

Uji Efektivitas Konsentrasi *Spodoptera litura* - Nuclear Polyhedrosis Virus (SNPV) JTM 97C Formulasi Bubuk Terhadap Larva *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) Pada Tanaman Kedelai

Test Effectiveness of Concentration of Spodoptera litura - Nuclear Polyhedrosis Virus (SNPV) JTM 97C Powder Formulation of Larva of Spodoptera litura Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) in Soybean Plants

M. Novel Ghufron Syahroni* dan Nanang Tri Haryadi

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Jl. Kalimantan 37 Kampus Tegalboto Jember 68121

INFORMASI ARTIKEL

***Korespondensi:**

M. Novel Ghufron Syahroni
novelghufron@gmail.com

Published: 25 September 2019

Cara sitasi:

NG Syahroni, NT Haryadi (2019). Uji Efektivitas Konsentrasi *Spodoptera litura* - Nuclear Polyhedrosis Virus (SNPV) JTM 97C Formulasi Bubuk Terhadap Larva *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) Pada Tanaman Kedelai. *Jurnal Pengendalian Hayati* 2(2): 46-52

ABSTRACT

Spodoptera litura (armyworm) is an important leaf pest that is polyphagic and has a broad range of hosts. *Spodoptera litura* is the main pest in soybean plants and can cause up to 50% damage and often results in decreased productivity and even crop failure. *Spodoptera litura* is widespread in areas with hot and humid climates from the subtropics to the tropics. *S. litura* pests attack cultivation plants in the vegetative and generative phases. The prospect of insect pathogens as a substitute for chemical insecticides is quite good in terms of their effectiveness and impact on the environment. Nuclear Polyhedrosis Virus (NPV) is one of the Baculoviridae viruses that infect the larval stage. *Spodoptera litura* Nuclear Polyhedrosis Virus (SNPV) is a pathogenic virus that infects armyworms. SNPV JTM 97C is an effective isolate in controlling larvae of *Spodoptera litura*. The larvae used in this study were larval instar 4, instar 5, and instar 6. The study was conducted using a Completely Randomized Design (CRD) with 6 treatments and 3 replications. The treatments consisted of controls, 1 g/l, 2g/l, 3 g/l, 4 g/l, and 5 g/l. Each treatment was applied to instar 4, instar 5 and 6 instar larvae. The results showed that SNPV JTM 97C affected mortality, stopped eating and pupa formation of instar 4, instar 5 larvae, but did not affect instar 6 larvae. The younger the larval instar the higher the pathogenicity response.

Keywords: Instar, JTM 97C, NPV, *Spodoptera litura*

PENDAHULUAN

Tanaman kedelai (*Glycine max*) adalah salah satu komoditas tanaman pangan yang sangat penting setelah padi dan jagung. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS, 2017), produktivitas kedelai Nasional pada tahun 2015 hingga tahun 2017 mengalami penurunan, yaitu pada tahun 2015 sebesar 963.183 ton dan pada tahun 2016 sebesar 859.653 ton. Produktivitas kedelai di Jawa timur pada tahun 2015 sebesar 344.998 ton dan menurun pada tahun 2017 menjadi 200.916 ton. Sedangkan di Kabupaten Jember mengalami penurunan, yaitu pada 2016 sebesar 22.027 ton menjadi 12.712 ton pada tahun 2017. Salah satu penyebab menurunnya produktivitas kedelai adalah serangan hama. Hama utama adalah hama yang dapat menyebabkan kerugian besar karena populasinya mengalami ledakan. Menurut Manik dkk (2017), hama utama pada kedelai diantaranya yaitu *Spodoptera litura* dengan tingkat kerusakan 50%, dan *Nezara viridula* 62,5%.

Spodoptera litura merupakan salah satu hama daun yang penting bersifat polifag dan mempunyai kisaran inang yang luas. Tanaman inangnya adalah cabai, kubis, padi, jagung, tomat, tebu, buncis, jeruk, tembakau, bawang merah, terung, kentang, kacang-kacangan (Kedelai, kacang tanah), kangkung, bayam, pisang, dan tanaman hias (Marwoto dan Suharsono, 2008). Pengendalian hama dengan insektisida kimia salah satunya dapat menimbulkan resistensi hama dan rendahnya kepekaan serangga terhadap insektisida kimia. Salah satu contoh telah terjadinya resistensi pada *Spodoptera litura* dikatakan dalam penelitian Oktarina (2015), mengatakan status resistensi *Spodoptera litura* asal Karangploso, Malang, telah resisten terhadap *Abamectin* 18 EC dengan nilai nisbah resistensi 4,02. Penelitian mengenai resistensi hama *Spodoptera litura* juga dilakukan oleh Innaja (2015), terhadap resistensi *Spodoptera litura* F. pada tanaman tomat yang menyatakan bahwa hama tersebut telah resisten terhadap insektisida bahan aktif *Sipermetrin* dengan nilai nisbah resistensi sebesar 3,02.

Pengendalian lain yang dapat digunakan untuk mengendalikan *Spodoptera litura* pada tanaman kedelai selain menggunakan insektisida kimia yaitu dengan menggunakan virus patogen serangga seperti *Nuclear Polyhedrosis Virus* (NPV). NPV merupakan salah satu virus patogen dari genus *Baculovirus* yang menginfeksi pada stadia larva. *Spodoptera litura* Nuclear Polyhedrosis Virus (S/NPV) merupakan salah satu virus patogen yang menginfeksi ulat grayak. Penelitian Bedjo (2004), *Spodoptera litura* – *Nuclear Polyhedrosis Virus* (S/NPV) JTM 97C sangat efektif dalam mengendalikan hama ulat grayak pada pertanaman kedelai sebesar 100% pada konsentrasi 3g/l. Zulfahmi dkk (2015) melakukan penelitian serupa dengan isolat JTM 97 C terhadap ulat crop kubis dan

menyebabkan mortalitas sebesar 78,33% pada 168 jam setelah aplikasi.

Menurut Jadhav *et al* (2015), larva *Spodoptera litura* instar 4 dan 5 merupakan larva yang rakus dan memakan seluruh helai daun dengan membiarkan pelepahnya saja yang utuh, disamping itu juga memakan bunga dan polong muda. Larva instar 4 menyebar kebagian tanaman dan tanaman sekitarnya. Larva instar 5 adalah larva yang memiliki daya survival yang tinggi dan memiliki tingkat ketahanan yang baik terhadap patogen serangga, sedangkan instar 6 merupakan masa pra pupa untuk melanjutkan pada tahap imago dan menghasilkan imago baru yang menghasilkan generasi berikutnya. Berdasarkan uraian tersebut maka didalam penelitian ini menggunakan larva instar 4, instar 5, dan instar 6 untuk diuji seberapa besar pengaruh S/NPV JTM 97C dalam mengendalikan larva pada instar tua.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Konsentrasi S/NPV JTM 97 C yang digunakan yaitu 1g/l, 2g/l, 3g/l, 4g/l, 5g/l dan kontrol. Masing-masing konsentrasi diaplikasikan terhadap larva *Spodoptera litura* instar 4, instar 5, dan instar 6 dan diulang sebanyak 3 kali. Aplikasi S/NPV terhadap larva menggunakan metode celup daun. Apabila terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji DMRT taraf 5%. Penentuan nilai LC50 dan LT50 menggunakan program analisis probit 1.5 (Finney, 1971).

Persiapan larva *Spodoptera litura*.

Larva *Spodoptera litura* diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (BALITTAS). Larva yang digunakan adalah instar 4, instar 5 dan instar 6 instar.

Persiapan Isolat *Spodoptera litura* - *Nuclear Polyhedrosis Virus* (S/NPV) JTM 97C formulasi bubuk

Isolat S/NPV JTM 97 C merupakan koleksi produk dari Bapak Drs. Bedjo, MS (BALITKABI) dalam bentuk formulasi bubuk No paten P00201000063.

Persiapan pakan daun Kedelai

Menyiapkan polybag dengan diameter 25 cm berukuran 10 kg sebanyak 25 polybag dan menyiapkan media tanam tanah dan kompos (1:1). Daun tanaman diambil setelah tanaman mulai berumur 3 minggu.

Prosedur Penelitian

Aplikasi isolat *SINPV* JTM 97 C formulasi bubuk pada daun kedelai dilakukan dengan memotong daun kedelai dengan diameter 5 cm, kemudian daun dimasukkan kedalam larutan *S/*-NPV yang telah ditentukan selama 30 detik, kemudian dikering anginkan. Setiap toples percobaan berisi sepuluh potong daun. Pengujian dan inokulasi larva *Spodoptera litura* dilakukan setelah larva dipuasakan tidak diberi pakan selama 24 jam. Setiap 10 ekor larva diinokulasikan pada setiap toples yang telah berisi daun kedelai yang sudah dicelupkan ke larutan *S/*-NPV sesuai perlakuan.

Variabel pengamatan

1. Persentase mortalitas larva *Spodoptera litura* (%).
Dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan sebagai berikut:

- P = persentase mortalitas larva
- n = jumlah larva yang mati
- N = jumlah awal dari larva yang diuji

2. Persentase larva *Spodoptera litura* yang menjadi pupa. Dihitung dengan menggunakan rumus:

$$I = \frac{i}{N} \times 100\%$$

Keterangan sebagai berikut:

- I = Presentase larva menjadi pupa
- N = Jumlah awal dari larva yang diuji
- i = Jumlah larva yang menjadi pupa

3. *Lethal Concentration* 50% (LC_{50}) dan *Lethal Time* 50% (LT_{50})

LC_{50} merupakan konsentrasi yang dibutuhkan untuk dapat mematikan 50% dari populasi larva, sedangkan LT_{50} merupakan waktu yang dibutuhkan untuk dapat mematikan 50% dari populasi larva. Penentuan nilai LC_{50} dan LT_{50} digunakan dengan menggunakan program analisis probit 1.5 (Finney, 1971).

HASIL PENELITIAN

Pengaruh *SINPV* terhadap Persentase Mortalitas Larva *Spodoptera litura* instar 4, instar 5, dan instar 6

Berdasarkan hasil penelitian mortalitas larva *Spodoptera litura* pada tiap perlakuan menunjukkan

pengaruh kematian yang berbeda. Mortalitas larva mulai terjadi setelah 3HSA. Perlakuan konsentrasi 4 g/l dan 5 g/l berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Persentase mortalitas tertinggi instar 4 (Tabel 1) terjadi pada perlakuan 5 g/l yaitu sebesar 100% setelah 6 hari aplikasi. Penelitian Bedjo (2011). pada instar 3 menyebabkan kematian sebesar 65,33% pada pengamatan 3 (HSA). Penelitian Laoh dkk (2008), mengatakan bahwa larva instar 2 dan instar 3 mulai menunjukkan kematian pada 1,65 hari setelah aplikasi.

Tabel 1. Rata-rata persentase mortalitas larva *S. litura* instar 4

NPV (g/l)	Mortalitas Larva <i>Spodoptera litura</i> (%) Instar 4			
	Pengamatan pada (HSA)			
	3 HSA	4 HSA	5 HSA	6 HSA
Kontrol	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c
1	0,00 c	0,00 c	0,00 c	10,00 c
2	6,67 b	13,33 b	13,33 b	30,00 b
3	13,33 a	13,33 a	16,67 b	36,67 b
4	20,00 a	23,33 a	43,33 a	90,00 a
5	26,67 a	30,00 a	50,00 a	100,00 a
(p-value)	0,001	0,0003	0,00004	0,0002

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%, sebelum dianalisis data ditransformasikan menggunakan rumus $\sqrt{x + 0,5}$ untuk keperluan analisis statistic.

Mortalitas larva mulai terlihat setelah 3 (HSA), yaitu sebesar 26,67% setelah 3 (HSA) pada instar 4. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Setiani (2012), yang menyatakan bahwa kematian ulat akibat NPV mulai terjadi pada 3-4 hari setelah aplikasi (HSA) bergantung pada strain virus, jenis inang, stadia inang, banyaknya polyhedra dan suhu. Menurut Arifin (2011), bahwa aplikasi virus yang semakin tinggi konsentrasinya akan mengakibatkan makin banyaknya polihedra virus yang tertelan dan akan makin banyak jaringan larva yang terinfeksi virus sehingga akan mempercepat kematian larva.

Kematian larva disebabkan karena adanya virion yang melepaskan nukleokapsid pada mesenteron larva. Virion yang merupakan bagian infeksi dari NPV, yang merusak bagian ventriculus, makin banyak sehingga larva akan cepat mati (Bedjo, 2003). Instar larva yang semakin tua menunjukkan presentase mortalitas yang lebih rendah apabila dibandingkan dengan aplikasi instar yang lebih muda. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Rimadhani dkk (2013), menyatakan bahwa larva instar satu sampai tiga lebih peka terhadap NPV daripada ulat instar 4 dan 5, sedangkan larva instar 5 menunjukkan ketahanan 100 kali lebih besar daripada larva instar 1.

Tabel 2. Rata-rata persentase mortalitas larva *S. litura* instar 5

Mortalitas Larva <i>Spodoptera litura</i> (%) Instar 5			
NPV (g/l)	Pengamatan pada (HSA)		
	4 HSA	5 HSA	6 HSA
Kontrol	0,00 c	0,00 b	0,00 c
1	0,00 c	10,00 a	16,67 b
2	6,67 b	16,67 a	33,33 a
3	10,00 b	23,33 a	36,67 a
4	23,33 a	30,00 a	40,00 a
5	23,33 a	33,33 a	63,33 a
(p-value)	0,0007	0,08	0,0003

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%, sebelum dianalisis data ditransformasikan menggunakan rumus $\sqrt{x + 0,5}$ untuk keperluan analisis statistik.

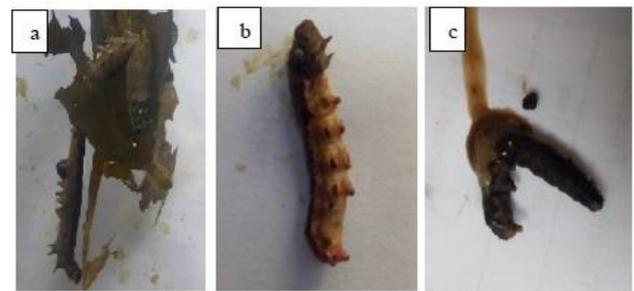
Tabel 3. Rata-rata persentase mortalitas larva *S. litura* instar 6

Mortalitas Larva <i>Spodoptera litura</i> (%) Instar 6		
NPV (g/l)	Pengamatan pada (HSA)	
	5 HSA	6 HSA
Kontrol	0,00 a	0,00 b
1	0,00 a	0,00 b
2	0,00 a	0,00 b
3	0,00 a	0,00 b
4	3,33 a	6,67 a
5	6,67 a	10,00 a
(p-value)	0,13	0,0004

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%, sebelum dianalisis data ditransformasikan menggunakan rumus $\sqrt{x + 0,5}$ untuk keperluan analisis statistik.

Persentase tertinggi pada semua instar terdapat pada aplikasi 5g/liter. Mortalitas larva mulai terjadi 3-6 hari setelah aplikasi. Masa infeksi NPV hingga larva yang terserang mati dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya umur larva, suhu, jenis virus dan jenis serangga inang. Strain virus yang lebih virulen dapat mematikan larva dalam 2-5 hari, tetapi strain yang kurang virulen membutuhkan 2-3 minggu untuk mematikan larva (Bedjo, 2011). Penelitian Laoh dkk. (2003), mengatakan pada perlakuan S/NPV 2 ml/100ml air menunjukkan gejala awal pada instar 2 dan instar 3 setelah 2,66 hari aplikasi. Gejala awal pada instar 2 dan 3 yaitu tubuh larva mengkilap, sedikit membengkak, berminyak dan pucat. Kematian larva *Spodoptera litura* sangat dipengaruhi oleh tingkat instar

larva. Instar larva yang semakin tua juga akan menunjukkan ukuran tubuh yang lebih besar. Hal tersebut akan mempengaruhi kebutuhan jumlah virus dalam tubuh larva yang dapat membunuh. Tingginya mortalitas larva pada instar yang lebih muda disebabkan oleh ketahanan organ tubuh larva. Pada larva yang muda organ tubuh terutama usus tengah yang merupakan sasaran patogen masih lemah, sehingga NPV lebih mudah menembus organ tersebut dan merusak sel yang rentan. Pada proses dan pertumbuhan larva, organ-organ dan jaringan tubuh larva mengalami perkembangan dan diferensiasi. Dinding usus, lapisan khitin peritrofik dan integumen semakin tebal dan kuat. Semakin berat dan besar ukuran tubuh larva, tingkat pengenceran NPV di dalam tubuh larva makin besar, sehingga aktifitas patogen NPV makin lemah (Laoh dkk., 2003).



Gambar 1. Gejala larva *S. litura* terinfeksi NPV, integumen mengalami lisis, lunak dan membentuk huruf "V" (a). Bagian abdomen larva *S. litura* membengkak berwarna kecoklatan akibat terinfeksi NPV (b). Bagian integumen larva *S. litura* mengeluarkan cairan mengandung polyhedra (c).

Gejala infeksi pada larva instar 4, 5 dan 6 terlihat kuning kecoklatan pada bagian abdomen (Gambar 1), sedangkan pada bagian punggung berwarna coklat kehitaman. Perubahan bentuk larva tidak normal disebut dengan melting. Menurut Amer (2011), replikasi diawali dengan pembentukan stroma virogenik, kemudian pembungkus nukleokapsid, kemudian penyebaran selanjutnya terhadap jaringan haemolimf, sel epitel dan jaringan trakea. Pada umumnya terdapat 108 polyhedra/larva dan 10% dari berat larva sehingga larva menjadi bengkak. Larva yang terinfeksi pada umumnya ditandai dengan berkurangnya kemampuan makan, gerakan yang lambat, dan tubuh membengkak akibat replikasi perbanyak partikel virus NPV. Integumen larva menjadi lunak dan rapuh serta mudah sobek (Laoh dkk., 2003). Tubuh larva apabila pecah maka akan keluar cairan kental berwarna coklat susu yang merupakan cairan NPV dengan bau sangat menyengat (Bedjo, 2004). Hal tersebut juga sesuai menurut Sanjaya, (2010) yang mengatakan ketika infeksi terjadi terus menerus, maka akan merusak jaringan usus serta jaringan pada tubuh *S. litura* akan tampak keruh karena penuh dengan cairan SINPV.

Pengaruh SINPV terhadap persentase larva menjadi pupa pada setiap instar larva *Spodoptera litura*

Larva *Spodoptera litura* yang telah terinfeksi SINPV dapat melanjutkan perkembangan hingga stadia pupa. Namun pupa mengalami abnormalitas bentuk seperti berkerut, kering, berwarna lebih hitam dari pupa normal (Bedjo, 2003). Semakin berat dan besar ukuran tubuh serta umur larva, maka semakin tahan terhadap NPV dan semakin besar kemampuannya untuk membentuk pupa. Menurut Jadhav et al (2015), pupa normal berwarna coklat kemerahan dengan ukuran panjang sekitar 15,37 mm dan lebar sekitar 5,94 mm.



Gambar 2. Pupa *S. litura* yang gagal terbentuk, berwarna hitam akibat terinfeksi SINPV (a). Pupa *S. litura* yang normal (b).

Menurut Irsyadah dkk (2014), mengatakan bahwa pupa *Spodoptera litura* yang terinfeksi NPV akan mengalami abnormal dengan ciri berwarna hitam dan apabila ditekan akan mengeluarkan cairan yang mengandung polyhedra. Penelitian Setiani (2012), mengatakan jumlah pupa yang terbentuk dari total 40 larva uji instar 3 adalah 30 pupa. Putri dkk (2015), isolat JTM 97C pada larva instar 3 *Helicoverpa armigera* dengan perlakuan konsentrasi PIB $1,5 \times 10^{11}$ PIBs/ml menyebabkan kematian larva sebesar 100% sehingga tidak ada pupa yang terbentuk.

Lethal Concentration (LC₅₀) dan Lethal Time (LT₅₀)

Berdasarkan perhitungan menggunakan analisis probit didapatkan nilai LC₅₀ (Tabel 8) dan LT₅₀ (Tabel 9). Pada tabel 8 menunjukkan bahwa hasil analisis probit nilai LC₅₀ SINPV JTM 97C formulasi bubuk terhadap larva *Spodoptera litura* instar 4 yaitu sebesar 2,51 gram/liter. Hasil penelitian

Ghosh et al. (2018), menunjukkan bahwa aplikasi pada instar 2 larva *S. litura* menunjukkan mortalitas 30,55% sampai 86,11% pada lima konsentrasi berbeda, sedangkan nilai lethal time (LT₅₀) terjadi pada 98 jam.

Tabel 4. Rata-rata persentase larva yang menjadi pupa

NPV (g/l)	Σ n	Larva menjadi pupa (%)		
		Instar 4	Instar 5	Instar 6
Kontrol	30	100,00 a	100,00 a	100,00 a
1	30	83,33 a	86,67 ab	100,00 a
2	30	63,33 b	66,67 bc	100,00 a
3	30	56,67 c	63,33 bc	100,00 a
4	30	10,00 d	60,00 bc	93,33 b
5	30	0,00 e	36,67 c	90,00 b

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf kepercayaan 5%.

Tabel 8. Nilai *Lethal Concentration* (LC₅₀)

Instar larva	Nilai LC ₅₀ (Konsentrasi gram/liter)	Slope	Intercept
4	2,51	9,26	5,57
5	4,22	2,48	4,46
6	8,21	11,42	3,77

Nilai LC₅₀ pada instar 5 yaitu sebesar 4,22 gram/liter, sedangkan pada aplikasi instar 6 didapatkan nilai LC₅₀ sebesar 8,21 gram/liter. Semakin tinggi nilai LC₅₀ maka virulensi NPV tersebut semakin rendah.

Tabel 9. Nilai *Lethal Time* (LT₅₀)

Instar larva	S/NP V	LT ₅₀ (Hari)	Interval (Hari)
4	2 g/l	7,56	1,16 - 3,45
	3 g/l	7,31	5,89 - 12,57
	4 g/l	4,30	3,95 - 4,69
	5 g/l	3,88	3,57 - 4,19
5	1 g/l	7,72	6,44 - 36,3
	2 g/l	6,79	5,95 - 9,92
	3 g/l	6,60	5,80 - 9,10
	4 g/l	6,50	5,65 - 8,96
	5 g/l	5,33	4,92 - 5,96
6	4 g/l	9,61	-
	5 g/l	8,91	-

Hal tersebut berbeda dengan penelitian Bedjo (2011), menunjukkan bahwa SINPV JTM 97C dapat membunuh larva instar 3 sebesar 53% pada 3 (HSA). Nilai LT₅₀ diperoleh nilai 3,88 hari pada konsentrasi 5 gram / liter terhadap larva

Spodoptera litura instar 4, pada larva instar 5 diperoleh hasil LT_{50} selama 5,33 hari dan pada instar 6 selama 8,91 hari.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa isolat SINPV JTM 97C formulasi bubuk berpengaruh dan efektif terhadap mortalitas larva Spodoptera litura instar 4 dan 5, namun tidak efektif untuk instar 6. Hal tersebut disebabkan karena pada larva instar yang lebih tua memiliki daya tahan yang lebih tinggi, sedangkan pada instar 6 disebabkan karena larva mulai mengurangi aktifitas makan dan akan memasuki masa pembentukan pupa.

DAFTAR PUSTAKA

- Adie, M. M., A. Krisnawati, A. Z. Mufidah. 2012. Derajat Ketahanan Genotype Kedelai terhadap Hama Ulat Grayak. Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi Tahun. Peningkatan Daya Saing dan Implementasi Pengembangan Komoditas Kacang dan Umbi Mendukung Pencapaian Empat Sukses Pembangunan Pertanian, Puslitbangtan, *Badan Litbang Pertanian*; 29-36.
- Amer, H. M. 2011. Baculovirus Expression Vector System: An Efficient Tool For The Production Of Heterologous Recombinant Proteins. *African Journal of Biotechnology*, 10(32): 5927-5933.
- Arifin, M. 2002. Teknik produksi dan pemanfaatan bioinsektisida NPV untuk pengendalian ulat grayak pada kedelai. hlm. 121134. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan IV. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan*, Bogor.
- Arifin, M. 2011. Bioinsektisida NPV untuk Pengendalian Hama Tanaman Pangan, Tanaman Industri, dan Sayuran. *Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan*. Bogor.
- Bedjo, 2003. Pemanfaatan *Spodoptera litura* Nuclear Polyhedrosis Virus (SINPV) untuk Pengendalian Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F) pada Tanaman Kedelai. *Lokakarya Pemanfaatan Nucleaar polyhedrosis Virus (NPV) sebagai agens hayati untuk mengendalikan hama pemakan daun kedelai Spodoptera litura* F. 4 November 2003 Balitkabi. 16p.
- Bedjo, 2011. Keefektifan Beberapa Isolat SINPV untuk Pengendalian Hama Daun dan Penggerek Polong Pada Tanaman Kedelai. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi). Malang.
- Bedjo, 2012. Peningkatan Efektifitas *Helicoverpa armigera* Nuclear Polyhedrosis Virus dengan Beberapa Bahan Pembawa untuk Mengendalikan Hama Polong Kedelai *Helicoverpa armigera* (Hubner). *Palawija*, (23): 1-6.
- Bedjo, 2016. Efektivitas Dosis *Spodoptera litura* Nuclear Polyhedrosis Virus (SINPV) JTM 97C terhadap Larva Ulat Penggulung Daun Ubi Jalar. *Aneka Kacang dan Umbi*, 1(1): 597-610.
- Direktorat Perlindungan Hortikultura. 2012. *OPT Bawang Merah*. Jakarta: Direktorat Perlindungan Hortikultura.
- Fattah, A. dan A. Ilyas. 2016. Siklus Hidup Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) dan Tingkat Serangan pada Beberapa Varietas Unggul Kedelai di Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian*, 1(1): 834-842.
- Finney. D. J. 1971. *Probit Analysis Third Edition*. Cambrigo University.
- Ghosh, P., N.S. Satpute, V. Thakare and S.M. Dadmal. 2018. Bioassay, cross-infectivity and shelf life studies of *Spodoptera litura* nuclear Polyhedrosis Virus. *Entomology and Zoology Studies*, 6(1): 365-369.
- Ginting, T. Y., S. Oemry, dan M. I. Pinem. 2014. Uji Efektifitas Nuclear Polyhedrosis Virus (SINPV) terhadap Pengendalian Hama Penggerek Batang Jagung *Ostrinia furnacalis* Guenee (Lepidoptera: Pyralidae) pada Berbagai Instar di Laboratorium. *Agroteknologi*, 2(2): 726-734.
- Hudayya, A., dan Hadis J. 2013. Pengelompokan Pestisida Berdasarkan Cara Kerja (*Mode of Action*). Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Innaja, C. L. 2015. Status Resistensi Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) terhadap Insektisida Sintetis Sipermetrin pada Tanaman Tomat (*Solanum lopersocicum*) serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer. [Skripsi]. Jember: Universitas Jember.
- Jadhav, R. S., D. S. Yadav., U. Amala., S. Ghule and I. I. Sawant. 2015. Morphological, Biological and Molecular Description of *Spodoptera litura* Infesting Grapevines in Tropical Climate of Maharashtra, India. *Current Biotica*, 9(3): 207-220.
- Javar, S., A.S. Sajap, R. Mohamed, L.W. Hong. 2013. Suitability of *Centella Asiatica* (Pegaga) as a food source for rearing *Spodoptera litura* (F) (Lepidoptera: Noctuidae) under Laboratory conditions. *Plant Protection Research*, 53 (2)
- Kalshoven, L.G.E. 1981. *Spodoptera (Prodenia) litura*. Lepidoptera. The Pests of Crops in Indonesia, P.T. Ichtiar Baru-Van Hoeve, Jakarta: 338-341.
- Khan, S., M. Ikram and V.V. Pandey. 2017. First record of *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) on Ginkgo biloba L. (living fossil tree). *Entomology and Zoology Studies*, 5(2): 575-577.
- Kiranasari, A. D., S. R. Chailani., A. Afandhi, Dan Bedjo. 2013. Persistensi Tiga Isolat *Spodoptera litura* Nuclear Polyhedrosis Virus (SINPV) Asal Nusa Tenggara Barat dan Jawa Timur untuk Mengendalikan Larva *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) Pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* L). *Hpt*, 1(4): 59- 66.

- Lacey, L. 1997. *Manual of Techniques in Insect Pathology*. Academy Press, Inc. Toronto USA.
- Laoh, J. H., F. Puspita., dan Hendra. 2003. Kerentanan Larva *Spodoptera litura* Terhadap Nuclear Polyhedrosis Virus. *Natur Indon*. 5(2): 145-151.
- Lembaga Pertanian Sehat Develop Useful Innovation for Farmers. 2008. Virus Patogen Serangga: BioInsektisida Ramah Lingkungan. <http://www.pertaniansehat.or.id/?pilih=news&aksi=lihat&id=19>.
- Manik, F, Y dan M. B. Bangun. 2017. Identifikasi Hama pada Tanaman Kedelai dengan Menggunakan Metode Fuzzy. *Sistem informasi kaputama*, 1(1): 30-37.
- Marhaen, L. S., F. Aprianto., A. Hasyim dan L. Lukman. 2016. Potensi Campuran *Spodoptera exigua* Nucleopolyhedrovirus (SeNPV) dengan Insektisida Botani untuk Meningkatkan Mortalitas Ulat Bawang *Spodoptera exigua* (Hubner). *Hortikultura*, 26(1): 103- 112.
- Marwoto dan Suharsono. 2008. Strategi dan Komponen Teknologi Pengendalian Ulat Grayak (*Spodoptera litura* Fabricius) pada Tanaman Kedelai. *Jurnal Litbang Pertanian* 27(4): 131-136.
- Oktarina, R. G. 2015. Status Resistensi Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Asal Karang Ploso Malang Terhadap Insektisida Sintetis Abamektrin. [Skripsi]. Jember: Universitas Jember.
- Pionar, O. G. Jr. And G. M. Thomas. 1984. *Laboratory Guide to Insect Pathogens and Parasites*. Plenum Press, New York. 392p.
- Putri, D. F., M, Martosudiro., A. Afandhi, dan Bedjo. 2015. Virulensi Beberapa Isolat *Spodoptera litura* Nuclear Polyhedrosis Virus (SINPV) terhadap *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) Pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.). *HPT*, 3(2): 60-68.
- Pracaya. 2008. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Depok: Penebar Swadaya.
- Purnomo, H dan N. T. Haryadi. 2007. *Entomologi*. Jember: Center for Society Studies.
- Ramadhan, R.A. M., L. T. Purpasari., R. Meliansyah., R. Maharani., Y. Hidayat dan D. Dono (2016). Bioaktivitas Formulasi Minyak Biji *Azadirachta indica* (A.Juss) terhadap *Spodoptera litura*. *Agrokultura*, 27 (1): 1-8.
- Rimadhani, A. S., D. Bakti dan M. C. Tobing. 2013. Virulensi Nuclear Polyhedrosis Virus (NPV) terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) (Lepidoptera: Noctuidae) pada Tanaman Tembakau Deli di Rumah Kaca. *Agroekoteknologi*, 1(3): 678-688.
- Riyanto, 2008. Potensi Agen Hayati *Spodoptera litura* Nuclear Polyhedrosis Virus (SINPV) untuk Pengendalian *Spodoptera litura* Fabricius. *Forum Mipa*, 12(2): 1-10.
- Samsudin, 2016. Prospek Pengembangan Bioinsektisida Nucleopolyhedrovirus (NPV) untuk Pengendalian Hama Tanaman Perkebunan di Indonesia. *Perspektif*, 15(12): 18-30.
- Sastrosiswojo, S., T. S. Uhan, dan R Sutarya. 2005. Penerapan teknologi PHT pada tanaman kubis. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. 55 hal.
- Setiani, Asih. 2002. Potensi Sl-Npv (*Spodoptera litura*-Nuclear Polyhedrosis Virus) dalam Mengendalikan Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) pada Tanaman Kedelai. Skripsi. Universitas Sebelas Maret.
- Smith, P. H. 1987. Nuclear Polyhedrosis Virus as Biological Control Agent of *Spodoptera exigua*. Wageningen: North Holland Pub. Com.
- Sunarno, 2010. Pengendalian Hayati (*Biologi Control*) sebagai Salah Satu Komponen Pengendalian Hama Terpadu (PHT). *Biologi*, (1): 1-12.
- Susniahti, N., T. Mulyaningsih, L. 2017. Aplikasi Agen Hayati atau Insektisida dalam Pengendalian Hama *Plutella xylostella* Linn dan *Crociodomia binotalis* Zell untuk Peningkatan Produksi Kubis (*Brassica Oleracea* L.). *Agrikultura*, 28(1): 27-31.
- Tengkano, W. dan Suharsono. 2005. Ulat Grayak *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) Pada Tanaman Kedelai Dan Pengendaliannya. *Buletin Palawija*, 1(10): 43-52.
- Tanada Y, Kaya H. K. 1993. *Insect Pathology*. California: Academic Press.
- Winarto, L, dan L. Sebayang. 2015. *Teknologi Pengendalian Hama Terpadu pada Tanaman Kubis*. Badan Penelitian dan Pengkajian Pertanian. Sumatera Utara.