BIOMETRIC
Journal of Biology Science and Biodiversity
Journal homepage:
http://jurnalsaintek.uinsby.ac.id/mhs/index.php/biometric/index

Pengembangan Nematoda Entomopatogen Sebagai Agens Pengendali Hayati Dan Uji Patogenesitas Terhadap Larva *Spodoptera litura*

Zulaihah[1], Saiku Rokhim[1], dan Esti Tyastirin[1], Presti Mardiyani[2], Erna Zahro'in[2]

[1]Biology, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya
[2]Biology, Faculty of Science and Technology, Pembimbing Praktek Kerja Lapangan (PKL)

Corresponding author: zulyikha36@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history
Reseacrh article

Keywords:
Entomopathogenic nematodes, mortality, *lethal concentration* (LC 50)

ABSTRACT

Entomopathogenic nematodes are one of the biological control agents of pests on plants by utilizing natural enemies of pests. Entomopathogenic nematodes are used as another alternative to reduce the use of chemical insecticides. The purpose of this study was to determine the value of Lethal Concentration (LC50) and population density of entomopathogenic nematodes that were effective in killing S. litura larvae. The methods used are in vivo and in vitro. The experimental design used was a completely randomized design (CRD) using five treatments with different concentrations of NEP (P0 (Control) = 0 IJ/ml, P1= 200 IJ/ml, P2= 400 IJ/ml, P3= 600 IJ /ml, P4 = 800 IJ/ml) each treatment was repeated 4 times. Parameters observed were larval mortality at 12 hours, 24 hours, 36 hours, 48 hours, 72 hours, 96 hours, 120 hours after application. While the data were analyzed by using SPSS 16.0 (significant degree 0.05%) and *Lethal Concentration* with probit analysis test. The results of the identification of sugarcane soil samples in Mojoagung District, Jombang Regency, obtained nematodes of the genus Steinernema. The mortality result of S. *litura* in treatment P2 = 400 IJ/ml showed the highest last observation (120 hours) compared to other treatments, namely 86.67%. The results of the NEP pathogenicity test showed that the Lethal Concentration (LC 50) value was 214 IJ/ml. It can be stated that in NEP isolates to kill 50% of S. *litura* larvae, a concentration of 214 IJ/ml is required.

© 2020 Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabya.

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara agraris yang sebagian besar penduduknya adalah petani. Indonseia dibandingkan dengan Negara Asia lainnya termasuk negara agraris terbesar ketiga setelah India dan China. Pertanian di Indonesia mempunyai pengaruh besar bagi perekonomian nasional. Saat ini hasil dari pertanian tidak lagi hanya untuk ekspor, tetapi juga

untuk memenuhi kebutuhan petani (Harun *et al*., 2019). Namun masyarakat dalam melakukan kegiatan pertanian sering mengalami masalah karena adanya serangan hama seperti ulat grayak (S. *litura*). Adanya hama tersebut mengakibatan petani mengalami kegagalan dan penurunan hasil produksi tanaman (Maulana *et al*., 2020).

Ulat grayak merupakan hama yang merugikan bagi petani. S. *litura* termasuk hama pada tanaman karena dapat memakan daun tanaman hingga menyebabkan daun berlobang. S. *litura* Hama ini mempunyai sifat *polyfag* (kisaran inang yang luas) sehingga dilaporkan dapat menyerang lebih dari 200 spesies tanaman diantaranya cabai, padi, jagung, kubis, tomat, kacang kedelai, kacang tanah, buncis, kentang, dan terun (Lestari *et al*., 2013). Petani dalam mengendalikan serangga umumnya masih menggunakan insektisida kimia, sehingga strain-strain baru yang bersifat resisten terbentuk semakin besar. Mengingat dampak negatif dari penggunaan insektisida kimia tersebut, maka diharapkan menggunakan alternatif lain. Salah satu alternatif yang kini dikembangkan adalah penggunaan agens pengendali hayati dengan memanfaatkan musuh alami hama seperti nematoda entomopatogen (Helmi *et al*., 2015).

Nematoda entomopatogen (NEP) merupakan nematoda yang mampu menginvasi serangga sehingga dapat berpotensi sebagai agens pengendali hayati serangga hama tanaman (Suyadi *et al*., 2017). NEP mempunyai beberapa kelebihan sebagai agens pengendali hayati diantaranya tidak menimbulkan dampak bagi hama bukan sasaran, tidak resisten, membunuh serangga dengan cepat, mempunyai kisaran inang yang luas, mudah dibiakkan baik secara *in vivo* maupun *in vitro*, mudah diperoleh, murah, dan aman bagi lingkungan (Qodiriyah *et al*., 2015).

Nematoda entomopatogen sebelumnya telah dilakukan penelitian Nugrohorini (2012) pada lahan kubis di Malang ditemukan populasi tinggi nematoda entomopatogen dari genus Steinernema dan Heterorhabditis. Hal ini dikarenakan kondisi tanah yang lembab dan remah, sehingga sesuai dengan habitat NEP. Pada penelitian ini nematoda entomopatogen diisolasi dari lahan tebu di Mojoagung Kabupaten Jombang. Mojoagung Kabupaten Jombang adalah salah satu kecamatan yang masyarakatnya sebagian besar bekerja sebagai petani. Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang termasuk daerah dataran rendah dengan lahan yang subur dan bertekstur remah dengan kelembapan yang cukup. Selain itu, berpotensi terhadap beberapa komoditi pertanian seperti jagung, padi, dan tebu (Maulana *et al*., 2020).

Berdasarkan hal tersebut maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai *Lethal Concentration* (LC50) dan kerapatan populasi nematoda entomopatogen yang efektif membunuh larva S. *litura*.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Nematoda Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Surabaya pada 25 Januari sampai 25 Februari 2021, dengan metode Konsentrasi perlakuan infektif Juvenil (IJ) yang digunakan terhadap larva S. *litura* sebanyak 5 kelompok, yaitu P0 (Kontrol) = 0 IJ/ml, P1= 200 IJ/ml, P2= 400 IJ/ml, P3= 600 IJ/ml, P4= 800 IJ/ml.

Parameter yang diamati adalah jumlah larva S. *litura* yang mati (mortalitas) pada 12 jam, 24 jam, 36 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam, 120 jam setelah aplikasi, dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Mortalitas Larva} = \frac{\Sigma \text{ larva mati}}{\Sigma \text{ larva semula}} \times 100\%$$

Data hasil pengamatan tersebut, kemudia dianalisis dengan menggunakan uji statistik SPSS 16.0 dengan derajat signifikan 0,05 %. Sedangkan untuk mengetahui *Lethal Concentration* data akan dilakukan menggunakan uji analisis probit.

Eksplorasi tanah

Sampel tanah diambil dari lahan tanah tebu di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang.Tanah diambil 5 titik secara diagonal disekitar perakaran tanaman tebu. Tanah dihomogenkan dan disimpan. Kelembapan tanah tetap dijaga dengan ditambahkan aquades

agar NEP yang berada dalam tanah tetap hidup selama penyimpanan.

Isolasi NEP dari tanah

Isolasi NEP menggunakan teknik pengumpanan. Larva umpan yang digunakan adalah S. *litura* yang sekaligus sebagai inang bagi NEP agar dapat keluar dan berkembang didalam tubuhnya. Larva umpan S. *litura* dimasukkan sebanyak 10 ekor kedalam kain tile. Sampel tanah jagung Kecamatan Mojoagung dimasukkan kedalam toples kaca sekitar 3/4. Kain tile berisi larva umpan dimasukkan kedalam toples kaca berisi tanah tersebut dan ditimbun dengan tanah. Setelah 7 hari larva yang telah mati diduga terinfeksi NEP dimasukkan kedalam cawan petri kecil. Selanjutnya dilakukan pemerangkapan NEP dengan white tripe menggunakan air sebagai media agar NEP dapat bermigrasi dan masuk kedalam air. Selanjutnya NEP diindentifikasi dengan melihat gejala perubahan warna pada kutikula larva.

Perbanyakan NEP Secara *in vivo*

Perbanyakan NEP secara *in vivo* dilakukan dengan metode *white trap*. Perbanyakan dilakukan dengan menginokulasikan isolat NEP pada S. *litura* yang telah dimasukkan ke dalam cawan petri kecil sebanyak 15 ekor, kemudian diinkubasi beberapa hari hingga ulat mati. Cawan petri kecil yang telah berisi perbanyakan NEP dimasukan ke dalam cawan petri besar dan ditambahkan aquadest kurang lebih 3/4 dari cawan besar. Penambahan air kedalam cawan pertri besar berfungsi agar NEP yang keluar dari tubuh larva turun masuk ke dalam air tersebut, dikarenakan NEP menyukai daerah yang lembab.

Perbanyakan NEP Secara *in vitro*

Sedangkan perbanyakan NEP secara *in vitro* menggunakan media buatan yaitu media *bedding* (spon). Media *bedding* merupakan media berbahan dasar spon dan tepung kedelai sebagai nutrisi bagi NEP. Perbanyakan dilakukan dengan memasukkan media *bedding* ked alam erlemeyer dan inokulasi bakteri simbion *Photorabdus* spp.. Selanjutnya diinokulasikan isolat NEP *Heterorhabditis* spp. Ke dalam media *bedding* dan diinkubasi selama 14 hari. Selama inkubasi dipastikan ruangan harus selalu dalam keadaan steril, sehingga dibutuhkan penyemprotan alkohol 70% untuk menghindari kontaminasi. Apabila telah terbentuk jala-jala pada dinding erlenmeyer. Jala-jala tersebut adalah sekelompok NEP *Heterorhabditis* spp. yang berkoloni, maka menandakan NEP telah berkembang dan pembiakan berhasil.

Uji patogenesitas NEP terhadap S. *litura*

Uji patogenesitas dilakukan dengan memasukkan S. *litura* sebanyak 15 ekor kedalam cawan petri kecil. Isolat NEP steinernema yang telah diperoleh diinokulasikan pada S. *litura* dengan konsentrasi yaitu P0 (kontrol) : 0 IJ/ml, P1 : 200 IJ/ml, P2 : 400 IJ/ml, P3 : 600 IJ/ml, P4 : 800 IJ/ml. Pada tiap kelompok perlakuan konsentrasi dilakukan sebanyak 4 kali ulangan. Larva S. *litura* diberi makan daun jarak kepyar agar larva mati bukan karena kelaparan namun terinfeksi oleh NEP. Pengamatan mortalitas S. *litura* dilakukan setiap 12, 24, 36, 48, 72, 96, 120 JSA (jam setelah aplikasi).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Nematoda Entomopatogen.

Pada penelitian sampel tanah dari lahan tanaman tebu di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang diperoleh nematoda entomopatogen genus steinernema. Identifikasi NEP dilakukan dengan melihat gejala kutikula atau perubahan yang terjadi pada larva umpan. Menurut Djamilah *et al*., (2010) bahwa larva yang telah terinfeksi oleh nematoda jenis *Steinernema* spp. menunjukkan adanya gejala yang timbul yakni pada bagian kutikula larva umpan yang mengalami perubahan warna menjadi coklat kehitaman dan semakin lama akan menghitam diseluruh tubuhnya. Gejala yang timbul tersebut disebabkan *Steinernema* spp. telah masuk ke dalam saluran pencernaan larva dan memakan bagian organ dalam serta dipercepat dengan adanya serangan bakeri simbion *Xhenorabdus* spp. dengan nematoda,

sehingga bagian organ dalam menjadi hancur. Selain itu, menurut Susanti (2016) jika diidentifikasi berdasarkan morfologi, NEP *Steinernema* spp. mempunyai ciri kepala halus dan tidak berkait.

Perbanyakan Nematoda Entomopatogen.

Populasi NEP yang diperoleh dari hasil perbanyakan secara *in vivo* sebesar 626,7 IJ/ml dan *in vitro* 32. 040 IJ/ml. Jumlah yang diperoleh termasuk sudah mencukupi untuk digunakan sebagai agens pengendali hayati. Pada hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Nugrohorini (2010) menyatakan bahwa larva P. *xylostells* instar III-IV sudah dapat mengalami kematian 50% dari pengaplikasian NEP dengan konsentrasi 4,52 JI/ml dan 12,5 JI/ml. Selain itu, Pengaplikasian NEP juga pernah dilakukan oleh Afifah *et al*., (2013) dengan hasil yang menunjukkan bahwa dengan konsentrasi 200 IJ/1.5 ml dapat menyebabkan kematian S. *litura* instar 3 dalam waktu 24 jam setelah aplikasi. Berdasarkan hal tersebut dapat dinyatakan bahwa populasi nematoda yang telah diperoleh dari hasil perbanyak sudah termasuk memenuhi jumlah populasi yang akan digunakan sebagai pengendalian hama tanaman.

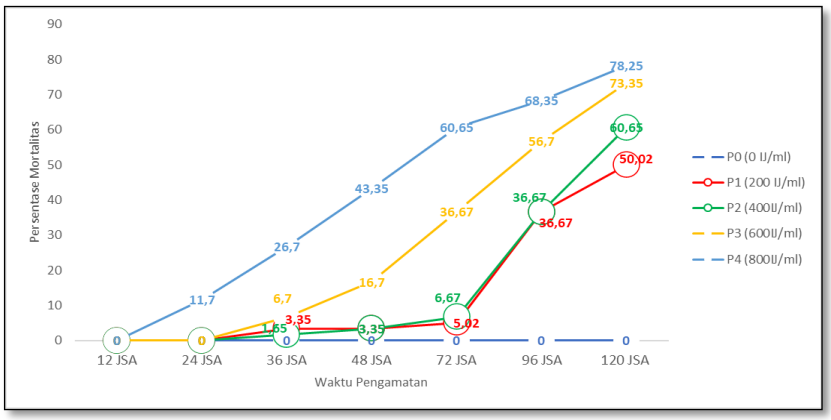
Tabel 1. Hasil perbanyakan NEP secara *in vivo* dan *in vitro*

Perbanyakan NEP	Rata-rata populasi NEP
In vivo	626,7 IJ/ml
In vitro	32. 040 IJ/ml

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2022)

Mortalitas Larva S. *litura*.

Berdasarkan hasil uji bahwa mortalitas S. *litura* pada 12 dan 24 jam belum terlihat, kecuali P4= 800 IJ/ml pada 24 jam yaitu 11%. Hal ini disebabkan NEP membutuhkan waktu untuk melakukan infeksi terhadap larva tersebut (Simanjuntak, 2017). Pada 48 sampai 120 jam mortalitas S. *litura* mengalami peningkatan semua selain pada perlakuan P0 (kontrol)= 0 IJ/ml, sedangkan perlakuan paling efektif adalah perlakuan P2= 400 IJ/ml. Pada perlakuan P2 = 400 IJ/ml menunjukkan hasil pengamatan terakhir (120 jam) menyebabkan mortalitas tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu 86,67%. Berdasarkan data yang diperoleh bahwa persentase mortalitas larva S. *litura* tidak sampai 100%, hal ini bisa disebabkan oleh faktor lingkungan didalam Laboratorium yang kurang mendukung seperti suhu dan kelembapan atau akibat dari perlakuan pada tahap persiapan maupun selama penelitian berlangsung (Sakti *et al*., 2018).



Gambar 1. Diagram mortalitas pengujuan uji patogenesitas NEP pada S. *litura* (Sumber: Dokemen Pribadi, 2022)
Keterangan JSA = jam setelah aplikasi

Perlakuan pemberian semua konsentrasi isolat Nematoda Entomopatogen (NEP) *Heterorhabditis* spp. pada larva S. *litura* menyebabkan penurunan daya makan. Pada 12 jam

setelah aplikasi daya makan larva masih tinggi, hal ini bisa disebabkan inokulasi NEP *Hetrorhabditis* spp. belum masuk kedalam tubuh larva S. *litura*. Sedangkan setelah aplikasi daya makan larva sudah mulai menurun. Daya makan larva dipengaruhi oleh konsentrasi NEP yang dinokulasikan, karena semakin tinggi konsentrasi NEP yang diinokulasikan semakin rendah pula daya makan larva tersebut. Hal ini dapat terjadi karena semakin banyak nematoda yang masuk kedalam tubuh larva akan dapat melemahkan larva dengan cepat. Penurunan daya makan larva yang diakibatkan perlakuan oleh setiap konsentrasi NEP berbanding tebalik dengan kontrol (Djamilah *et al*., 2010).

Berdasarkan hasil uji patogensitas diperoleh rata-rata setiap perlakuan pemberian konsentrasi menunjukkan hasil yang berbeda, dimana pada setiap peningkatan kosentrasi perlakuan terdapat peningkatan nilai rata-rata pula. Nilai P-*Value* interaksi menunjukkan 0.000, nilai tersebut di bawah 0.05, sehingga dapat dinyatakan bahwa ada interaksi antara perlakuan pemberian konsentrasi dan waktu terhadap mortalitas S. *litura*.

Tabel 2. Rata-rata Persentase Mortalitas Larva S. *litura*

Perlakuan	**Rata-Rata Persentase Mortalitas Larva**							**P-*Value***
	12 JSA	**24 JSA**	**36 JSA**	**48 JSA**	**72 JSA**	**96 JSA**	**120 JSA**	
P0 (0 IJ/ml)	0	0	0	0	0	0	0	
P1 (200IJ/ml)	0	0	3.35	3.35	5.02	36.67	50.02	
P2 (400IJ/ml)	0	0	1.67	3.35	6.67	33.35	86.67	0.000
P3 (600IJ/ml)	0	0	6.70	16.70	36.67	56.70	73.35	
P4 (800IJ/ml)	0	11.70	26.70	43.35	60.65	68.35	78.25	

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2022)

Mekanisme mortalitas nematoda entomopatogen diawali dengan terjadinya penetrasi nematoda kedalam tubuh larva S. *litura*. Menurut Farman (2012) dalam Rahardjo *et al*., (2014) bahwa juvenil infektif *Heterorhabditis* spp. masuk pada tubuh larva S. *litura* melalui lubang-lubang alami dan dinding tubuh. Nematoda *Heterorhabditis* spp. masuk ke hemocoel serangga inang dengan cara merobek kutikula membran intersegmental. Juvenil infektif *Heterorhabditis* spp. melepaskan sel-sel bakteri simbiotik dari ususnya dan memperbanyak diri didalam hemolimfa. Kemudian nematoda *Heterorhabditis* spp. berkembang dua sampai 3 generasi hingga sumber makanan habis dan akan keluar dari cadaver larva S. *litura*. Nematoda *Heterorhabditis* spp. dapat bertahan hidup selama beberapa bulan tanpa makan.

Larva S. *litura* yang telah terinfeksi oleh NEP *Heterorhabditis* spp. menunjukkan beberapa gejala perubahan diantaranya daya makan semakin berkurang, gerakan larva lambat atau tidak aktif, larva tidak merespon (lemas) jika disentuh, tubuh lembek, terjadi perubahan warna, dan tubuh larva mudah hancur serta berbau busuk(Djamilah *et al*., 2010). Menurut Ashari *et al*., (2013) meningkatnya mortalitas (kematian) larva S. *litura* dikarenakan NEP yang samakin berkembang banyak dengan penyebaran bakteri simbion lebih cepat. Apabila bakteri telah sampai pada haemocoel akan mempercepat kematian pada serangga inang. Berdasarkan uji normalitas terdapat perlakuan yang tidak terdistribusi normal, sehingga dilakukan uji *Kruskal-wallis*. Pada uji *Kruskal-wallis* diperoleh nilai P<0,05 maka dapat dinyatakan terdapat pengaruh signifikan antara perlakuan kontrol dan penambahan konsentrasi nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. terhadap S. *litura*. Selanjutnya untuk mengetahui letak suatu perbedaan antar perlakuan dilakukan uji *Mann whitney*.

Tabel 3. Hasil uji *Mann whitney* NEP terhadap S. *litura*

	Nilai mean mortalitas larva S. *litura*				
	P0	P1	P2	P3	P4
Isolat NEP	0.00 ± 0.00^{a}	$7{,}50\pm7{,}550^{b}$	$13{,}00\pm1{,}414^{b}$	$11{,}00\pm2{,}288^{b}$	$11{,}75\pm3{,}202^{b}$

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2022)

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh dalam uji *Mann whitney* (tabel 3) menunjukkan bahwa perlakuan dengan konsentrasi NEP Steinernema mampu mempengaruhi dan menyebabkan mortalitas S. *litura* sehingga menghasilkan perlakuan yang signifikan terhadap perlakuan kontrol.

Uji Patogenesitas Nematoda Entomopatogen.

Hasil uji patogenesitas NEP menggunakan analisis probit menunjukkan konsentrasi 214 IJ/ml dapat menimbulkan mortalitas (kematian) 50% dari populasi larva S. *litura*. Hal ini menunjukkan bahwa pada isolat NEP dapat membunuh 50% larva S. *litura* diperlukan konsentrasi sebesar 214 IJ/ml. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Manan dan Agus, 2009) pada NEP isolat Makassar dengan hasil nilai LC 50 389,063 IJ/ml. Hasil nilai LC 50 yang telah diperoleh tersebut juga disebabkan oleh beberapa faktor yang terdiri dari suhu, ph, cahaya, dan persaingan nematoda dalam memperoleh makanan dan tempat tinggal (Paster *et al*., 2018).

Tabel 4. *Lethal Concentration* (LC 50)

Hasil LC50	Nilai R square	Nilai Mortalitas Larva
214 IJ/ml	0.979	Y= 1,949x+0,059

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2022)

Penentuan konsentrasi optimal (LC 50) pada nematoda bertujuan agar nematoda efektif mengendalikan hama. Apabila konsentrasi nematoda melebihi jumlah konsentrasi tertentu, maka diduga akan dapat menyebabkan terjadinya kompetisi antar NEP (Nugrohorini, 2010). Dugaan mengenai pengaruh konsentrasi nematoda yang melebihi batas optimal juga telah dilaporakan oleh (Kaya dan Hoppenhofer, 1996) bahwa apabila konsentrasi nematoda yang digunakan melebihi batas optimal, akan menyebabkan terjadinya kompetisi antar nematoda baik dalam hal makanan maupun tempat tinggal. Kompetisi tersebut dapat menyebabkan nematoda kurang efektif jika diaplikasikan melebihi batas konsentrasi optimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian diperoleh populasi NEP lahan tebu Mojoagung Kabupaten Jombang cukup tinggi dan berasal dari genus Steinernema. Pada nilai LC50 nematoda entomopatogen yang mengakibatkan kematian sebesar 50% larva S. *litura* yaitu pada konsentrasi 214 IJ/ml. Konsentrasi 400 IJ/ml efektif menyebabkan mortalitas tertinggi larva S. *litura* sebesar 86.67% dalam waktu 120 jam setelah aplikasi.

DAFTAR PUSTAKA

Afifah, L., Rahardjo, Bambang T., & Hagus Tarno. (2013). Eksplorasi Nematoda Entomopatogen pada Lahan Tanaman Jagung, Kedelai dan Kubis di Malang serta Virulensinya terhadap *Spodoptera Litura* Fabricius. *Jurnal HPT*, 1(2) : 2.

Ashari, M. Hasyam, Panggeso, J., & Burhanuddin Nasir. (2013). Patogenisitas Nematoda Entomopatogen *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp. terhadap Hama Bawang Merah *Spodoptera exigua* Hubner. *J. Agroland*, 19(3) : 176 – 182.

Djamilah, N., & Muhammad Rosi. (2010). Isolasi *Steinernema* dari Tanah Pertanaman Jagung di Bengkulu Bagian Selatan dan Patogenesitasnya terhadap *Spodoptera litura* F. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia*, 12(1): 34-39.

Farman, A., (2012). Cold tolerance mechanisms of entomopathogenic nematodes. *Thesis*. University of Otago. New Zealand.

Harun, Sofyan Ade M., Pradhipta, Mochammad I., & Umar Achmad. (2019). Perubahan

Sosial Masyarakat Akibat Penurunan Kualitas Padi Di Desa Wonojati Kecamatan Jenggawah Kabupaten Jember. *Journal on Socio-Economics of Agriculture and Agribusiness*, 13(1) : 39-50.

Helmi. S., Didik, & Purwatiningsih. (2015). Aplikasi Agen Pengendali Hayati terhadap Populasi Hama (*Plutella xylostella* Linn. dan C. *pavonana* Zell.) dan Musuh Alaminya pada Tanaman Kubis di Desa Kalibaru Kulon, Kab. Banyuwangi. *Jurnal ILMU DASAR*, 16(2) : 55 – 62

Kaya, H.K, & Koppenhofer, A.M. (1996). Effect of Microbial and Other Antagonistic Organism and Competition on Entomopathogenic nematodes. *Biocontrol Science and Technology*, 357-371.

Lestari, S., Ambarningrum, Trisnowati B., & Hery Pratiknyo. (2013). Tabel Hidup Spodoptera litura Fabr. dengan Pemberian Pakan Buatan yang Berbeda. *JSV*, 31(2) : 166-179.

Manan, A., & Agus Syanto. (2009). Kemampuan Isolat Lokal Nematoda Entomopatogen *Steinernema carpocapsae* Poinar untuk pengendalian Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) pada Tanaman Kubis. *Jurnal Pembangunan Pedesaan*, 9(1) : 35-42.

Maulana, Agna W., Rochdiani, D., & Sudrajat. (2020). Analisi Agro Industri Tahu. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa AGROINFO GALUH*, 7(1) : 237 – 243.

Nugrohorini, & Wiwin Windriyanti. (2010). *Formulasi Biopestisida Nematoda Entomopatogen Isolat Lokal serta Toksisitasnya pada Hama Tanaman Kedelai* (*Spodoptera* sp.). Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan Hasil Masyarakat, Surabaya.

Paster, A., Hendarti, I., & Ramadhan, H. (2018). Uji Patogenisitas Nematoda Patogen Serangga (*Steinernema carpocapsae*) Dari Tanah Gambut Terhadap Rayap Tanah (*Coptotermes curvignathus*). *Perkebunan Dan Lahan Tropika*, 8(2): 45–53.

Qodiriyah. Sulistyanto, D., & Purwatiningsih. (2015). Agens Pengendali Hayati Nematoda Entomopatogen *Heterorhabditis* sp. dan *Steinernema* sp. Sebagai Pengendali Hama Rayap Tanah *Coptotermes* sp. dan *Microtermes* sp. di Kabupaten Lumajang. *Jurnal ILMU DASAR*, 16(1): 43-48.

Rahardjo, Bambang T., Tarno, H., & Liza Afifah. (2014). Efikasi Nematoda Entomopatogen *Heterorhabditis* sp. Isolat Lokal terhadap Diamond Back Moth *Plutella xylostella. Jurnal HPT*, 2(2) : 5.

Ramadhan, Raden Arif M., Puspasari, Lindung T., Meliansyah, R., Maharani. Rani, Yusup, H., dan Danar D. (2016). Bioaktivitas Formulasi Minyak Biji Azadirachta indica (A. Juss) terhadap *Spodoptera litura* F. *Jurnal Agrikultura*, 27(1): 1-8.

Razak, TA., T Santhakumar., K Mageswari., & S Santhi. (2014) . Studies on efficacy of certain neem products against *Spodoptera litura* (Fab.). *J Biopest*, 7 :160-163.

Sakti, Y., Wijayanti, R., & Sholahuddin. (2018). Efektivitas Ekstrak Daun Beluntas (Pluchea indica) terhadap Mortalitas Ulat Kubis Plutella xylostella. *Agrotech Res J*, 2(2) : 74-79.

Subagiya, (2005). Pengendalian hayati dengan nematoda entomogenus Steinernema carpocapsae strain lokal terhadap hamaCrocidolomia binotalis di Tawangmangu.

Agrosain, 7(1) :34-39.

Sulistiyanto, D. (2008). *Keselarasan dalam Pemanfaatan dan Pengelolaan Hama Terpadu dengan Memanfaatkan Agensi Hayati, Nematoda Entomopatogen dalam Menunjang Sistem Pertanian Berkelanjutan*. Pidato Ilmiah.

Susanti, Dwi. (2016). Keefektifan Nematoda Entomopatogen *Heterorhabditis* sp dan Cendawan *Metharizium anisopliae* pada Mortalitas Larva *Oryctes rhinoceros* L. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang, Semarang.

Suyadi., Rosfiansya., Nurdiana, J., Suryadi, A., Sopialena., & S. Waluyo. (2017). *Studi Genera Nematoda Entomopatogen Pada Lahan Lebak Padi Sawah (Oryza sativa) Di Kecamatan Muara Wis Kabuoaten Kutai Kartanegara*. Konferensi Antarabangsa Islam Borneo Ke-10