

Conference Paper

Patogenesitas Nematoda Entomopatogen (NEP) Hasil Perbanyakannya Secara *In Vitro* Menggunakan Media Kuning Telur Terhadap Ulat Sawi *Plutella xylostella*

Pathogenicity of Entomopathogenic Nematodes (NEP) Results of In Vitro Propagation Using Egg Yolk Media Against Mustard Caterpillar Plutella xylostella

Mohamad Hipti*, Wiludjeng Widajati, Sri Wiyatiningsih, Ramadhani Mahendra Kusuma

Agrotechnology Study Program, Agriculture Faculty, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya 60294, Indonesia

*Corresponding author:
E-mail: Hipti98@gmail.com

ABSTRAK

Penurunan produksi tanaman sawi tidak lepas dari adanya serangan hama dan penyakit tanaman, salah satunya *Plutella xylostella*. Hasil panen tanaman sawi menurun hingga 30-40% akibat serangan hama ini, bahkan dibeberapa pertanaman ditemukan mengalami gagal panen. Umumnya di masyarakat, hama ulat ini dikendalikan menggunakan pestisida kimia. Namun penggunaan pestisida kimia yang tidak tepat dapat berdampak pada timbulnya pencemaran lingkungan dan memicu terjadinya gangguan kesehatan pada manusia, sehingga diperlukan pengendalian secara biologi. Salah satunya adalah nematoda entomopatogen (NEP). Kelebihan Nematoda adalah ramah bagi lingkungan serta cepat dalam melumpuhkan inangnya, namun pada perbanyakannya nematoda entomopatogen menemui banyak kendala, sehingga diperlukan penelitian tentang alternatif tersebut. Berdasarkan hal tersebut dilakukan penelitian untuk mengetahui daya patogenesitas Nematoda entomopatogen hasil kembangbiakan media kuning telur terhadap larva *Plutella xylostella* sehingga dapat dikembangkan sebagai Biokontrol yang efektif. Uji Patogenesitas terhadap larva *Plutella xylostella* dilakukan menggunakan 9 perlakuan yang ditempatkan dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam 4 hari pengamatan, keempat isolat bakteri memiliki kemampuan yang sama dalam mematikan larva *Plutella xylostella* dengan persentase tertinggi 100% dan terendah 76,7 %.

Kata Kunci: Nematoda Entomopatogen, patogenesitas, *Plutella xylostella*

ABSTRACT

Decreased mustard plant production is inseparable from the presence of plant pests and disease, one of which is Plutella xylostella. This pest can reduce the yield by 30-40%, even in some cases found to experience crop failure. Generally, in the community, controlling pests is using chemical pesticides. However, excessive use of chemical pesticides harms the environment and triggers health problems in humans, So, biological control is needed. One of them is an entomopathogenic nematode (NEP). Advantages Nematodes are environmentally friendly and are fast in crippling their host, but the multiplication of entomopathogenic nematodes encounters many obstacles, so research on these alternatives is needed. This research was carried out to determine the pathogenicity of entomopathogenic Nematodes cultured from the egg yolk media on Plutella xylostella larvae, then developed as an effective

How to cite:

Hipti, M., Widajati, W., Wiyatiningsih, S., & Kusuma, R. M. (2021). Pathogenicity of Entomopathogenic Nematodes (NEP) results of in vitro propagation using egg yolk media against mustard caterpillar *Plutella xylostella*. *Sains dan Teknologi Pertanian Modern*. NST Proceedings. pages 55-62. doi: 10.11594/ nstp.2021.1509

biocontrol. The pathogenicity test for Plutella xylostella larvae was performed using nine treatments placed in a factorial Completely Randomized Design (CRD) with each treatment repeated three times. The study indicate that the four bacterial isolates had the same ability to kill Plutella xylostella larvae during four days of observation, with the greatest percentage of 100 percent and the lowest percentage of 76.7 percent.

Keywords: Entomopathogenic nematodes, pathogenicity, Plutella xylostella

Pendahuluan

Produksi tanaman sawi menurut Badan Pusat Statistik (2016) mengalami penurunan pada tahun 2015 produksi sawi mencapai 10,23 Ton/Ha dan pada tahun 2016 8,92 Ton/Ha penurunan produksi tanaman sawi tidak lepas dari adanya organisme pengganggu tanaman (OPT) salah satunya *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) yang juga disebut sebagai *the diamondback moth* (DBM) (Nadia *et al.*, 2012). Hama ini dapat menurunkan hasil panen 30-40%, bahkan diberberapa kasus ditemukan sampai mengalami gagal panen. Umumnya di masyarakat dalam mengendalikan hama adalah dengan menggunakan pestisida kimia, konsekuensi serius dari penggunaan pestisida kimia secara berlebihan berdampak pada resistensi hama, peningkatan biaya pengendalian hama, dan residu yang berbahaya bagi lingkungan serta dapat memicu terjadinya gangguan kesehatan pada manusia (Li *et al.*, 2012; Liu *et al.*, 2014). Pengendalian hama berbasis ekologi dengan menggunakan agen biologis diperlukan untuk mengatasi dampak negatif dari penggunaan pestisida kimia.

Nematoda entomopatogen (NEP) merupakan salah satu agen biokontrol yang dapat dimanfaatkan. Nematoda entomopatogen merupakan nematoda endoparasit yang dapat menekan populasi serangga hama secara alami (Binda-Rossetti *et al.*, 2016). Sulistyanto (2013) mengemukakan bahwa pemanfaatan nematoda entomopatogen sebagai agensia pengendali hayati memiliki banyak keunggulan diantaranya yaitu dapat menyebabkan tingkat kematian yang tinggi terhadap inangnya dan dapat membunuh inangnya dalam waktu 24-48 jam. Jenis nematoda yang sering diaplikasikan sebagai agen biokontrol berasal dari famili Heterorhabditidae dan Steinernematidae karena memiliki spektrum inang yang luas (Gaugler *et al.*, 1997). Genera Heterorhabditis spp. dan Steinernema spp. dapat bersimbiosis dengan bakteri. *Heterorhabditis* sp. dapat bersimbiosis dengan bakteri *Xenorhabdus*, sedangkan Steinernema spp. dengan bakteri *Photorhabdus*. (Kaya & Gaugler, 1993). Nematoda memiliki tiga jenis hubungan parasit dengan serangga, diantaranya parasit fakultatif, parasit monoxenous, dan NEP (Lewis & Clarck, 2012). Nematoda sebagai parasit fakultatif yang memiliki hubungan parasit dengan inang, tetapi juga dapat hidup dan berkembang biak secara mandiri ketika inang tidak ada. NEP mampu menembus kutikula serangga dan melepaskan bakteri simbiotiknya kedalam hemolimfa inang sehingga dapat menyebabkan gangguan aktivitas metabolisme hingga kematian pada serangga inang (Li *et al.*, 2007). NEP dapat diperoleh melalui isolasi dari tanah, namun memerlukan ketrampilan khusus dan waktu yang cukup lama (Indriyanti dkk, 2015).

Teknik perbanyak nematoda entomopatogen yaitu dengan cara *in vitro* dan *in vivo* sudah banyak dikembangkan (Shapiro-Ilan dkk, 2012; Uhan, 2008). Perbanyak NEP secara *in vivo* sangat sederhana dan menghasilkan nematoda berkualitas tinggi namun membutuhkan tenaga dan biaya yang cukup tinggi. Sedangkan perbanyak secara *in vitro* hanya membutuhkan biaya produksi yang lebih rendah, dengan menyediakan media buatan yang kaya nutrisi dan oksigen yang cukup (Baimey *et al.*, 2017). Salah satu perbanyak *in vivo* adalah dengan mengguakan ulat *Galeria melonella* (L) (Indriyanti dkk, 2015). Perbanyak NEP secara *in vivo* melalui inokulasi pada serangga inang secara massal dihadapkan pada beberapa kendala, diantaranya preparasi sampel larva serangga yang digunakan sebagai inang memerlukan waktu yang lama. Disamping itu, penggunaan media buatan dalam perbanyak NEP secara *in vitro* membutuhkan biaya yang mahal, sehingga perlu dilakukan pengembangan media biakan alternatif dari bahan alami untuk menekan biaya perbanyak. Selama ini pembiakan NEP masih terbatas menggunakan cara *in vivo* yaitu menggunakan larva serangga inang. Serangga inang yang umumnya digunakan sebagai

media perbanyak yaitu ulat hongkong (*Tenebrio molitor*), ulat bambu (*Galeria melonella*), dan ulat jagung (*Helicoverpa armigera*) (Kamariah dkk, 2013).

Ketergantungan pada stok serangga inang menjadi kendala dalam pembiakan secara *in vivo*. Oleh sebab itu perlu dicari media alternatif pengembangbiakan NEP secara *in vitro* dengan biaya murah dan mudah diaplikasikan untuk pengembangbiakan NEP. Shapiro dan Gaugler (2002) mengemukakan bahwa media perbanyak NEP harus memenuhi kebutuhan nutrisi pertumbuhan nematoda dan bakteri yang meliputi protein, karbohidrat, dan lemak. Bahan yang mudah dijumpai dan mengandung karbohidrat, protein dan lemak tinggi adalah kuning telur. Haryani (2014) mengemukakan perbanyak nematoda menggunakan kuning telur memiliki kepadatan populasi tertinggi yaitu 7.236 infeksiif juvenil (IJ) per ml dibandingkan dengan media alternatif lain seperti ekstrak yeast dan usus ayam. Sehingga penelitian mengenai media perbanyak alternatif NEP yang efektif dan efisien serta pengaruhnya terhadap mortalitas hama perlu dilakukan.

Bahan dan Metode

Isolasi nematoda entomopatogen

Sampel tanah diperoleh di daerah Desa Tulungrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu pada kedalaman 20 cm, dengan lima kali pengulangan dan jarak pengambilan sebesar 25 meter (Nugrohorini, 2010). Isolasi nematoda dilakukan dengan memasukkan 10 ekor larva serangga inang yaitu *Tenebrio molitor* (ulat hongkong) pada 200 gr sampel tanah yang telah terkomposit dalam gelas plastik. Setelah larva *T. molitor* mengalami kematian, selanjutnya ekstraksi nematoda dilakukan menggunakan metode *White Trap* pada cawan petri. Metode isolasi yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada metode *insect baiting* yang dilakukan oleh Bedding (1981), yaitu dengan cara larva serangga inang dimasukkan dalam tanah (200 gr per *baiting*) kemudian larva *T. molitor* yang mati dibilas menggunakan aquades, lalu di pindahkan ke tempat perangkap nematoda (*white trap*). Ekstraksi nematoda dilakukan dengan meletakkan ulat hongkong diatas kertas saring pada cawan petri yang berisi tutup botol air mineral (30 x 5 mm) kemudian di isi dengan aquades yang sudah disterilkan hingga menyentuh kertas saring. Inkubasi *white trap* dilakukan pada suhu ruang. Setelah 14 hari masa inkubasi, infeksiif juvenil nematoda yang tumbuh pada larva *T. molitor* keluar dan bermigrasi ke dalam air. Warna kulit pada ulat hongkong yang terdapat dalam *white trap* akan luruh bersama air dan \pm dua minggu setelahnya dapat dilakukan pemanenan nematoda. Pengamatan nematoda yang berada di air dalam *white trap* dilakukan menggunakan mikroskop dengan pembesaran 40x. Hasil *baiting* nematoda ini digunakan untuk perbanyak pada media kuning telur.

Isolasi nematoda entomopatogen

Identifikasi famili NEP dilakukan melalui pengamatan gejala serangan pada larva *P. xylostella* sebagai serangga inang. Pengamatan serangga inang bertujuan untuk melihat gejala serangan yang disebabkan oleh nematoda parasit serangga yang dapat dilihat dari adanya perubahan warna pada bagian kutikula. Apabila pada bagian tubuh serangga mengalami perubahan warna kemerahan, maka serangga tersebut terinfeksi Heterorhabditidae, dan apabila mengalami perubahan warna hitam kecoklatan/caramel maka terinfeksi oleh Steinernematidae (Nugrohorini, 2010). Hal ini dapat terjadi akibat adanya reaksi bakteri simbiosis, *Photorhabdus* spp. atau *Xenorhabdus* spp. yang dikeluarkan nematoda saat berada didalam tubuh serangga inang. Uji identifikasi ini dilakukan dengan menginokulasikan nematoda entomopatogen pada fase juvenil infeksiif yang terdapat dalam ulat/larva tersebut dan ditempatkan dalam suhu ruang selama 24-48 jam. Kemudian dilakukan identifikasi secara morfologis dengan mengamati bentuk kepala, bagian tubuh, kait bagian kepala dan striasi longitudinal dalam tubuh nematoda menggunakan mikroskop binokuler pada perbesaran 40x (Nugrohorini, 2010).

Pembiakan NEP menggunakan Media Kuning Telur

Telur yang digunakan sebagai media biakan NEP adalah telur ayam broiler yang bagian kuning telurnya dipisahkan dari bagian lainnya. Kuning telur ditimbang dengan berat masing masing 20 gr (A1), 40 gr (A2) dan 60 gr (A3) kemudian ditambahkan agar 0,2 gr dan kaldu jamur 30 ml sebagai perlakuan untuk dibandingkan kesesuaiannya dalam membiakan NEP. Selanjutnya, media diserapkan kedalam potongan spon berukuran 6x1 cm di dalam 3 botol kaca pada masing-masing perlakuan. Setelah itu botol dan media yang telah tersuspensi di sterilkan dengan autoklaf pada tekanan 1,5 atm dan suhu 121°C selama 2 jam. Selanjutnya media dan botol disterilkan dan di inokulasi dengan stok jumlah NEP awal sebesar 1200 IJ/ml. Jumlah populasi NEP awal ditemukan dari pembiakan secara *in vivo* menggunakan *white trap*. Setelah itu diinkubasikan dalam temperatur ruang $\pm 25^{\circ}\text{C}$ selama 14 hari (Nugrohorini, 2010). Pemanenan NEP dilakukan dengan mengeluarkan spon yang telah ditumbuhi NEP dari botol dan di letakan di dalam *beaker glass* 1000 ml. kemudian spon diremas perlahan-lahan selanjutnya di saring menggunakan saringan nematoda. Hasil dari saringan kemudian di simpan lemari dingin dengan suhu 18°C.

Uji patogenesis nematoda entomopatogen pada larva *Plutella xylostella*.

Hama *P. xylostella* instar II diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas) Malang, kemudian dibiakan dalam toples plastik dengan penutup berupa kain kasa. Pemberian makan berupa daun sawi dan larva dipelihara sampai dengan larva instar III. Sebelum uji patogenesis dilakukan, terlebih dahulu menyiapkan botol uji sebanyak 24 buah yang dilapisi oleh kassa steril. Sawi sebanyak 1 gr sebagai pakan larva diberikan setiap hari selama 4 hari pada botol uji (Fadhilah, 2011). Kemudian masing - masing botol uji diisi dengan 10 larva *P. xylostella* instar III. Aplikasi NEP dilakukan dengan metode tetes dengan konsentrasi 200 (P1), 400 (P2), 800 (P3) IJ/ml kemudian botol uji ditutup dengan kain berwarna hitam. Perhitungan populasi NEP dilakukan menggunakan rumus Afifah dkk (2013) sebagai berikut:

$$P = \frac{p1 + p2 + p3 + p4 + p5}{n}$$

Keterangan:

P : Populasi NEP per ml (IJ/ml)
 p1-p5 : Sub contoh pengambilan NEP (IJ/ml)
 n : Ulangan

Setelah didapatkan jumlah populasinya maka dihitung dengan rumus:

$$X = \frac{P}{x}$$

X: Konsentrasi yang digunakan
 P: Populasi NEP per ml (IJ/ml)
 x: Populasi NEP yang diinginkan (IJ/ml)

Untuk mengetahui patogenesis NEP pada serangga dapat dihitung dengan menggunakan rumus mortalitas (Afifah, Rahardjo, & Tarno. 2013):

$$\text{Mortalitas} = \frac{\sum(\text{Serangga Mati})}{\sum(\text{Serangga uji})} \times 100 \%$$

Penelitian ini tersusun dari lima perlakuan dengan tiga kali ulangan pada setiap perlakuan yang tertuang dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL). Apabila data patogenesis hasil uji Anova signifikan yaitu F hitung lebih besar dari F tabel, maka akan dilakukan uji lanjut BNJ 5%.

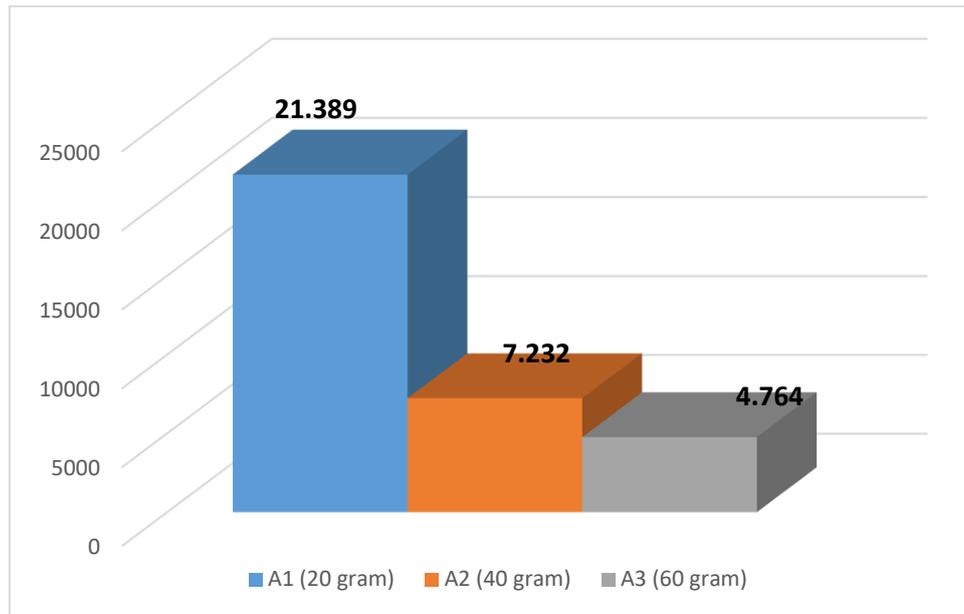
Hasil dan Pembahasan

Hasil identifikasi Nematoda Entomopatogen dengan menggunakan serangga inang berupa larva *P. xylostella* diperoleh NEP dengan ciri-ciri larva yang terinfeksi mengalami penurunan aktivitas seperti penurunan gerak dan kemudian mati. Larva serangga inang yang mati menjadi lunak dan menunjukkan perubahan warna kutikula menjadi coklat karamel kehitaman (Gambar 1.). Kematian larva dengan gejala yang ditunjukkan tersebut selaras dengan hasil penelitian Afifah dkk (2013) yang menunjukkan bahwa larva yang terinfeksi oleh NEP *Steinernema* sp. tubuhnya kaku dan terjadi perubahan warna pada kutikula dengan struktur jaringan menjadi lunak, meskipun bentuk tubuh larva tetap utuh dan tidak berbau busuk.



Gambar 1. Identifikasi family NEP menggunakan metode uji perubahan warna serangga inang akibat serangan NEP fase juvenil infeksi. Gejala serangan NEP pada larva *P. xylostella* menunjukkan perubahan warna hitam kecoklatan/caramel pada kutikula (A). Hasil identifikasi morfologis NEP secara mikroskopis (B).

Perkembangbiakan NEP pada media kuning telur pada perlakuan A1 (Gambar 2.) mengalami pertumbuhan populasi yang paling tinggi yaitu sejumlah 21.389 IJ dibandingkan dengan perlakuan A2 dengan jumlah populasi 7.232 IJ dan A3 sejumlah 4.764. Hal ini disebabkan karena kondisi lingkungan pada perlakuan A2 dan A3 kurang sesuai dengan pertumbuhan nematoda entomopatogen. Pada perlakuan A2 dan A3 terdapat sisa media pada bagian bawah medium sehingga menciptakan kondisi lingkungan yang kurang sesuai dengan NEP. Kondisi lingkungan pada A2 dan A3 menghambat perkembangbiakan NEP dibandingkan dengan A1 yang memiliki aerasi yang cukup sehingga NEP dapat berkembangbiak dengan cukup baik. Selain kebutuhan nutrisi NEP seperti karbohidrat, protein dan lemak, kondisi aerasi juga harus diperhatikan dalam perbanyakan NEP secara *in vitro*. Hal tersebut didukung oleh pendapat Prabowo (2010) yang mengatakan bahwa nematoda entomopatogen membutuhkan aerasi dan kelembapan yang cukup dalam meningkatkan perkembangbiakan, viabilitas dan efektivitasnya.



Gambar 2. Kepadatan Populasi NEP pada media biakan kuning telur

Tingkat mortalitas tertinggi pada pengamatan hari pertama yaitu pada perlakuan A1P3 dengan mortalitas sebesar 33,3%. Sedangkan mortalitas terendah ditunjukkan pada perlakuan A3P1 dengan mortalitas hanya sebesar 3,3%. Mortalitas tertinggi pada pengamatan hari kedua yaitu pada perlakuan A1P3 dengan mortalitas mencapai 80% dan mortalitas terendah tercatat pada perlakuan A3P1 sebesar 26,6%. Tingkat mortalitas mencapai 100% pada pengamatan 72 jam pada perlakuan A1P3. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi NEP yang diberikan maka tingkat mortalitas terhadap *P. xylostella* semakin tinggi pula. Hasil yang didapat sesuai dengan pendapat Kaya (1997) yang mengemukakan bahwa semakin tinggi konsentrasi NEP yang digunakan maka akan semakin cepat dan tinggi pula kematian serangga inang. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa NEP terbukti mampu menyebabkan kematian pada beberapa serangga hama, diantaranya rayap *Coptotermes curvignathus* yang merupakan hama utama kelapa sawit hingga 99,66% (Bakti, 2004), kumbang *Hoplia philanthus* yang merusak rumput lapangan olahraga hingga 80% (Ansari et al., 2003), larva *Spodoptera exigua* hama utama bawang merah hingga 98% (Wagiman et al., 2003), dan menyebabkan kematian ulat *Crocidolomia binotalis* hama tanaman kubis hingga 98,75% (Subagiya, 2005).

Tabel 1. Tingkat mortalitas *P. xylostella* yang disebabkan oleh NEP pada perlakuan media dan konsentrasi yang berbeda

No	Perlakuan	Mortalitas			
		Waktu Pengamatan Setelah Aplikasi			
		24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
1	A1P1	6,67 (a)	43,3 (a)	56,6 (a)	83,3 (ab)
2	A1P2	13,3 (a)	53,3 (a)	63,3 (a)	90 (ab)
3	A1P3	33,3 (b)	80 (b)	100 (b)	100 (b)
4	A2P1	3,3 (a)	46,7 (a)	53,3 (a)	83,3 (ab)
5	A2P2	13,3 (a)	60 (a)	73,3 (a)	90 (ab)
6	A2P3	16,6 (a)	70 (b)	83,3 (ab)	100 (b)

To be continued

7	A3P1	3,3 (a)	26,6 (a)	53,3 (a)	76,7 (a)
8	A3P2	10 (a)	53,3 (a)	80 (a)	93,3 (ab)
9	A3P3	100 (a)	60 (ab)	73,3 (a)	100 (b)
BNJ 5%		29,33	38,98	33,87	17,76

Berbeda halnya dengan tingkat nutrisi pada media biakan yang diberikan tidak menunjukkan perbedaan nyata dengan tingkat mortalitas serangga inang. Jumlah nutrisi kuning telur pada media biakan yang berbeda pada aplikasi konsentrasi NEP 200 IJ menunjukkan tingkat mortalitas *P. xylostella* yang tidak berbeda nyata. Terlihat pada perlakuan A1P1, A2P1 dan A3P1 pada pengamatan mortalitas tidak memiliki selisih perbedaan yang nyata, yaitu hanya sebesar 6,67%, 3,3%, dan 3,3% pada pengamatan ke 24 jam. Begitupula sampai dengan pengamatan ke 96 jam tidak ditemukan perbedaan yang nyata. Hal ini dikarenakan kebutuhan nutrisi tidak memiliki pengaruh patogenesis terhadap serangga inang. Jumlah nutrisi kuning telur pada media biakan yang berbeda pada aplikasi konsentrasi NEP 400 IJ menunjukkan tingkat mortalitas *P. xylostella* yang tidak berbeda nyata. Terlihat pada perlakuan A1P2, A2P2 dan A3P2 pada pengamatan mortalitas tidak memiliki selisih perbedaan yang nyata, yaitu 13,3%, 13,3% dan 10% pada pengamatan ke 24 jam sampai dengan pengamatan ke 96 jam. Hasil pengamatan yang sama ditunjukkan pada konsentrasi NEP 800 IJ yang juga tidak berbeda nyata. Hal tersebut dikarenakan media biakan tidak mempengaruhi patogenesis NEP, melainkan hanya menyediakan nutrisi yang cukup untuk reproduksinya (Haryani, 2014).

Kepadatan populasi memiliki pengaruh nyata terhadap tingkat mortalitas *P. xylostella*. Semakin tinggi kepadatan populasi maka semakin tinggi tingkat mortalitas serangga inang. Pada perlakuan media A1 Pada pengamatan 96 jam terjadi perbedaan mortalitas yang cukup signifikan dari kepadatan populasi IJ 200, 400, dan 800 masing-masing 83,3%, 90% dan 100%. Sedangkan pada perlakuan media A2 pada pengamatan 72 jam terjadi perbedaan mortalitas yang cukup signifikan dari kepadatan IJ 200,400 dan 800 masing-masing 53%, 73,3% dan 83,3%. Pada perlakuan A3 pengamatan 48 jam terlihat perbedaan mortalitas yang cukup signifikan dari kepadatan IJ 200,400 dan 800 masing-masing yaitu 26 %, 53% dan 60%. Semua perlakuan menunjukkan peningkatan mortalitas pada setiap variabel waktu pengamatan. Hasil yang diperoleh didukung oleh Kaya (1997) yang mengemukakan bahwa semakin tinggi konsentrasi NEP yang digunakan maka akan semakin cepat dan tinggi pula kematian serangga inang.

Kesimpulan

Hasil eksplorasi dan identifikasi menunjukkan bahwa nematoda yang didapatkan adalah Nematoda Entomopatogen *Steinernema* sp. Konsentrasi media terbaik yaitu 20gram kuning telur/30 ml ekstrak jamur tiram (A1) dengan jumlah populasi 21.389. Nematoda entomopatogen dengan patogenesis tertinggi yang dikembangkan pada konsentrasi berbeda adalah A1P3 dengan kepadatan populasi 800 IJ mencapai Mortalitas 100% pada hari ke 3. Saran pada penelitian lebih lanjut yaitu perlu dilakukan Uji lapang apakah NEP hasil perbanyakan pada media kuning telur tetap ampuh untuk mengendalikan *P. xylostella* pada skala lapang.

Ucapan Terima Kasih

This work was financially supported by Research Center for Biomaterials through "DIPA 2017". Therefore, we are grateful for this funding and support of this research.

Daftar Pustaka

- Afifah, Rahardjo, L. B. T., & H. Tarno. (2013) Eksplorasi nematoda entomopatogen pada lahan tanaman jagung, kedelai dan kubis serta virulensinya terhadap *Spodoptera litura*. *Jurnal Hama Penyakit Tumbuhan*. 1(2), 1-9. <http://jurnalhpt.ub.ac.id/index.php/jhpt/article/view/12>
- Ansari, M.A., L. Tirry, & M. Moens. (2003). Entomopathogenic nematodes and their symbiotic bacteria for the biological control of *Hoplia philanthis* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Biological Control*, 28(2003),111-117. [https://doi.org/10.1016/S1049-9644\(03\)00032-X](https://doi.org/10.1016/S1049-9644(03)00032-X)

- Badan Pusat Statistik. (2016). *Data produksi tanaman hortikultura*. Berita Resmi Statistik.
- Bakti, D. (2004). Pengendalian rayap *Coptotermes curvignathus* Holmgren menggunakan nematoda *Steinernema carpocapsae* Weiser. dalam skala laboratorium. *Jurnal Natur Indonesia*, 6(2), 81-83.
- Baïmey, H., Zadji, L., Afouda, L., Fanou, A., Kotchofa, R., & Decraemer, W. (2017). Searching for better methodologies for successful control of termites using entomopathogenic nematodes. *Nematology-Concepts, Diagnosis and Control*, 53. doi:10.5772/intechopen.69861
- Bedding, R. A. (1981). Low cost in vitro mass production of *Neoapectana* and *Heterorhabditis* Species (Nematoda) for Field Control of Insect Pests. *Nematologica*, 27(1), 109-114. doi: <https://doi.org/10.1163/187529281X00115>
- Binda-Rossetti, S., Mastore, M., Protasoni, M., & Brivio, M. F. (2016). Effects of an entomopathogen nematode on the immune response of the insect pest red palm weevil: Focus on the host antimicrobial response. *Journal of Invertebrate Pathology*, 133, 110-119. doi:10.1016/j.jip.2015.11.001.
- Fadhilah, S. (2011). Toksisitas Nematoda Entomopatogen (*Steinernema* Spp) hasil biakan pada media kuning telur terhadap hama tanaman sawi (*Spodoptera litura*). Skripsi: Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. <http://eprints.upnjatim.ac.id/5198/>
- Gaugler, R., Lewis, E., & Stuart, R. J. (1997). Ecology in the service of biological control: the case of entomopathogenic nematodes. *Oecologia*, 109(4), 483-489. doi: 10.1007/s004420050108.
- Haryani, E. M. (2014). Kepadatan populasi nematoda entomopatogen pada berbagai media pakan buatan. Skripsi: FMIPA, Universitas Negeri Semarang. <http://lib.unnes.ac.id/20187/1/4411410015.pdf>
- Indriyanti, D. R., Pribasari, A. D. H., & Widyaningrum, P. (2015). Kelimpahan dan pola penyebaran Nematoda Entomopatogen Sebagai Agensi Pengendali Serangga Hama pada Berbagai Lahan di Semarang. *Jurnal Lahan Suboptimal*. 3(1), 56- 61. <https://doi.org/10.33230/JLSO.3.1.2014.106>
- Indriyanti, D. R., Awalliyah, N. F., & Puspitarini, D. (2015). Perbanyakan Nematoda Entomopatogen (NEP) Pada Berbagai Media Buatan Entomopathogenic Nematodes (ENPS) Rearing on Various Artificial Culture Media. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 13(1), 9-16. DOI: 10.15294/saintekno.v13i1.5331
- Kamariah, Burhanuddin, N., & Johanis, P. (2013). Efektivitas berbagai konsentrasi nematoda entomopatogen (*Steinernema* sp) terhadap mortalitas larva *Spodoptera exigua* Hubner. *Agrotekbis*. 1(1), 17-22.
- Kaya, H., & Gaugler, R. (1993). Entomopathogenic nematodes. *Annual Review of Entomology*, 38, 181-206. Doi: 10.1146/annurev.en.38.010193.001145.
- Kaya, H. K., & Stock, S. P. (1997). *Techniques In Insect Nematology*. Di Lacey, L.A. (Eds). Manual of Techniques in Insect Pathology. pp. 281-384. Academic Press. USA. <https://doi.org/10.1016/B978-012432555-5/50016-6>.
- Lewis, E. E., & Clarke, D. J. (2012). *Nematode Parasites and Entomopathogens*. Di Vega, F.E. dan Kaya, H.K. (Eds.). Insect Pathology. 395-424. Academic Press, USA. doi:10.1016/b978-0-12-384984-7.00011-7
- Li, X.Y., Cowles, R. S., Cowles, E. A., Gaugler, R., & Cox-Foster, D. L. (2007). Relationship between the successful infection by entomopathogenic nematodes and the host immune response. *International Journal for Parasitology*, 37(3-4), 365-74. doi: 10.1016/j.ijpara.2006.08.009.
- Li, Z. Y., Zalucki, M. P., Bao, H. L., Chen, H. Y., Hu, Z. D., Zhang, D. Y., Lin, Q. S., Yin, F., Wang, M., & Feng, X., (2012). Population dynamics and "outbreaks" of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellae) in Guangdong province, China: Climate or failure of management? *Journal of Economic Entomology*, 105, 739-752. Doi: 10.1603/ec11384
- Liu, Y-Q., Shi, Z-H., Zalucki, M. P., & Liu, S-S., (2014). Conservation biological control and IPM practices in Brassica vegetable crops in China. *Biological Control*, 68, 37-46. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.06.008>
- Nadia, M. K., Zainala-Abidin, B. A. H., Mansour, S., & Idris, A. B. (2012). Effects of *Nosema* Infection on Ovipositional Preference and Larval Performance of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), on Some Brassica Plants. *APCBEE Procedia*, 4, 73-78. <https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2012.11.013>
- Nugrohorini. (2010). Eksplorasi Nematoda Entomopatogen Pada Beberapa Wilayah di Jawa Timur. *Jurnal Pertanian MAPETA*, XII(2), 72-144.
- Prabowo, H. (2012). Pemanfaatan Nematoda Patogen *Steinernema* spp isolat Malang dan Nusa Tenggara Barat dalam Pengendalian *Spodoptera litura* L. yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Bumi Lestari*, 12(2), 350-356. <<https://ojs.unud.ac.id/index.php/blje/article/view/4854>>
- Shapiro, D. I., & Gaugler, R. (2002). Production Technology for Entomopathogenic Nematodes and Their Bacterial Symbionts. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 28, 137-146. Doi:10.1038/sj.jim.7000230
- Shapiro-Ilan, D. I., Han, R., & Dolinski, C. (2012). Entomopathogenic nematode production and application technology. *Journal of nematology*, 44(2), 206-217. Doi:10.1007/978-3-319-18266-7_9.
- Subagiya. (2005). Pengendalian hayati dengan nematoda entomogenus *Steinernema carpocapsae* (All) strain lokal terhadap hama *Crocidolomia binotalis* Zell. di Tawangmangu. *Agrosains*, 7(1), 34-39.
- Sulistiyanto. D. (2013). Orasi ilmiah: Pengembangan wilayah sentra produksi pangan organik yang murah dengan pengelolaan hama terpadu agens pengendali hayati untuk menopang masterplan pangan organik nasional, Jember: Disampaikan pada Rapat Senat Terbuka Dies Natalis ke-49 Universitas Jember. Tanggal 10 November 2013.
- Uhan, T. S. (2008). Bioefikasi beberapa isolat nematoda entomopatogenik *Steinernema* spp. terhadap *Spodoptera litura* Fabricius pada Tanaman Cabai di Rumah Kaca. *Jurnal Hortikultura*, 18(2), 175-184.
- Wagiman, F. X., Triman, B., & Astuti, Rr. S. (2003). Keefektifan *Steinernema* spp. terhadap *Spodoptera exigua*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 9(1), 22-27. <https://doi.org/10.22146/jpti.12280>