

KEEFEKTIFAN BEBERAPA ISOLAT SLNPV UNTUK PENGENDALIAN HAMA DAUN DAN PENGGEREK POLONG PADA TANAMAN KEDELAI

Bedjo

Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian

ABSTRAK

Penggunaan insektisida kimia yang tidak bijaksana dapat menimbulkan gejala ketahanan dan, resurgensi pada hama yang akan dikendalikan dan musnahnya musuh alami. Sejalan dengan upaya pengendalian hama yang ramah lingkungan, perlu dicari cara-cara pengendalian alternatif yang lebih efisien dan aman. Oleh karena itu dilakukan pengujian keefektifan beberapa isolat S/NPV untuk pengendalian hama daun dan penggerek polong pada tanaman kedelai. Penelitian dilakukan di laboratorium Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi) Malang, dengan menggunakan rancangan acak lengkap faktorial, tiga ulangan. Faktor pertama isolat S/NPV: (1) S/IJTM 97c, (2) S/NPV JTM 02-5, (3) S/NPV JTM 05 f, (4) S/NPV Lpng 05 a, (5) S/NPV SmtrSl 05 b, (6) Lamda sihalotrin. Faktor kedua konsentrasi S/NPV: 0 g/L, 1 g/L, 2 g/L, 3 g/L. Tiap perlakuan menggunakan 100 ekor larva. Pengamatan dilakukan terhadap kematian serangga uji pada 1–7 hari setelah aplikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Isolat S/NPV JTM 97c dengan konsentrasi 1–3 g/l pada enam HSA dapat membunuh serangga uji *S. litura* 88–100%, pada penggulung daun dengan konsentrasi 3 g/l pada enam HSA dapat membunuh serangga uji sampai 100%, sedangkan dengan konsentrasi 2 g/L hanya mampu membunuh 6,67%. Adapun terhadap serangga uji ulat jengkal dan penggerek polong, *Etiella* pada konsentrasi tertinggi yaitu 3 g/L tingkat kematiannya dapat mencapai 88,33–98,33% setelah enam HSA. Dengan demikian Isolat S/NPV JTM 97c disamping dapat membunuh *S. litura* juga dapat membunuh serangga hama lain yaitu penggulung daun, ulat jengkal, dan *Etiella*.

Kata kunci: kedelai, S/NPV, *S. litura*, *C. chalcites*, *L. indicata*, *E. zinckenella*

ABSTRACT

The unreasonable use of chemical pesticide can cause insect persistency, the resurgence effect of the controlled pest population and the disappearance of the natural competitor. In line with the efforts to eradicate the pest that environmental friendly saved, a better method to alternate control that is more efficient and save should be explored. Therefore, the effectiveness of some isolates S/NPV to control defoliant and pod borer in soybean was conducted in the laboratory of ILETRI using completely randomized factorial design with three replicates. The isolates, of S/NPV were: (1) S/IJTM 97c, (2) S/NPV JTM 02-5, (3) S/NPV JTM 05 f, (4) S/NPV Lpng 05 a, (5) S/NPV SmtrSl 05 b, (6) Lamda sihalotrin. The concentration of S/NPV were : 0 g/L, 1 g/L, 2 g/L, 3 g/L. The treatments were conducted using 100 larvae. The observations' of insect mortality were carried out to the 1st until 7th days after application. The result showed that S/NPV JTM 97c isolate (1–3 g/l) was effective to control *S. litura* 88–100% at 6 days after application, Leaf rollers were killed up to 100% (3 g/l) at 6 DAA, where as at the concentration of 2 g/l was effective to control the target up to 6,67%. At the highest concentration (3 g/l) pod borer and green semilooper could control 88,3 – 98,3% at 6 DAA. Therefore, S/IJTM 97 isolate was effective not only to control *S. litura*, but also leaf leaf roller, pod borer, and green semilooper.

Key words: soybean, S/NPV, *S. litura*, *C. chalcites*, *L. indicata*, *E. zinckenella*

PENDAHULUAN

Beberapa jenis serangga hama penting yang termasuk dalam ordo Lepidoptera, seperti ulat gayak (*Spodoptera litura*), ulat jengkal (*Hrysodeixis chalcites*), penggulung daun (*Lamprosema indicata*) dan penggerek polong (*Etiella zinckenella*) sering mengakibatkan gagalnya panen pada tanaman kedelai. Cara pengendalian terhadap hama tersebut pada umumnya masih menggunakan insektisida yang berlebihan, sehingga mengakibatkan meningkatnya ketahanan ulat terhadap insektisida di beberapa sentra produksi kedelai (Endo *et al.* 1988; Marwoto & Bedjo 1996). Aplikasi pestisida yang tidak tepat dapat menimbulkan rusaknya komposisi populasi parasitoid dan predator akibat penggunaan insektisida kimia tersebut. Berdasarkan dampak negatif cara pengendalian tersebut di atas, maka untuk mencapai produksi kedelai yang tinggi dengan memperhatikan kelestarian lingkungan hidup dan dampak negatif seminimal mungkin, maka perlu diusahakan alternatif pengendalian yang lebih efektif dan efisien.

Pengendalian secara biologi, yaitu pemanfaatan patogen serangga merupakan salah satu alternatif pengendalian yang digunakan untuk pengelolaan hama. Salah satu cara pengendalian yang mempunyai potensi untuk dikembangkan adalah pengendalian hayati untuk ulat gayak, penggulung daun, ulat jengkal dan *Etiella* menggunakan bioinsektisida *Nuclear Polyhedrosis Virus* (NPV).

NPV merupakan bioinsektisida dengan memanfaatkan patogen serangga yang merupakan salah satu dari sekian banyak teknologi yang digunakan dalam pengelolaan populasi hama. Penggunaan S/NPV dengan konsentrasi 15×10^{11} PIBs/ha di laboratorium dapat mematikan *S. litura* hingga 90%, sedangkan di lapang hanya mencapai 30%. Penurunan keefektifan/kematian ulat tersebut diakibatkan NPV tidak tahan terhadap radiasi sinar ultra violet yang bersumber dari matahari yang mempengaruhi efektivitas Virion (Bedjo 1997). Sinar UV dengan panjang gelombang lebih dari 290 nm merupakan salah satu faktor penyebab inaktivasi NPV (Ignoffo & Couch 1981; Amico 1997). Okada (1977), juga mengemukakan bahwa aktivitas NPV menurun 50% apabila diaplikasikan pada permukaan atas daun selama tiga jam dan menjadi inaktif selama 15 jam. Aktivitas NPV yang diaplikasikan pada permukaan bawah daun masih bertahan sampai 50% dari aktivitas aslinya setelah 20 jam. Oleh karena itu, disarankan untuk mengaplikasikan NPV pada permukaan bawah daun.

Beberapa bahan pelindung sinar ultra violet yang dapat membantu untuk mengurangi inaktivasi NPV, antara lain *sunscreen*, seperti *ethyl hexyl salicylate*, *cinnamic acid*, *p-aminobenzoic acid*, dan *benzilidene sulfonic acid* (Shapiro *et al.* 1983). Demikian juga adjuvan, seperti *India ink*, *charcoal*, *yeast extract*, *peptonized milk*, dan *soy hydrolyzate* (Jaques 1971). Inaktivasi NPV dapat juga diatasi dengan seleksi strain NPV toleran terhadap sinar UV (Shapiro & Bell 1984).

Sampai saat ini, NPV masih belum banyak dimanfaatkan untuk mengendalikan hama di Indonesia, meskipun potensinya yang cukup tinggi, keberadaannya di lapang secara alamiah, dan teknologi pemanfaatannya telah diketahui. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi) telah dapat mengembangkan S/NPV secara *in vivo* dalam skala laboratorium dan memformulasikannya serta dikemas dalam botol plastik yang berlabel "VirGa". Perbanyakkan S/NPV tersebut sesuai dengan hasil penelitian Ignoffo dan Cough (1981), Okada (1977), Tanada dan Kaya (1993). Di masa depan, "VirGa" diharapkan dapat menggantikan peran insektisida sehingga ketergantungan pengendalian kimiawi dapat dikurangi. Oleh karena itu dalam rangka menunjang

tercapainya pengendalian hama terpadu perlu memasyarakatkan insektisida biologi, hal ini karena NPV memiliki beberapa keunggulan yaitu: 1) Spesifik, selektif terhadap hama sasaran sehingga tidak berbahaya bagi musuh alami, 2) Efektif terhadap serangga hama yang sudah resisten terhadap insektisida kimia, 3) Persisten di lapang dan tidak menimbulkan residu beracun, 4) kompatibel dengan komponen PHT lainnya, termasuk insektisida (Maddox 1975; Starnes *et al.* 1993). Namun demikian NPV mempunyai kelemahan yaitu daya bunuhnya lambat dan peka terhadap sinar ultraviolet (Stair & Fraser 1981; Starnes *et al.* 1993). Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji keefektifan beberapa isolat S/NPV untuk pengendalian hama daun dan penggerek polong pada tanaman kedelai.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di laboratorium entomologi BALITKABI pada bulan Mei–Juli 2010. Koleksi ulat gayak (*Spodoptera litura*), ulat jengkal (*Chrysodeixis chalcites*), penggulung daun (*Lamprosema indicata*) dan Penggerek polong (*Etiella zinckenella*) dari lapangan kemudian dipelihara di laboratorium. Serangga uji dipelihara di dalam toples plastik ukuran tinggi 30 cm dan diameter 20 cm yang diberi tutup kain kasa. Larutan madu 10% diberikan dengan cara diteteskan pada kapas yang berfungsi untuk pakan imago yang terbentuk dari serangga uji. Telur yang dihasilkan dari imago dikumpulkan hingga menetas menjadi larva, larva secara tunggal kemudian dimasukkan kedalam vial plastik dengan ukuran produk R100 yang telah diberi pakan daun trifoliet dan daun tersebut telah disemprot S/NPV sebagai perlakuan. Masing-masing perlakuan menggunakan 100 ekor serangga uji. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) disusun secara faktorial, tiga ulangan. Faktor pertama isolat S/NPV: (1) S/JTM 97c, (2) S/NPV JTM 02–5, (3) S/NPV JTM 05 f, (4) S/NPV Lpng 05 a, (5) S/NPV SmtrSI 05 b, (6). Lamda sihalotrin. Faktor kedua konsentrasi S/NPV: D0 = 0 g/L; D1 = 1 g/L; D2 = 2 g/L; D3 = 3 g/L. Pengamatan dilakukan terhadap kematian serangga uji pada 1–7 hari setelah aplikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian di laboratorium terhadap larva uji *S. litura* pada 100 ulat/perlakuan (Tabel 1) menunjukkan bahwa isolat S/NPV dan tingkat dosis serta interaksinya berpengaruh terhadap kematian *S. litura* baik pada tiga maupun enam hari setelah aplikasi. Tingkat kematian ulat oleh isolat JTM 97c dengan dosis 2 maupun 3 g/L, tidak berbeda nyata yaitu 53,33 dan 63,33% walaupun secara angka menunjukkan perbedaan, akan tetapi dengan isolat yang lainnya yaitu JTM 02–5, JTM 05 f, Lpng 05 a, dan SmtrSI 05 maupun kontrol berbeda nyata. Seiring lamanya waktu aplikasi (6 HSA) tingkat kematian *S. litura* dengan perlakuan JTM 97c tidak berbeda nyata, hal ini menunjukkan bahwa virulensi JTM 97c setara dengan perlakuan insektisida sihalotrin.

Demikian juga dengan isolat lainnya yaitu JTM 02-5, JTM 05f, Lpng 05a, dan SmtrSI 05, enam hari setelah aplikasi menyebabkan kematian yang tinggi antara 70–92%. Lambatnya kematian tersebut dikarenakan pestisida biologi dalam membunuh serangga sasaran memerlukan proses di dalam tubuhnya. Seperti yang dikemukakan oleh Bell dan Romine (1980) bahwa kematian larva akibat terinfeksi NPV umumnya terjadi pada periode 2–9 hari setelah larva menelan NPV. Kematian larva penggulung daun, *L. indicata* yang diaplikasi dengan isolat S/NPV JTM 97c dengan konsentrasi 2 g/L pada 6

HSA, hanya 6,67% sedangkan isolat lainnya tidak menyebabkan kematian. Konsentrasi 3 g/L setelah 3 HSA, kematian yang disebabkan oleh isolat S/INPV JTM 97c mencapai 71,67% diikuti oleh isolat S/INPV Lpng 05 a, dan SmtrSl 05, sebesar 1,67–5%. Pada 6 HSA, kematian *S. litura* berkisar 10–15%, tetapi masih lebih tinggi pada isolat S/INPV JTM 97c, yaitu mencapai 100% (Tabel 2). Tingginya kematian larva yang diaplikasi dengan isolat JTM 97c pada konsentrasi 3 g/l tersebut dikarenakan banyaknya polyhedral yang tertelan, sehingga menyebabkan sel menjadi lisis. Isolat-isolat tersebut termasuk isolat yang sangat efektif (Bedjo 2003; Bedjo 2008). Kematian larva oleh NPV terjadi apabila NPV tertelan oleh inangnya, meskipun dalam jumlah yang sangat rendah. NPV mampu memperbanyak diri di dalam tubuh larva hingga mencapai jumlah yang efektif untuk membunuh inangnya (Fusa 2004; Webb *et al.* 2001).

Tabel 1. Pengaruh jenis isolat dan konsentrasi terhadap kematian *S. litura* (Lab. Entomologi Balitkabi 2010).

Perlakuan	Mortalitas <i>S. litura</i> (%)	
	3 HSA	6 HSA
JTM 97c 0	0 k	0 j
1	34 fgh	88 abc
2	53,33 bc	100 a
3	65,33 b	100 a
Sihalotrin	98 a	100 a
JTM 02-5 0	0 k	0 j
1	21,33 ij	50 h
2	25,33 hi	64,67 ef
3	36 efg	88,67 abc
Sihalotrin	98,67 a	100 a
JTM 05f 0	0 k	0 j
1	16 j	31,33 i
2	28,67 ghi	47 h
3	40,67 def	70 de
Sihalotrin	98,67 a	100 a
Lpng 05a 0	0 k	0,67 j
1	40 defg	72,67 de
2	33,33 fgh	82 bcd
3	42,67 cdef	92 ab
Sihalotrin	99,33 a	100 a
SmtrSl 05 0	0,67 k	0 j
1	36,67 efg	54 gh
2	41,33 cdef	80,67 bcd
3	43,33 cd	89,33 abd
Sihalotrin	89,33 abc	100 a
BNT 5%	0,888	0,688
KK (%)	9,32	11,07

Angka selajur yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT 5%. Analisis data dilakukan setelah transformasi dengan $\sqrt{x + 0,5}$. HSA = hari setelah aplikasi.

Kematian ulat pada kontrol bukan disebabkan oleh pengaruh NPV. Hal ini dapat diketahui dengan mengamati gejala serangan yang biasa diperlihatkan oleh infeksi virus, antara lain perubahan warna kulit dan pembengkakkan seluruh tubuhnya. Seperti yang dikemukakan Maddox (1975) dan Starnes *et al.* (1993) bahwa kematian ulat akibat NPV sangat bergantung pada strain virus, jenis inang, stadia inang, banyaknya polyhedra. Hal ini menunjukkan bahwa kedua isolat S/NPV Lpng 05a, dan SmtrSI 05 mampu membunuh ulat penggulung daun, walaupun asal isolat tersebut dari virus yang berasal dari *S. litura*.

Tabel 2. Pengaruh jenis isolat dan konsentrasi terhadap kematian larva penggulung daun (Lab. Entomologi Balitkabi 2010).

Perlakuan	Mortalitas penggulung daun (%)	
	3 HSA	6 HSA
JTM 97c 0	0 d	1,67 d
JTM 97c 1	0 d	0 d
JTM 97c 2	0 d	6,67 c
JTM 97c 3	71,67 b	100 a
Sihalotrin	98,33 a	100 a
JTM 02-5 0	0 d	0 d
JTM 02-5 1	0 d	0 d
JTM 02-5 2	0 d	0 d
JTM 02-5 3	0 d	0 d
Sihalotrin	95 a	100 a
JTM 05f 0	0 d	1,67 d
JTM 05f 1	0 d	0 d
JTM 05f 2	0 d	0 d
JTM 05f 3	0 d	0 d
Sihalotrin	95 a	100 a
Lpng 05a 0	0 d	1,67 d
Lpng 05a 1	0 d	0 d
Lpng 05a 2	0 d	0 d
Lpng 05a 3	1,67 d	10 bc
Sihalotrin	100 a	100 a
SmtrSI 05 0	0 d	0 d
SmtrSI 05 1	0 d	0 d
SmtrSI 05 2	0 d	0 d
SmtrSI 05 3	5 cd	15 b
Sihalotrin	95 a	100 a
BNT 5%	0,394	0,933
KK (%)	0,690	17,93

Angka selajur yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT 5%. Analisis data dilakukan setelah transformasi dengan $V(x + 0,5)$. HSA = hari setelah aplikasi.

Pengaruh isolat dan konsenrasi terhadap kematian serangga uji ulat jengkal disajikan pada (Tabel 3). Seperti halnya penggulung daun, kematian ulat jengkal pada 3 HSA yang diaplikasi dengan JTM 97c konsentrasi 2 g/L hanya mencapai 5% kemudian meningkat hingga 98,33% pada 6 HSA. Hal ini menunjukkan bahwa isolat JTM 97c mampu membunuh sampai ketinggian ordo, bukan hanya species. Isolat S/NPV Lpng 05a, dan SmtrSI 05, pada konsentrasi 3 g/L, 3 HSA baru menunjukkan adanya kematian

yang kemudian meningkat pada 6 HSA sehingga mencapai kematian antara 21,67–25%.

Tabel 3. Pengaruh jenis isolat dan konsentrasi terhadap kematian larva ulat jengkal Lab. Entomologi Balitkabi 2010.

Perlakuan	Mortalitas ulat jengkal (%)	
	3 HSA	6 HSA
JTM 97c 0	0 d	0 d
JTM 97c 1	0 d	0 d
JTM 97c 2	5 cd	30 b
JTM 97c 3	56,57 b	98,33 a
Sihalotrin	98,33 a	100 a
JTM 02-5 0	0 d	1,67 d
JTM 02-5 1	0 d	0 d
JTM 02-5 2	0 d	0 d
JTM 02-5 3	0 d	0 d
Sihalotrin	100 a	100 a
JTM 05f 0	0 d	0 d
JTM 05f 1	0 d	0 d
JTM 05f 2	0 d	0 d
JTM 05f 3	0 d	0 d
Sihalotrin	100 a	100 a
Lpng 05a 0	0 d	0 d
Lpng 05a 1	0 d	0 d
Lpng 05a 2	0 d	0 d
Lpng 05a 3	5 cd	25 bc
Sihalotrin	96,67 a	100 a
SmtrSl 05 0	0 d	0 d
SmtrSl 05 1	0 d	0 d
SmtrSl 05 2	0 d	0 d
SmtrSl 05 3	8,33 c	21,67 c
Sihalotrin	100 a	100 a
BNT 5%	0,394	0,610
KK (%)	14,69	11,07

Angka sekolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT 5%. Analisis data dilakukan setelah transformasi dengan $\sqrt{(x + 0,5)}$. HSA = hari setelah aplikasi.

Isolat *S/NPV* JTM 97c juga mampu menginfeksi larva *Etiaella* (Tabel 4). Hal ini terlihat dengan konsentrasi 2 g/L pada 6 HSA mulai menyebabkan kematian ulat kemudian meningkat hingga 88,33% pada konsentrasi 3 g/L. Sedangkan kematian akibat dua isolat lainnya yaitu *S/NPV* Lpng 05a, dan SmtrSl 05 hanya mencapai 33,33%.

Kematian yang rendah masih belum sesuai seperti yang dibakukan oleh Mumford dan Norton (1984), yaitu *S/NPV* efektif apabila kematian larva telah mencapai antara 70–80%.

Tabel 4. Pengaruh jenis isolat dan konsentrasi terhadap kematian larva *Etiella* (Lab. Entomologi Balitkabi 2010).

Perlakuan	Mortalitas <i>Etiella</i> (%)	
	3 HSA	6 HSA
JTM 97c 0	0 c	0 d
JTM 97c 1	0 c	0 d
JTM 97c 2	0 c	1,67 cd
JTM 97c 3	50 b	88,33 b
Sihalotrin	95 a	100 a
JTM 02-5 0	0 c	0 d
JTM 02-5 1	0 c	0 d
JTM 02-5 2	0 c	0 d
JTM 02-5 3	0 c	0 d
Sihalotrin	100 a	100 a
JTM 05f 0	0 c	0 d
JTM 05f 1	0 c	0 d
JTM 05f 2	0 c	0 d
JTM 05f 3	0 c	0 d
Sihalotrin	98,33 a	100 a
Lpng 05a 0	0 c	0 d
Lpng 05a 1	0 c	0 d
Lpng 05a 2	0 c	0 d
Lpng 05a 3	0 c	3,33 c
Sihalotrin	100 a	100 a
SmtrSI 05 0	0 c	0 d
SmtrSI 05 1	0 c	0 d
SmtrSI 05 2	0 c	0 d
SmtrSI 05 3	0 c	3,33 c
Sihalotrin	100 a	100 a
BNT 5%	0,632	0,617
KK (%)	13,90	12,74

Angka sekolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT 5%. Analisis data dilakukan setelah transformasi dengan $V(x + 0,5)$

Keterangan : HSA = hari setelah aplikasi.

KESIMPULAN

1. Isolat *SINPV* JTM 97c disamping dapat membunuh *S.litura* juga dapat membunuh serangga hama lain yaitu penggulung daun, ulat jengkal, dan *Etiella*,
2. Tiap jenis serangga (penggulung daun, ulat jengkal, dan *Etiella*) mempunyai kepekaan yang berbeda terhadap *SINPV*.

DAFTAR PUSTAKA

- Amico VD. 1997. Baculoviruses (Baculoviridae) www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/pathogens/baculoviruses.html [10 Jun 2002].
- Bedjo. 1997. Uji Keefektifan *SINPV* dan *HaNPV* dengan Bahan Pembawa untuk Pengendalian Hama Kedelai. Makalah Seminar Regional HPTI. Majalah Ilmiah Pembangunan UPN "Veteran" Surabaya. hlm: 108–114.
- Bedjo. 2003. Pemanfaatan *Spodoptera litura* Nuclear Polyhedrosis Virus untuk pengendalian ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) pada tanaman kedelai. Lokakarya Pemanfaatan Nuclear Polyhedrosis Virus (NPV) sebagai agens hayati untuk mengendalikan hama pemakan daun kedelai *Spodoptera litura* F. 4 Nopember 2003 Balitkabi. 16 p.
- Bedjo. 2008. Potensi Berbagai Isolat *Spodoptera litura* Nuclear Polyhedrosis Virus (*SINPV*) Asal Jawa Timur untuk Pengendalian *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae) pada Tanaman Kedelai. Tesis S2. Program Pascasarjana, Univ Brawijaya. 112 hlm.
- Bell VS and Romine CL. 1980. Tobacco Budworm Field Evaluation oficrobial Control in Cotton using *Bacillus thuringiensis* and Nuclear Polyhedrosis Virus with a Feeding Ajuvant. *J. Econ. Entomol.* 73: 427–430.
- Endo S *et al.* 1988. Insecticide Susceptibility of *Spodoptera litura* F. Collected from three Location in Indonesia. Seminar BORIF, 24 June 1988. 18 p.
- Fusa JR. 2004. Ecology of insect nucleopolyhedroviruses. *Rev. Agriculture, Ecosystems and Environment* 103. 27–43.
- Ignoffo CM, Couch TL. 1981. The nucleopolyhedrosis virus of *Heliothis* species as a microbial insecticide, p. 329–362. *In* H.D. Burges (ed.) *Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970–1980*. Acad. Press, London.
- Jacques RP. 1971. Tests on protectants for foliar deposits of a polyhedrosis virus. *J Invertebr Pathol.* 17: 9–16.
- Maddox JV. 1975. Use of diseases in pest management. p. 184–233 *In* R.L. Metcalf and W.H. Luckman (ed). *Introduction to insect pest management*. Jhon Wiley & Sons, New York.
- Mumford JD, Norton GA.. 1984. Economics of decision making in pest management. *Ann. Rev. Entomol* 29: 157–174.
- Marwoto dan Bedjo, 1996. Resistensi hama ulat grayak terhadap insektisida di daerah sentra produksi kedelai di Jawa Timur. Seminar Hasil Penelitian Balai penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian tahun 1996.
- Okada M. 1977. Studies on the utilization and mass production of *SINPV* for control of the tobacco cutworm, *Spodoptera litura* F. *Rev Pl Protec Res* 10: 102–128.
- Stairs GR, Fraser T. 1981. Changes in Growth and Virulence of Nuclear Polyhedrosis Virus. *of Invertebr Pathol* 35: 230–235.
- Starnes RL, Liu CL, Marrone PG. 1993. History, use, and future of Microbial insecticides. *American Entomologist*. Summer. 83–91.
- Shapiro M, Bell AA. 1984. Selection of a UV-tolerant strain of the gypsy moth, *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera: Lymantriidae), nucleopolyhedrosis virus. *Environ Entomol* 13(6): 1522–1526.
- Shapiro M, Agin PP, Bell RA .1983. Ultraviolet protectants of the gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) nucleopolyhedrosis virus. *Environ Entomol* 12(3): 982–985.
- Tanada Y, Kaya HK. 1993. *Insect Pathology*. Acad. Press, Inc, Toronto. 666 pp.
- Webb R *et al.* 2001. Potentiation by a granulosis virus of Gypcheck, the gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) nuclear polyhedrosis virus product. *J of Entomol Sci* 36: 169–176.