

Sucipto

Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo
Kampus Unijoyo PO BOX 2 Telang Kamal Bangkalan Madura

ABSTRACT

The purpose of this research to determine the potential of *Heterorhabditis* spp an Entomopatogen Nematoda biological agents as alternative control of pest crop which is environmentally friendly. which has a simple life cycle and have the stadia development of eggs, juvenile, and adult. In supporting its effectiveness, nematodes bacteria entomopatogen need symbion with bacteria that *Photorhabdus*. *Heterorhabditis* advantages are: a broad host range, rapid insect killing (48 hours), can be cultured in artificial media, durable infection stadia, does not cause resistance to the host and really safe for the environment

Keywords: biological agents, entomopatogen, heterorhabditis,

ABSTRAK

Tujuan penulisan ini untuk mengetahui potensi agen hayati Nematoda Entomopatogen sebagai alternatif pengendalian organisme pengganggu tanaman yang ramah lingkungan adalah *Heterorhabditis* spp. yang mempunyai siklus hidup sederhana dan mempunyai stadia perkembangan yaitu telur, juvenil, dan dewasa. Dalam menunjang efektivitasnya, nematoda entomopatogen membutuhkan bakteri simbiosis. Bakteri yang bersimbiosis dengan *Heterorhabditis* spp adalah *Photorhabdus*. Keunggulan yang

dimiliki *heterorhabditis* tersebut adalah : memiliki kisaran inang yang luas, mampu membunuh serangga inang dengan cepat (48 jam), dapat dibiakkan dalam media buatan, stadia infeksiusnya dapat bertahan lama, tidak menimbulkan resistensi pada inang dan benar-benar aman bagi lingkungan. Kata kunci : agen hayati, entomopatogen, heterorhabditis,

PENDAHULUAN

Menurut Baehaki (1993), pengendalian sintetik adalah usaha pengendalian serangga hama dengan menggunakan bahan kimia beracun. Bahan kimia tersebut diberikan langsung kepada tanaman, umpan atau dikenakan langsung kepada serangga hama sasaran. Bahan kimia beracun yang digunakan untuk mengendalikan serangga hama disebut insektisida.

Sejauh ini kerugian yang dialami sektor pertanian Indonesia akibat serangan hama dan penyakit mencapai miliaran rupiah dan menurunkan produktivitas pertanian sampai 20 persen. Menghadapi seriusnya kendala tersebut, sebagian besar petani Indonesia menggunakan pestisida kimiawi. Upaya tersebut memberikan hasil yang cepat dan efektif. Kenyataan ini menyebabkan tingkat kepercayaan petani terhadap kemampuan pestisida kimiawi sangat tinggi. Sejalan dengan hal itu, promosi dari perusahaan pembuat pestisida yang sangat gencar semakin meningkatkan ketergantungan petani terhadap pestisida kimiawi. Seperti halnya kebutuhan pupuk

yang terus meningkat, kebutuhan pestisida juga memperlihatkan pertumbuhan tiap tahun. Rata-rata peningkatan total konsumsi pestisida per tahun mencapai 6,33 persen, namun pada kenyataannya di lapangan diperkirakan dapat mencapai lebih dari 10 – 20 persen.

Penggunaan insektisida sintetik dianjurkan apabila populasi hama telah melampaui batas ambang ekonomi. Penerapan cara ini apabila cara-cara penggunaan varietas tahan, teknik budidaya dan sanitasi tidak lagi menunjukkan gejala menurunkan populasi hama. Penyemprotan hendaknya dilakukan secara berjadwal dengan konsentrasi yang rendah. Penyemprotan insektisida sebaiknya diarahkan pada stadium mana serangga sangat lemah. Penyemprotan berikutnya dilakukan apabila penyemprotan pertama tidak menunjukkan tanda-tanda penurunan populasi hama dengan meningkatkan konsentrasi insektisida. Pemilihan insektisida yang efektif dan aman mutlak diperlukan, karena penggunaan insektisida sintetik membawa dampak yang tidak baik terhadap tanaman dan lingkungan. Akibat penggunaan insektisida yang kurang tepat menimbulkan resistensi, resurgensi dan letusan hama kedua akibat terbunuhnya musuh alami hama dan berkurangnya kompetisi antar hama. Keunggulan insektisida sintetik dapat menurunkan populasi hama dalam waktu singkat dan dapat digunakan setiap saat dan dimana saja (Jumin, 1988; Laba *et al.*, 1998).

Sejumlah dampak negatif penggunaan pestisida seperti telah disebutkan di atas, mendorong dibuat metode lain yang dapat dilakukan untuk mengurangi penggunaan pestisida dalam usaha pemberantasan hama dan penyakit tanaman. Harga pestisida kimiawi cukup tinggi sehingga membebani biaya produksi pertanian. Dalam hitungan petani, biaya komponen pestisida mencapai 25 – 40 persen dari total biaya produksi pertanian. Tingginya harga pestisida kimiawi tersebut disebabkan bahan aktif pestisida masih diimpor. Depresiasi nilai rupiah terhadap dolar Amerika menyebabkan harga pestisida kimiawi semakin tidak terjangkau oleh petani. Dalam kondisi pertanian Indonesia saat ini dengan harga komponen pestisida yang tinggi, maka dapat diramalkan bahwa usaha tani menjadi tidak menguntungkan karena tidak dapat diandalkan

sebagai sumber pendapatan yang layak. Kondisi tersebut tentu saja amat merugikan pembangunan bidang pertanian Indonesia. Di samping itu kebijakan global dalam pembatasan penggunaan bahan aktif kimiawi pada proses produksi pertanian pada gilirannya nanti akan sangat membebani dunia pertanian di Indonesia. Tingginya tingkat ketergantungan pertanian Indonesia terhadap pestisida kimia akan membawa dampak negatif pada upaya ekspansi komoditas pertanian ke pasar bebas, yang seringkali menghendaki produk bermutu dengan tingkat penggunaan pestisida yang rendah. Dengan demikian secara berangsur-angsur harus segera diupayakan pengurangan penggunaan pestisida kimiawi dan mulai beralih kepada pengendalian dengan agen hayati Nematoda Entomopatogen *Heterorhabditis* yang aman bagi lingkungan.

Tujuan

Tujuan penulisan ini untuk mengetahui potensi agen hayati Nematoda Entomopatogen sebagai alternatif pengendalian organisme pengganggu tanaman yang ramah lingkungan.

PENDEKATAN MASALAH DAN PEMBAHASAN

Siklus Hidup Nematoda Entomopatogen

Salah satu nematoda entomopatogen yang digunakan untuk mengendalikan serangan hama pada tanaman hortikultura adalah *Heterorhabditis* spp. Yang mempunyai siklus hidup sederhana dan mempunyai stadia perkembangan yaitu telur, juvenil, dan dewasa. Pada umumnya nematoda ini mengalami empat pergantian kulit sebelum mencapai dewasa dan pergantian kulit juga bisa terjadi di dalam telur, di lingkungan, dan di dalam tubuh serangga inang. Siklus hidup dari *Heterorhabditis* spp. terdiri atas empat stadia juvenil (J1 – J4).

Diantara keempat stadia juvenil, stadia yang paling infeksius adalah juvenil ke tiga atau disebut infeksius juvenil yang mengandung sel bakteri *Photorhabdus* spp. dalam intestine. Infeksius juvenil ini dapat hidup bebas (di luar inang) karena mengandung cadangan energi karbohidrat, tidak makan dan bisa hidup dalam beberapa periode yang lama ketika kondisi lingkungan baik

(kelembaban dan temperatur baik, oksigen cukup tersedia) (Woodring dan Kaya, 1988).

Infektif juvenil mempunyai berbagai cara untuk masuk ke dalam tubuh serangga inang saat kontak dengan serangga inang. *Heterorhabditis* spp. masuk ke dalam tubuh serangga inang melalui lubang-lubang alami seperti mulut, anus, dan spirakel atau penetrasi langsung melalui integumen (Poinar, 1979). Setelah infektif juvenil masuk ke dalam tubuh serangga inang, kemudian infektif juvenil aktif memenetrasi melalui dinding usus tengah atau trakhea ke dalam haemocoel (Woodring dan Kaya, 1988).

Bakteri Simbion Nematoda Entomopatogen

Dalam menunjang efektivitasnya, nematoda entomopatogen membutuhkan bakteri simbion. Bakteri yang bersimbiosis dengan *Heterorhabditis* spp adalah *Photorhabdus* (Kaya dan Gaugler, 1993). Jarosz (1996) melaporkan bahwa di dalam tubuh serangga, saluran pencernaan nematoda yang semula tertutup mulai aktif bekerja dan melepaskan bakteri dari intestine ke dalam haemolimpha serangga. Bakteri simbion tersebut berperan dalam kematian serangga inang dengan memproduksi toksin yang dihasilkan dalam waktu 24-48 jam dan menyebabkan septicemia (bakteri masuk haemocoel, multiplikasi, memproduksi racun dan diikuti kematian serangga) (Simoes dan Rosa, 1996).

Menurut Ehlers dan Peters (1995), tanpa adanya bakteri simbion nematoda entomopatogen tidak dapat berkembang biak dengan baik, disisi lain bakteri simbion tidak dapat hidup tanpa nematoda entomopatogen. Bakteri simbion juga mampu memproduksi senyawa antibiotik (bakteriosin) yang dapat menghambat perkembangan mikroorganisme sekunder yang ada dalam tubuh serangga inang. Sedangkan fungsi nematoda entomopatogen bagi bakteri adalah melindungi bakteri dari kondisi ekstrem dalam tanah dan melindungi bakteri dari kemungkinan adanya protein anti bakteri yang dikeluarkan oleh serangga inang. Hubungan mutualistik ini bagi nematoda entomopatogen memberikan beberapa keuntungan, yaitu dapat membunuh inang dengan cepat secara septicemia, menyediakan nutrisi yang cocok, dan menyediakan lingkungan yang cocok bagi perkembangan dan reproduksi nematoda (Kaya dan Gaugler, 1993).

Chaerani (1996) menyatakan bahwa jaringan tubuh serangga yang telah dibunuh oleh bakteri *Photorhabdus* spp. dimanfaatkan oleh nematoda untuk hidup dan berkembang biak sekaligus menelan kembali sel-sel bakteri. Dalam satu tubuh inang serangga nematoda dapat berkembang biak dua sampai tiga generasi (satu generasi berlangsung 10-14 hari). Nematoda yang belum dewasa memakan sel bakteri dan jaringan inang kemudian berkembang menjadi dewasa. Pada generasi pertama sampai generasi berikutnya dari *Heetrorhabditis* sp. selalu berkembang menjadi dewasa betina dan jantan, dimana betina ukuran tubuhnya lebih besar daripada jantan (Woodring dan Kaya, 1988). Menurut Poinar (1990) *Heterorhabditis*. Betina dewasa dalam tubuh serangga inang pada stadium awal perkembangan bersifat ovipar, akan tetapi setelah perkembangan lebih lanjut akan menjadi ovovivipar. Dua sampai tiga minggu setelah berkembang dalam tubuh inang, infektif juvenil akan meninggalkan kadaver inang dan mencari inang baru (Kaya dan Stock, 1997).

Ehlers *et al.* (1990) menyatakan bahwa *Photorhabdus* spp. mempunyai dua bentuk fase yang berbeda yaitu fase primer dan fase sekunder. Perbedaan koloni yang jelas terlihat pada media NBTa atau Mc Concey Agar. Morfologi fase primer secara umum adalah granuler, lebih convex (cembung) daripada fase sekunder, sirkular dengan tepi agak rata dan ukuran lebih kecil dibandingkan dengan koloni fase sekunder. Fase sekunder berbentuk flat, translusen dengan tepi agak rata, mempunyai diameter lebih besar dibandingkan dengan fase primer (Krasomil dan Osterfeld, 1994; Woodring dan Kaya, 1988; Akhurst, 1980). Fase primer mayoritas mempunyai badan inklusi seperti empat persegi panjang, sedangkan pada fase sekunder tidak ditemukan (Kaya and Stock, 1997).

Krasomil dan Osterfeld (1994) menyatakan bahwa fase primer tidak dapat bertahan lama (tidak stabil) baik secara *in vivo* maupun *in vitro* dan akan segera berubah ke fase sekunder yang mempunyai kecenderungan stabil dan sel bakteri berbentuk batang panjang. Sel bakteri fase primer berbentuk batang pendek (Boemare *et al.*, 1996). Bakteri *Photorhabdus* spp. Mempunyai karakteristik fisiologi antara lain gram negatif, tidak memiliki enzim katalase, bioluminenscens negatif, memfragmentasi laktosa, pencairan gelatin positif,

mempunyai aktivitas antibiotik terhadap bakteri tertentu (Woodring and Kaya, 1988), anaerob fakultatif dan non fluorescens (Aguillera *et al.*, 1993). Bakteri simbiosis *Photorhabdus* spp. Fase primer menghasilkan senyawa antibiotik, lechitinase serta menyerap bahan tertentu dari media pertumbuhan, sebaliknya pada fase sekunder hal tersebut tidak terjadi (Woodring and Kaya, 1988). Bakteri ini juga menghasilkan enzim lechitinase, protease, entomotoksin (eksotoksin dan endotoksin), DNase dan fosfatase yang mempengaruhi proses kematian serangga (Boemare *et al.*, 1996).

Keunggulan Nematoda Entomopatogen Sebagai Agens Hayati dan Gejala Serangannya

Sebagai agens hayati, nematoda entomopatogen (*Heterorhabditis*) memiliki keunggulan dalam mengendalikan serangga sasaran. Menurut (Van *et al.*, 1996) keunggulan yang dimiliki *heterorhabditis* tersebut adalah :

1. Memiliki kisaran inang yang luas
2. Mampu membunuh serangga inang dengan cepat (48 jam)
3. Dapat dibiakkan dalam media buatan
4. Stadia infeksiusnya dapat bertahan lama
5. Tidak menimbulkan resistensi pada inang
6. Benar-benar aman bagi lingkungan

Pada umumnya gejala serangga yang terserang oleh nematoda entomopatogen adalah adanya perubahan warna tubuh, tubuh menjadi lembek, dan bila dibedah jaringan lunak berair. Namun ada kekhasan gejala serangan pada *Steinernema* spp. yaitu adanya perubahan warna merah tua sampai coklat tua. Kutikula serangga tampak transparan setelah lebih dari 48 jam terinfeksi nematoda, karena aktivitas enzimatis bakteri *Photorhabdus* yang menyebabkan hancurnya jaringan tubuh serangga inang menjadi lunak berair (Simoes dan Rosa, 1996). Gejala serangan muncul hanya pada fase primer bakteri yaitu awal nematoda masuk sekaligus mengeluarkan bakteri simbiosis dalam tubuh serangga sampai dua hari setelah penetrasi.

Menurut Pawana dan Sucipto (2001), bahwa efektifitas aplikasi *S. carpocapsae* untuk mengendalikan *H. asulta* pada tanaman tembakau di Kab. Bangkalan dan Sampang tidak kalah efektif dibandingkan dengan deltamethrin.

Pawana dan Sucipto dalam laboratorium (2005) bahwa solat yang paling toksik terhadap *H. asulta* adalah Pmk_{3/3} dan terhadap *S. litura* adalah Bkl₄. Nilai LC₅₀ dan LC₉₀ isolat Pmk_{3/3} terhadap *H. asulta* adalah 250 IJ/ml dan 652 IJ/ml untuk 24 jam pertama dan 84 IJ/ml dan 249 IJ/ml untuk 24 jam kedua. Nilai LC₅₀ dan LC₉₀ isolat Bkl₄ terhadap *S. litura* 260 IJ/ml dan 647 IJ/ml untuk 24 jam pertama dan 107 IJ/ml dan 295 IJ/ml untuk 24 jam kedua. Tingkat konsentrasi isolat Pmk_{3/3} dan Bkl₄ yang memberikan tingkat mortalitas yang berarti terhadap *H. asulta* dan *S. litura* adalah 400 IJ/ml.

Organisme Pengganggu Tanaman, Dosis dan Cara Pengendaliannya.

Jenis OPT yang dapat dikendalikan dengan agens hayati Nematoda Entomopatogen *Heterorhabditis* antara lain : (1) Hama *Plutella xylostella* pada kubis (2) *Spodoptora exigua* Hubn pada Tanaman bawang, (3) *Spodoptera litura* F, Tanaman cabai (4) *Holotrichia javana* Birska hama uret pada kentang (5) *Helicorpa armigera* Hubn, pada tomat.

1. Ulat daun Kubis (*Plutella xylostella* L).

- Imago berupa ngengat kecil, berwarna coklat kelabu. Pada sayap depan terdapat tanda "tiga berlian" yang berupa undulasi (gelombang). Warna tiga berlian pada ngengat betina lebih gelap dari pada ngengat jantan. Ngengat aktif pada senja dan malam hari.
- Telurnya kecil dan diletakkan secara tunggal atau berkelompok kecil pada sekitar tulang daun.
- Larva terdiri dari empat instar. Larva instar III – IV panjangnya sekitar 1 cm, aktif merusak daun bila tersentuh menggeliat lalu menjatuhkan diri dengan benang sutra.
- Inang utama adalah tanaman kubis – kubisan seperti kubis, petsai, kubis putih, brokoli, kubis bunga, dll.
- Lama daur hidupnya sekitar 21 hari
- Gejala serangan : Larva yang baru menetas berada di bawah permukaan daun dan melubangi daun dan makan jaringan

permukaan bawah daun. Saat mencapai instar III, larva berada pada permukaan bawah daun, memakan seluruh jaringan daun kecuali vena / tulang daun dan kadang-kadang epidemis bagian atas daun (Mau & Kessing, 1992).

- Hama ulat ini memakan daun-daun kubis, baik pada tanaman yang masih muda maupun pada tanaman yang sudah tua. Daun-daun yang terserang ulat ini memperlihatkan adanya lubang-lubang dan hanya tinggal tulang daunnya saja sehingga nampak bintik-bintik yang berwarna agak putih (Cahyono, 1995).
- Gejala serangan hama ini sangat khas dan tergantung pada instar larva yang menyerang. Larva instar pertama (yang baru menetas) memakan daun kubis dengan jalan membuat lorong (gerekkan) kedalam jaringan parenkim sambil memakan daun pada permukaan bawah daun. Demikian juga larva instar ketiga dan keempat. Larva instar ke tiga dan ke empat memakan seluruh bagian daun sehingga meninggalkan ciri khas, yaitu tinggal epidermis bagian atas daun atau bahkan tinggal tulang daunnya saja (Mau & Kessing; Shelton, *et al.* 1995).
- Bila serangan berat maka hampir seluruh daun dimakan larva dan hanya tinggal tulang-tulang daunnya saja. Tingkat populasi larva *Plutella xylostella* yang tinggi biasanya terjadi pada enam hingga delapan minggu setelah tanam. Pada umumnya serangan ulat ini terjadi secara eksplosif pada musim kemarau, sehingga kerugian yang di timbulkan dapat mencapai 100 persen (Cahyono, 1995).
- Pengendalian : Seprotkan Nematoda Entomopatogen *Heterorhabditis* pada tanaman kubis yang terserang *Plutella xylostella* L dengan dosis 500.000 IJ/M² dilakukan pada sore hari sekitar jam 15.30.

2. Ulat Bawang (*Spodoptera exigua* Hubn)

- Imago berupa ngengat kelabu. Sayap depan mempunyai bintik berwarna kuning.
- Telur diletakkan pada daun bawang dan gulma yang tumbuh disekitarnya.

- Seekor betina mampu meletakkan telur sebanyak 500-600 butir
- Larva berbentuk bulat panjang, berwarna hijau atau coklat dengan gejala berwarna kuning kehijauan.
- Tanaman inang lain yaitu bawang kucai, bawang daun, bawang putih, cabai dan jagung.
- Gejala serangan : ditandai timbulnya bercak-bercak putih transparan pada daun.
- Lamanya daun hidup 20 hari
- Pengendalian: Tanaman yang terserang ulat daun disemprot dengan menggunakan Nematoda Entomopatogen dengan dosis ½ juta IJ/M² aplikasi dilakukan pada sore hari jam 15.30.

3. Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F) Tanaman Cabai

- Sayap ngengat bagian depan berwarna coklat atau keperakan, sayap belakang berwarna keputihan dengan bercak hitam.
- Larva mempunyai warna yang bervariasi, tetapi mempunyai kalung hitam pada segmen abdomen yang ke empat dan sepuluh. Pada sisi lateral dan dorsal terdapat garis kuning.
- Tanaman inang : tembakau, cabai, bawang merah, terung, kentang, kacang-kacangan, dll.
- Gejala serangan : pada daun yang ditimbulkan oleh larva yang masih kecil berupa sisa-sisa epidermis bagian atas dan tulang-tulang daun saja. Larva yang sudah besar merusak tulang daun dan buah. Serangan berat dapat menyebabkan tanaman menjadi gundul.
- Pengendalian: Tanaman yang terserang ulat daun disemprot dengan menggunakan Nematoda Entomopatogen dengan dosis ½ juta IJ/M² aplikasi dilakukan pada sore hari jam 15.30.

4. Hama Uret (*Holotrichia javana* Birsk) Pada Tanaman Kentang

- Imago merupakan kumbang berwarna coklat tua yang panjangnya kira-kira 2,5 cm.
- Kepala larva berwarna putih kemerahan. Perut larva selalu dalam posisi

- membengkok. Larvanya paling merusak umbi kentang.
- Inang utama : tanaman Graminae seperti padi, jagung, kacang-kacangan dan bayam.
- Daur hidup lamanya kira-kira 10 bulan
- Gejala serangan : Pada umbi kentang terdapat lubang-lubang yang tidak beraturan. Umbi kentang kemudian akan membusuk.
- Pengendalian: Tanaman yang terserang ulat daun disemprot dengan menggunakan Nematoda Entomopatogen dengan dosis ½ juta IJ/M² aplikasi dilakukan pada sore hari jam 15.30.

5. Ulat Buah Tomat *Helicorpa armigera* Hubn.

- Imago berupa ngengat berwarna sawo kekuning-kuningan dengan bintik-bintik dan garis berwarna hitam. Ngengat jantan mudah dibedakan dari ngengat betina karena ngengat betina mempunyai bercak-bercak berwarna pirang tua.
- Terdapat variasi warna dan corak antar sesama larva, tubuhnya berbentuk selidris
- Tanaman inang : Tomat, tembakau, jagung dan kapas.
- Lama daur hidupnya 52-58 hari.
- Gejala serangan : Larva *Helicorpa armigera* melubangi buah tomat, buah tomat yang terserang, menjadi busuk dan jatuh ketanah. Kadang-kadang larva juga menyerang pucuk tanaman dan melubangi cabang-cabang tomat.
- Pengendalian: Tanaman yang terserang ulat daun disemprot dengan menggunakan Nematoda Entomopatogen dengan dosis ½ juta IJ/M² aplikasi dilakukan pada sore hari jam 15.30.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Nematoda Entomopatogen *Heterorhabditis* spp isolat lokal Madura sebagai sumber keaneka ragaman hayati dengan karakter dan morfologi yang dimilikinya.

- 2 Memberikan alternatif pengendalian hayati yang lebih ramah dan aman bagi lingkungan serta mengurangi pemakaian pestisida sintetik yang dapat menyebabkan polusi bagi lingkungan

B. Saran

Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman hortikultura disarankan memakai Nematoda entomopatogen *Heterorhabditis* selain mudah didapatkan bahan bakunya juga tidak membawa dampak negatif bagi lingkungan sekitar.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguillera, M.M., N.C. Hodge, R.E. Stall and G.C. Smart, Jr. 1993. Bacterial Symbionts of *Steinernema scapterisci*. *Invert. Pathol.* **62**: 68-72.
- Baehaki, 1993. *Insektisida Pengendalian Hama Tanaman*. Bandung: Penerbit Angkasa. 148 p.
- Boemare, N.E. Lanmond, and H. Mauleon. 1996. The Entomopathogenic Nematodes Complex, Biology, Life Cycle, and Vertebrate Safety. *Biocontrol Sci. Technol.* **6** : 333 – 346.
- Chaerani, M., 1996. *Nematoda Patogen Serangga*. Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan Bogor.
- Ehlers, R.U., S. Stoessel, and V. Wyss. 1990. The Influence of Phase Variants of *Xenorhabdus* spp. And *Escherichia coli* (Enterobacteriaceae) on The Propagation of Entomopathogenic Nematodes of The Genera *Steinernema* and *Heterorhabditis*. *Review. Nematol.* **4** : 417-424.
- Ehlers, R.U., dan A. Peters, 1995. *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control : Feasibility, Perspectives and Possible Risks. Biological Control : Benefit and Risks*. Cambridge University Press. Cambrid. 119-136pp.

- Jarosz, J., 1996. Do antibiotic compound produced in vitro by *Xenorhabdus nemathopilus* minimize the scondary invasion of insect carcasses by cantaminating bacteria. *Nematologyca* 42: 367-377.
- Kaya, H.K. dan Gaugler, R., 1993. Enthomopathogenic nematodes in Biological control. CRC Press. Boca Rabon Florida.
- Kaya dan Stock. 1997. *Techniques in Insect Nematology*. Departement of Nematology, University of California USA and College of Natural Sciences and Museum, National University of La Plata Argentina.
- Pawana, G dan Sucipto. Produksi Massal Nematoda Entomopatogen Heterorhabditis Sebagai Pengendali Spidoptera Litura Pada Tanaman Tembakau. *Jurnal Embryo*. 2007
- Poinar, G.O.Jr., 1990. *Nematodes for Biological Control of Insect*. CRC. Boca Raton. Florida.
- Simoes, N. and J.R. Rose. 1996. Pathogenecity and Host Specify of Entomopathogenic Nematodes. *Biocontrol Science and Technology*. 6: 403-411
- Woodring, J.L. and H.K. Kaya., 1988. Steinernematid and Heterorhabditid Nematodes : *A Hand Book of Biology and Techniques*. Southern Cooperative Series Bulletin 331. Arkansas Agric. Experiment Station. Arkansas.