

PERTANIAN

UJI PERSISTENSI NEMATODA ENTOMOPATOGEN HASIL REISOLASI DARI LAHAN TANAMAN PADI, SAYURAN, DAN TEBU TERHADAP LARVA *Galleria melonella*

*Persistence Test of Entomopathogenic Nematode Re-isolated from Rice, Vegetable and Sugarcane Lands on *Galleria melonella* Linnaeus Larvae*

Adetyas Iin Tiananda¹, Didik Sulistyanto^{1*} dan Wagiyana¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember (UNEJ)
Jl. Kalimantan 37, Kampus Tegal Boto, Jember 68121

*E-mail: didik.nemadic@yahoo.com

ABSTRACT

*This research aimed to determine the persistence of Entomopathogenic Nematode (EPN) re-isolated from lands of rice, vegetable, and sugarcane and its effectiveness toward *Galleria melonella* larvae. The research was conducted in Biological Control Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Jember from March to May, 2015. Soil samples were taken from lands of rice, vegetable, and sugarcane; EPN re-isolation, identification of EPN; breeding of EPN in *G. melonella* larvae; and bioassay test. The results showed that EPN found in lands of rice and vegetable soil had high effectiveness after 10 months of application, while in land of sugarcane, EPN was not effective. Type of EPN successfully identified was species *Heterorhabditis* sp. The highest average population of EPN was in soil sample taken from vegetable land by 1311,17/4 m² and the lowest population was in EPN from soil sample taken from sugarcane land by 359/4 m². Mortality of *G. melonella* larvae inoculated with EPN was the result of soil samples from vegetable, rice, and sugarcane lands reaching 100%, 70%, and 11.7% after 72 hours of inoculation.*

Keywords: Entomopathogenic Nematode, Persistence, *Galleria melonella*.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persistensi Nematoda Entomopatogen (NEP) hasil reisolasi dari lahan tanaman padi, sayuran, dan tebu, serta efektivitasnya terhadap larva *Galleria melonella*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengendalian Hayati, Fakultas Pertanian, Universitas Jember pada bulan Maret sampai Mei 2015. Metode penelitian dilakukan dengan cara mengambil sampel tanah pada lahan pertanian padi, sayuran, dan tebu; reisolasi NEP; identifikasi NEP; perbanyakan NEP pada larva *G. melonella*, dan Uji Bioassay. Hasil penelitian menunjukkan bahwa NEP yang ditemukan pada lahan tanaman padi dan sayuran masih memiliki efektivitas yang tinggi setelah jangka waktu aplikasi lebih dari 10 bulan, sedangkan pada lahan tanaman tebu NEP menjadi tidak efektif. Jenis NEP yang berhasil diidentifikasi adalah spesies *Heterorhabditis* sp. Rata-rata populasi NEP tertinggi terdapat pada sampel tanah tanaman sayuran (bawang daun) yaitu 1311,17 ekor/4 m² dan populasi terendah terdapat pada sampel tanah tanaman tebu yaitu 359 ekor/4 m². Mortalitas Larva *G. melonella* yang diinokulasikan NEP hasil dari sampel tanah tanaman sayuran, padi, dan tebu mencapai 100%, 70%, dan 11,7% setelah 72 jam inokulasi.

Kata kunci: Nematoda Entomopatogen, Persistensi, *Galleria melonella*.

How to cite: Tiananda, AI., Sulistyanto, D., Wagiyana. 2015. Uji Persistensi Nematoda Entomopatogen Hasil Reisolasi dari Lahan Tanaman Padi, Sayuran, dan Tebu terhadap Larva *Galleria melonella*. *Berkala Ilmiah Pertanian* 1(1): xx-xx

PENDAHULUAN

Konsep PHT yang dicanangkan sejak tahun 1976 merupakan suatu solusi dalam budidaya tanaman yang lebih ramah lingkungan. Dalam hal ini, pengendalian hayati memegang peranan yang sangat penting. Salah satu Agen Pengendali Hayati (APH) yang dapat digunakan untuk mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) adalah Nematoda Entomopatogen (NEP). NEP memiliki potensi dalam mengendalikan OPT, baik pada lahan tanaman pangan, sayuran, perkebunan, hingga rumput pada lapangan golf (Prasetyo, 2012).

Di dalam tanah, nematoda hidup dengan cara memanfaatkan bahan-bahan organik atau serangga maupun organisme lain sebagai makanannya (Chaerani, 1996). Menurut Sugiyanto (2013) NEP dapat bertahan di dalam tanah dengan cara inaktif dalam waktu tertentu dan melakukan perpindahan ke tempat lain apabila tidak lagi terdapat nutrisi yang cukup ditempat tersebut yang mana perpindahannya dapat dilakukan secara pasif, yaitu dengan bantuan aliran air, angin, maupun melalui alat-alat pertanian. Gerakan NEP sangat lambat sehingga memerlukan waktu yang cukup lama untuk melakukan perpindahan.

Persistensi nematoda entomopatogen merupakan suatu kemampuan NEP untuk bertahan hidup (persisten) dan masih mampu menyerang serta menimbulkan kematian pada serangga sasaran dalam kurun waktu tertentu (Sucipto, 2008). Menurut Susurluk dan Ehler (2008), persistensi nematoda dalam tanah dapat mencapai 23 bulan setelah diaplikasi pada lahan pertanian kacang tanah. Persistensi tersebut dipengaruhi oleh faktor biotik maupun abiotik (Sucipto, 2008). Selain itu persistensi juga dipengaruhi oleh kemampuan nematoda untuk menyebar, mempertahankan diri, menemukan inang, dan bereproduksi di dalam tanah tergantung pada tipe, kelembaban, dan temperatur tanah (Kaya and Gaugler, 1993). Kondisi cuaca di lapang sangat sulit diprediksikan sehingga berpengaruh terhadap kelangsungan hidup NEP pada suatu lahan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui persistensi NEP hasil reisolasi dari lahan tanaman padi, sayuran, dan tebu, serta efektivitasnya terhadap larva *Galleria melonella*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pengendalian Hayati, Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Penelitian dilaksanakan mulai Bulan Maret sampai Mei 2015.

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut:

Pengambilan Sampel Tanah dilapang. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada lahan tanaman padi di Kecamatan Mayang (Jember), sayuran (kentang dan bawang daun) di Kecamatan Ngadisari (Probolinggo), dan tebu di Kecamatan Tamanan (Bondowoso) sesuai dengan denah yang diaplikasikan NEP 10 bulan yang lalu. Teknik pengambilan sampel tanah dilakukan pada masing-masing blok tanaman padi, sayuran, dan tebu dengan cara mengambil 6 petak pada masing-masing lahan. Setiap petak diambil 5 unit sampel tanah secara diagonal (1 titik pusat dan 4 titik diagonal) (Puslit Tanah dan Agroklimat, 2000). Setiap unit sampel diambil sebanyak 300 g pada kedalaman 5 sampai 10 cm dari permukaan tanah dengan menggunakan cangkul/cetok di daerah yang bervegetasi rimbun. Kemudian masing-masing sampel tanah tersebut dimasukkan ke dalam wadah plastik yang berbeda, dalam 1 petak ada 5 unit sampel tanah, sehingga pada masing-masing lahan didapatkan 30 unit sampel.

Reisolasi Nematoda Entomopatogen. Reisolasi NEP dilakukan dengan metode *Baiting* yaitu dengan cara sampel tanah dipindahkan ke dalam gelas plastik berukuran 500 ml sebanyak 300 g dan dimasukkan 10 ekor larva *G. melonella* yang telah dibungkus kain kasa pada masing-masing unit sampel tanah. Gelas yang telah berisi larva diinkubasi selama 7-10 hari. Untuk menjaga kelembaban tanah di dalam gelas dilakukan penyemprotan dengan air setiap hari. Kemudian kain kasa yang berisi larva *G. melonella* pada gelas dibuka setelah 7-10 hari (setelah menunjukkan gejala).

Identifikasi Nematoda Entomopatogen. Identifikasi dilakukan secara visual, yaitu dengan cara mengamati perubahan tubuh yang terjadi pada larva *G. melonella* yang meliputi kondisi tubuh larva dan terjadinya perubahan warna pada tubuh larva (apabila warna tubuh larva berubah menjadi coklat kehitaman maka dipastikan bahwa larva tersebut terinfeksi oleh *Steinernema* sp., namun apabila ulat berwarna merah atau merah tua maka larva tersebut terinfeksi oleh *Heterorhabditis* sp.) (Simoes dan Rosa, 1996).

Perhitungan Populasi Nematoda Entomopatogen. Populasi NEP dilakukan dengan cara tubuh larva *G. melonella* dibersihkan dengan menggunakan aquades dan disterilisasi menggunakan larutan Ringers. Kemudian dilakukan pembedahan tubuh larva dalam cawan petri yang berisi 10 ml aquades dengan menggunakan pinset dan gunting (masing-masing unit sampel). NEP dihitung dengan menggunakan mikroskop cahaya sehingga dapat diketahui populasi NEP yang masih aktif per petaknya.

Uji Bioassay Nematoda Entomopatogen Hasil Reisolasi. Uji bioassay dilakukan dengan cara mengisi 10 lubang kotak bioassay menggunakan pasir halus steril sebanyak 3/4 dari tinggi lubang, kemudian dimasukkan masing-masing 1 ekor larva *G. melonella* kedalam lubang tersebut dan diinokulasikan masing-masing sebanyak 100 JI/ml pada larva tersebut. Kemudian lubang ditutup menggunakan pasir halus steril hingga memenuhi lubang dan menginkubasi pada kondisi gelap. Pengamatan dilakukan selama 24 jam, 48 jam, dan 72 jam setelah inokulasi. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan Analisis Varian (Anova). Apabila antar perlakuan terdapat perbedaan nyata (signifikan) maka dilakukan Uji Kisaran Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Variabel pengamatan yang diamati dalam penelitian ini antara lain:

a. Populasi Nematoda Entomopatogen yang masih aktif/petak

Populasi NEP yang masih aktif dihitung menggunakan *counting dish*, dengan cara menjumlahkan populasi NEP yang ditemukan pada masing-masing unit sampel.

b. Mortalitas larva *G. melonella*

Jumlah larva *G. melonella* yang digunakan dalam uji Bioassay sebanyak 10 ekor. Mortalitas hama dihitung berdasarkan jumlah larva *G. melonella* yang mati. Adapun rumus perhitungan mortalitas:

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

HASIL

Persistensi Nematoda Entomopatogen adalah suatu kemampuan NEP untuk bertahan hidup atau persisten di dalam tanah serta masih mampu menyerang dan menimbulkan kematian pada serangga sasaran dalam kurun waktu tertentu (Sucipto, 2008). Tahapan pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan reisolasi NEP menggunakan metode *Baiting*. Dalam metode *Baiting*, diletakkan 10 ekor larva *Galleria melonella* pada masing-masing unit sampel tanah dalam gelas plastik. Setelah 7 hari, maka didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 1. Perbandingan Rata-rata Jumlah Larva Mati yang Terinfeksi oleh NEP pada Masing-masing Lahan

Lahan	Rata-rata Larva Mati Terinfeksi NEP
Padi	1.73 a
Kentang	1.93 a
Bawang Daun	2.15 a
Tebu	1.63 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama dalam setiap kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%.

Berdasarkan hasil analisis ragam (Tabel 1), maka dapat diketahui bahwa pada masing-masing sampel tanah ditemukan larva mati yang terinfeksi oleh Nematoda Entomopatogen (NEP). Jumlah larva mati yang terinfeksi oleh NEP pada masing-masing petak di berbagai lahan, baik sampel tanah yang diambil dari lahan pertanaman padi, kentang, bawang daun, maupun tebu hasilnya adalah tidak berbeda nyata.

Tabel 2. Perbandingan Rata-rata Jumlah Populasi NEP pada Masing-masing Lahan.

Sampel Tanah	Rata-rata Populasi NEP (ekor)
Padi	569.83 c
Kentang	914.5 b
Bawang Daun	1311.17 a
Tebu	359.00 d

Rata-rata populasi NEP yang diperoleh dari larva mati yang tertinggi sampai terendah adalah dimulai dari sampel tanah bawang daun, kentang, padi, dan tebu yaitu sebanyak 1311,17 ekor/4 m², 914,50 ekor/4 m², 569.83 ekor/4 m², dan 359.00 ekor/4 m² sampel tanah (Tabel 2). Hasil tersebut menunjukkan berbeda nyata pada masing-masing sampel tanah.

Tabel 3. Perbandingan Rata-rata Pengamatan Bioassay selama 72 jam.

Sampel Tanah	Mortalitas Larva <i>G. melonella</i> (%) setelah...		
	24 Jam	48 Jam	72 Jam
Padi	21.67 c	45.00 c	70.00 b
Kentang	53.33 b	70.00 b	100.00 a
Bawang Daun	71.67 a	91.67 a	100.00 a
Tebu	0.00 d	1.67 d	11.67 c

Tabel 3 menunjukkan bahwa pengamatan 24 jam setelah inokulasi mortalitas larva uji *G. melonella* antar lahan berbeda nyata. Hal ini juga terjadi pada pengamatan 48 jam dan 72 jam setelah inokulasi. Pada pengamatan 24 jam mortalitas larva pada hasil bioassay NEP dari sampel tanah bawang daun, kentang, padi, dan tebu yaitu sebesar 71,7%; 53,3% ; 21,7%; dan 0 %, sedangkan pada pengamatan 48 jam setelah inokulasi, mortalitas larva meningkat menjadi 91,67%, 70%, 45%, dan 1,67%, dan pada pengamatan 72 jam setelah aplikasi, mortalitas larva menjadi 100%, 70%, dan 11,7%.

PEMBAHASAN

Hasil pengamatan jumlah larva yang mati pada masing-masing hasil *Baiting* dari sampel tanah yang diambil pada setiap lahan adalah tidak berbeda nyata (Tabel 1), yang mana pada masing-masing lahan ditemukan larva yang mati akibat terinfeksi oleh Nematoda Entomopatogen (NEP). Menurut Sucipto (2008), NEP dapat ditemukan diberbagai lahan dibelahan bumi mana pun, mulai dari tanah pantai hingga pegunungan. Adanya perbedaan jumlah larva yang mati (terinfeksi oleh NEP) pada masing-masing unit sampel tentunya dikarenakan oleh perbedaan populasi NEP yang masih bertahan dan juga kemampuan dalam menyerang serangga sasaran, yang mana hal ini berkaitan dengan tingkat persistensi suatu populasi NEP disuatu wilayah tersebut.

Larva yang terinfeksi oleh NEP langsung dapat teridentifikasi secara visual, yaitu terlihat adanya perubahan pada bagian tubuh larva yang terinfeksi. Apabila warna tubuh larva berubah menjadi coklat kehitaman maka dipastikan bahwa larva tersebut terinfeksi oleh *Steinernema* sp., namun apabila ulat berwarna merah atau merah tua maka larva tersebut terinfeksi oleh *Heterorhabditis* sp., sedangkan serangga yang tidak terinfeksi akan kempes dan berwarna hitam (Simoes dan Rosa, 1996). Larva yang mati menunjukkan gejala visual terserang oleh NEP, antara lain terjadi perubahan warna tubuh larva dari kuning kemerahan menjadi merah hingga merah tua, tubuh larva menjadi lembek, dan ketika tubuh larva di bedah maka konstitusi jaringan tubuh larva menjadi lunak berair. Secara spesifik, perubahan warna tubuh larva dari kuning kemerahan menjadi merah hingga merah tua tersebut, maka dapat diidentifikasi bahwa larva-larva tersebut terserang oleh NEP dari golongan *Heterorhabditis* sp.

Populasi NEP dapat dihitung setelah dilakukannya pembedahan larva yang telah terinfeksi dibawah mikroskop cahaya. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa rata-rata populasi NEP antar lahan berbeda nyata. Secara umum perkembangbiakan NEP tersebut sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti keadaan suhu dan ketersediaan makanan (Ehler dan Peter, 1995). Menurut Kaya dan Gaugler (1993), suhu udara yang sesuai bagi kelangsungan hidup NEP berkisar antara $\pm 5,9^{\circ}\text{C}$ - $20,9^{\circ}\text{C}$, suhu tanah antara $\pm 4,5^{\circ}\text{C}$ - $20,1^{\circ}\text{C}$, dan kelembaban sekitar 70-80%. Dalam hal ini, suhu lingkungan pada lahan bawang daun dan lahan kentang di wilayah Sukapura (Probolinggo) berkisar antara $10-20^{\circ}\text{C}$, suhu lingkungan pada lahan padi di wilayah Mayang (Jember) berkisar antara $22-30^{\circ}\text{C}$, sedangkan suhu lingkungan

pada lahan tanaman tebu di wilayah Tanaman (Bondowoso) berkisar antara $24-32^{\circ}\text{C}$ (Badan Pusat Statistik, 2014). Perbedaan suhu lingkungan tersebut disebabkan oleh perbedaan ketinggian tempat dan juga tinggi curah hujan yang ada pada masing-masing daerah tersebut. Menurut Dinas Pengairan pada masing-masing daerah, curah hujan pada tahun 2014-2015 di Kecamatan Mayang (Jember) diperkirakan mencapai 206.67 mm/th , pada Kecamatan Sukapura (Probolinggo) mencapai $1940,05\text{ mm/th}$, dan pada Kecamatan Tamanan (Bondowoso) curah hujan mencapai hanya 145.51 mm/th . Terjadinya perbedaan kondisi lingkungan tersebut menjadikan populasi NEP pada masing-masing lahan menjadi berbeda nyata (Tabel 2). Sedangkan pada sampel tanah kentang dan bawang daun yang memiliki kondisi lingkungan yang sama, perbedaan populasi NEP yang nyata kemungkinan dapat disebabkan oleh ketersediaan bahan organik sebagai makanan dan keragaman populasi makhluk hidup dilingkungan sekitarnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan NEP dalam bertahan hidup pada suatu wilayah sangat bergantung pada kondisi lingkungan sekitar.

Aplikasi NEP pada lahan pertanian padi di Kecamatan Mayang (Jember) dilakukan pada bulan Juni tahun 2014 (10 bulan yang lalu), sedangkan pada lahan pertanian sayuran di Kecamatan Sukapura (Probolinggo) aplikasi dilakukan pada bulan Desember 2013 (16 bulan yang lalu), dan pada lahan tanaman tebu di Kecamatan Tamanan (Bondowoso) NEP diaplikasikan pada bulan April 2014 (12 bulan yang lalu). Menurut Susurluk dan Ehler (2008), *Heterorhabditis bacteriophora* mampu bertahan dan persisten di dalam tanah hingga lebih dari 23 bulan setelah aplikasi dalam kondisi lingkungan yang sesuai. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa jumlah larva *T. molitor* yang terserang oleh NEP pada lahan pertanian sayuran lebih tinggi jika dibandingkan dengan sampel tanah yang lain. Dalam hal ini, lama waktu aplikasi pada masing-masing lahan tidak mempunyai pengaruh yang besar bagi kelangsungan hidup nematoda di lapang. Hal ini juga diindikasikan oleh populasi NEP yang ditemukan pada tanaman sayuran lebih besar dibanding dengan populasi NEP yang ditemukan pada lahan tanaman padi dan tebu (Tabel 2).

Persistensi NEP dalam tanah merupakan suatu kemampuan NEP untuk bertahan hidup (persisten) didalam tanah serta masih mampu menyerang dan menimbulkan kematian pada serangga sasaran dalam kurun waktu tertentu (Sucipto, 2008). Hasil pengamatan uji Bioassay pada 72 jam inokulasi menunjukkan hasil yang berbeda nyata (Tabel 3). Rata-rata mortalitas atau kematian larva berupa *G. melonella* mencapai 100% untuk NEP yang telah direisolasi dari lahan tanaman kentang dan bawang daun, sedangkan mortalitas larva pada inokulasi NEP dari lahan tanaman padi mencapai 70%, dan mortalitas larva pada inokulasi NEP dari lahan tanaman tebu hanya mencapai 11,7%. Hal ini, kemungkinan besar diakibatkan oleh kondisi lingkungan yang kurang mendukung bagi kehidupan NEP dilahan tanaman tebu. Hasil Uji Bioassay tersebut menunjukkan bahwa NEP dari spesies *Heterorhabditis* sp. yang ditemukan pada lahan tanaman sayuran dan lahan tanaman padi masih mempunyai efektivitas yang tinggi dalam menyerang serangga uji berupa *G. melonella* setelah 10 bulan aplikasi. Sedangkan pada tanaman tebu, NEP yang telah ditemukan mempunyai efektivitas yang rendah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diperoleh beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Nematoda Entomopatogen dari spesies *Heterorhabditis* sp. dapat direisolasi dari lahan tanaman padi, sayuran, dan tebu setelah lebih dari 10 bulan aplikasi di lapang.
 2. Populasi NEP hasil reisolasi tertinggi ditemukan pada sampel tanah sayuran (bawang daun dan kentang) yaitu sebanyak 1311,17 ekor/4 m² dan 914,50 ekor/4 m², selanjutnya pada sampel tanah padi dan tebu yaitu sebanyak 569,83 ekor/4 m², dan 359,00 ekor/4 m².
 3. Patogenesitas NEP hasil reisolasi dari lahan tanaman sayuran mencapai 100%, sedangkan patogenesitas NEP dari lahan tanaman padi dan tebu mencapai 70% dan 11,7% setelah 72 jam setelah inokulasi.
- Sulistiyanto, D., 2009. Pengenalan NEP sebagai Agen Hayati Organisme Pengganggu tanaman yang Berwawasan Lingkungan. <https://didiksulistiyanto.wordpress.com/2009/02/12/pengenalan-nematoda-entomopatogen-sebagai-agensia-hayati-organisme-pengganggu-tanaman-yang-berwawasan-lingkungan/>. Diakses pada tanggal 13 Januari 2015.
- Susurluk, A., dan Ehler, R.U., 2008. Comparison of Some Characterization of Recovered from Soil and Newly Fermented Entomopathogenic Nematode, *Heterorhabditis bacteriophora*. *Biol. Environ. Sci*, 2(6): 65-71.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Kemenkeu yang telah mendanai riset ini yaitu melalui Riset Inovatif Produktif (RISPRO)-LPDP-Kemenkeu dengan Nomor Kontrak: PRJ-1963/LPDP/2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2014. *Jawa Timur dalam Angka 2014*. Surabaya: Badan Pusat Statistik Jawa Timur.
- Chaerani, M., 1996. *Nematoda Serangga*. Bogor: Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan Bogor.
- Ehler, R.U. dan A. Peter. 1995. *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control: Feasibility, Perspective, and Possible Risks*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kaya, H.K., dan Gaugler R., 1993. Entomopathogenic nematodes. *Annual Review of Entomology*. 38: 181-206.
- Prasetyo, Anang Budi. 2012. Nematoda Entomopatogen (NEP). <http://bpptiris.blogspot.com/2012/08/nematoda-entomopatogennep.html>. Di akses pada tanggal 13 Januari, 2015.
- Poinar, G. O. Jr., 1990. *Biology and Taxonomy of Steinernematidae and Heterorhabditidae*. In "Entomopathogenic Nematodes in Biological Control" (R. Gaugler and H.K. Kaya, Eds). Boca Raton: CRC Press.
- Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. 2000. *Sumber Daya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya*. Bogor. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Simoës, N., dan Rosa. 1996. Pathogenicity of the Complex *Steinernema carpocapsae*, *Xenorhabdus nematophilus*: Molecular Aspect Related with Virulence. *Biocontrol Science Technology*, 6: 403-411.
- Sucipto. 2008. Persistensi NEP *Heterorhabditis* (All Strain) Isolat Lokal Madura terhadap Pengendalian Rayap Tanah *Macrotermes* sp. (Isoptera: Termitidae) di Lapang. *Embriyo*, 5(2): 193-208.
- Sugiyanto. 2013. Nematoda Entomopatogen sebagai Agen Hayati Pengendali Hama Uret pada Tebu (*Lepidiotia stigma*). <http://sugiyanto009.blogspot.com/2013/05/perlindungan/berita-205-nematoda-entomopatogen-sebagai-agen-hayati-pengendali-hama-uret-tebu-lepidiota-stigma.html>. Diakses pada tanggal 12 Januari 2015.