

RE-PROPAGASI NUCLEO POLYHEDRAL VIRUS (NPV)–*Setothosea asigna*

Donnarina Simanjuntak dan Agus Susanto

Abstrak NPV-*Setothosea asigna* adalah virus RNA dari anggota famili Tetraviridae yang berpotensi sebagai *agent biocontrol* dalam mengendalikan larva Limacodidae. Propagasi NPV selama ini dilakukan secara tradisional yaitu dengan penyemprotan langsung suspensi virus sebanyak 400 gram/ha di lapangan. Metode baru yang lebih efisien serta konsentrasi yang tepat sangat dibutuhkan untuk propagasi NPV. Penelitian ini terdiri dari tiga kegiatan yaitu teknik propagasi NPV-*S. asigna*, konsentrasi optimal propagasi NPV, dan uji kisaran inang NPV-*S. asigna*. Pada pengujian teknik propagasi terdapat enam perlakuan dan lima ulangan yang dilakukan, yaitu: (a) meneteskan suspensi NPV ke dalam mulut larva *S. asigna*, (b) meneteskan NPV pada tubuh larva *S. asigna*, (c) mencelupkan larva *S. asigna* dalam suspensi NPV selama 15 detik, (d) menyemprot NPV pada daun kelapa sawit sebelum larva *S. asigna* diinfestasikan, (e) menyemprot NPV pada larva *S. asigna* yang ada di bibit kelapa sawit, dan (f) kontrol dilakukan dengan semprot air. Penelitian kedua konsentrasi propagasi virus yang digunakan adalah 0%; 1%; 2,5%; dan 5%. Penelitian ketiga uji kisaran inang NPV-*S. asigna* pada *Plutella xylostella*, *Crociodolomia binotalis*, dan *Spodoptera litura*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik propagasi NPV yang terbaik yaitu dengan tetes NPV ke dalam mulut larva dengan konsentrasi 5% pada larva *S. asigna*.

Kata kunci: Nucleo polyhedral virus, *Setothosea asigna*, *propagasi*

Abstract NPV-*Setothosea asigna* is the RNA virus of the family members of Tetraviridae. This virus has potential as biocontrol agent in controlling Limacodidae larvae. Generally, the propagation of NPV has been done traditionally by spraying the suspension of virus onto oil palm leaves as much as 400 grams per hectare. The new method more efficient and appropriate concentration are required for NPV propagation. This research consisted of three activities were: propagation techniques of NPV-*S. asigna*, optimal concentrations of NPV propagation, and the host range test of NPV-*S. asigna*. The propagation techniques was consisted of six treatments with five replicates in a completely randomized design. Each treatment used fifty healthy *S. asigna* larvae which were in their third instar. Those six treatments were: (a). dropping NPV into the mouth of *S. asigna* larvae; (b). dropping NPV onto the body of *S. asigna*; (c) soaking *S. asigna* into virus suspension; (d) spraying NPV onto oil palm leaves before *S. asigna* infestation took place; (e) spraying NPV onto *S. asigna* on oil palm seedling; (f) spraying distilled water onto *S. asigna* as a control treatment. The concentrations of NPV used were 0%; 1%; 2,5%; and 5% respectively. The third research tested the host range of NPV-*S. asigna* on *Plutella xylostella*, *Crociodolomia binotalis*, and *Spodoptera litura*. The results showed that the best of propagation technique of NPV is dropping NPV into the mouth of larvae with 5% concentration on *S. asigna* larvae.

Keywords: Nucleo polyhedral virus, *Setothosea asigna*, propagation.

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Donnarina Simanjuntak (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia
Email: simanjuntakdonna@yahoo.com

PENDAHULUAN

Nucleo polyhedral virus (NPV) merupakan salah satu entomopatogen yang menghasilkan polihedral di dalam tubuhnya yang mengandung sejumlah partikel



virus. NPV telah diuji dan lebih sering digunakan sebagai pestisida hayati dibandingkan virus lainnya (Mcintosh *et al.*, 2004; Irfan *et al.*, 2007; Azis 2009). NPV mempunyai isolat dari banyak spesies serangga, salah satunya pada larva *Setothosea asigna*.

TaV (*Thosea asigna* virus) adalah virus RNA dari famili Tetraviridae. Virus ini pertama kali diisolasi dari larva *S. asigna* yang dikumpulkan dari perkebunan kelapa sawit di Malaysia (Reinganum *et al.*, 1978). Virus tersebut telah dianalisis RT-PCR dengan primer G1 (5'-GAGCAATTAGGAGAGTATCCCG-3', nucleotides (nts) 343-364) dan G2 (5'-TCGGGTTTGTTCATCTTTAGCCTCT-3', nts 572-597 kemudian diamplifikasi menggunakan teknik PCR dengan dua primer, primer pertama yaitu 5'PRdRp (5'-CTTCGTTTAGAGGGGGTG-3'.nts 1-19) dan 3'PRdRp (5'-CGTCCCCGCATGTTAG-3'.nts 3752-3768) dan primer kedua yaitu CP1 (5'-CGAATGATAGTGCTTTG 3'.nts 85-102) dan CP2 (5'-ATCATTTTGGAAAAAGGTGCGC-3'. Nts 2461-2482) (Sugiharti *et al.*, 2010).

Hasil sekuensing DNA menunjukkan bahwa virus yang diisolasi dari larva *S. asigna* di Sumatera Selatan merupakan TaV yang juga sama dengan TaV yang ada di Jepang. TaV tersebut memiliki tingkat patogenisitas yang tinggi terhadap larva Limacodidae (Sugiharti *et al.*, 2010).

Pada umumnya propagasi NPV dilakukan dengan cara tradisional yaitu menyemprot langsung suspensi NPV sebanyak 400 gram per ha pada populasi larva *S. asigna* di lapangan (Susanto *et al.*, 2006; Susanto *et al.*, 2010). Metode baru yang lebih efisien dalam segi waktu, cara, dan biaya serta konsentrasi NPV yang tepat sangat dibutuhkan untuk propagasi NPV-*S. asigna*.

BAHAN DAN METODE

Tempat

Penelitian ini terdiri dari tiga kegiatan yaitu teknik propagasi NPV-*S. asigna*, konsentrasi optimal propagasi NPV, dan uji kisaran inang NPV-*S. asigna*. Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman, Kelompok Peneliti Proteksi Tanaman, Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Marihat, Pematang Siantar, Sumatera Utara.

Metode

Teknik propagasi NPV-*Setothosea asigna*

Pada penelitian ini bahan yang digunakan untuk masing-masing perlakuan yaitu sebanyak 4 gram tubuh larva *S. asigna* yang terinfeksi NPV (sebagai konsentrat virus), *aquadest* sebanyak 2 ml, 50 ekor larva instar ke-3 *S. asigna* yang masih sehat, dan daun kelapa sawit segar. Alat yang digunakan antara lain pipet mikrometer, kain kasa, dan kotak plastik ukuran 35 X 30 cm.

Penelitian ini terdiri dari enam perlakuan dengan lima ulangan yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL). Setiap ulangan menggunakan 50 ekor larva *S. asigna* instar tiga. Keenam perlakuan tersebut yaitu: (a). meneteskan NPV ke dalam mulut larva *S. asigna*, (b). meneteskan NPV pada tubuh larva *S. asigna*, (c) mencelupkan larva *S. asigna* dalam suspensi NPV selama 15 detik, (d). menyemprot NPV pada daun kelapa sawit sebelum larva *S. asigna* diinfestasikan, (e). menyemprot NPV pada larva *S. asigna* yang ada di bibit kelapa sawit, dan (f). kontrol yaitu menyemprot larva *S. asigna* dengan *aquadest*. Pengamatan dilakukan setiap hari terhadap persentase mortalitas larva *S. asigna*, gejala, dan periode inkubasinya.

Tabel 1. Konsentrasi NPV yang digunakan

Perlakuan	Ulangan (larva <i>S. asigna</i>)					Jumlah	Rerata
	I	II	III	IV	V		
0%	20	20	20	20	20	100	20
1%	20	20	20	20	20	100	20
2,5%	20	20	20	20	20	100	20
5%	20	20	20	20	20	100	20

Konsentrasi optimal propagasi NPV-*S. asigna*

Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan lima ulangan. Masing-masing ulangan menggunakan larva *S. asigna* instar tiga sebanyak 50 ekor. Konsentrasi NPV yang digunakan yaitu 0%, 1%, 2,5%, dan 5% (Tabel 1).

Parameter yang digunakan meliputi pengamatan terhadap persentase mortalitas larva *S. asigna* dan gejala penyakit pada larva *S. asigna* yang terinfeksi NPV. Pengamatan dilakukan mulai dari umur 1 hari setelah aplikasi (HSA) sampai 11 HSA. Analisis ragam dilakukan menggunakan bantuan *GenStat Discovery Edition 3*, kemudian data yang diperoleh dianalisis dengan uji Duncan pada $\alpha = 5\%$ untuk mengetahui perbedaan tingkat efikasi antar perlakuan.

Uji kisaran inang NPV-*S. asigna*

Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan lima ulangan. Konsentrasi yang digunakan pada perlakuan ini yaitu 5% NPV-*S. asigna*. Penelitian ini menggunakan tiga jenis larva dari komoditi sayuran, yaitu *Plutella xylostella*, *Crocicidolomia binotalis*, *Spodoptera litura*, dan *Setothosea asigna* sebagai calon inang NPV-*S. asigna*. Masing-masing ulangan menggunakan larva sebanyak 20 ekor.

Parameter yang digunakan yaitu persentase mortalitas dan gejala penyakit pada masing-masing larva tersebut akibat infeksi NPV-*S. asigna*.

Pengamatan dilakukan mulai dari umur 1 minggu setelah aplikasi (MSA) sampai 4 MSA. Analisis ragam dilakukan menggunakan program *GenStat Discovery Edition 3*, kemudian hasil data selanjutnya dianalisis dengan uji Duncan pada $\alpha = 5\%$ untuk mengetahui perbedaan tingkat efikasi antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teknik propagasi NPV-*Setothosea asigna*

Pengamatan tingkat mortalitas *S. asigna* dalam penelitian teknik propagasi NPV dapat dilihat di Tabel 2 dan Gambar 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mortalitas larva *S. asigna* tertinggi terdapat pada perlakuan tetes NPV ke dalam mulut larva *S. asigna* yaitu sebesar 86% pada 9 HSA berlanjut ke hari berikutnya nilai mortalitas larva *S. asigna* kontinu meningkat menjadi 100% pada 14 HSA. Pada 5 HSA sebenarnya semua perlakuan sudah menunjukkan gejala yang khas karena terinfeksi virus NPV yaitu *milky disease*. Sedangkan mortalitas terendah pada 9 HSA terdapat pada perlakuan mencelupkan larva *S. asigna* ke dalam suspensi NPV selama 15 detik yaitu sebesar 64%. Diikuti dengan perlakuan lainnya yaitu tetes NPV pada tubuh larva *S. asigna*, semprot NPV pada daun kelapa sawit sebelum larva *S. asigna* diinfestasikan, dan semprot NPV pada larva *S. asigna* di bibit kelapa sawit memiliki nilai mortalitas larva yang rendah, masing-masing sebesar 70%, 74%, dan 80% pada 9 HSA.

Tabel 2. Rerata mortalitas larva *S. asigna* terhadap NPV (%).

Perlakuan	Pengamatan Hari ke-			
	5	9	12	14
Kontrol:	0 d	0 d	4 d	18 b
Tetes NPV ke dalam mulut larva <i>S. asigna</i> .	66 a	86 a	98 a	100 a
Tetes NPV pada tubuh larva <i>S. asigna</i> .	46 b	70 bc	84 b	100 a
Mencelupkan larva <i>S. asigna</i> ke dalam suspensi NPV selama 15 detik.	44 b	64 c	68 c	100 a
Semprot NPV pada daun kelapa sawit sebelum larva <i>S. asigna</i> diinfestasikan.	36 bc	74 abc	86 ab	100 a
Semprot NPV pada larva <i>S. asigna</i> di bibit kelapa sawit.	20 c	80 ab	92 ab	100 a

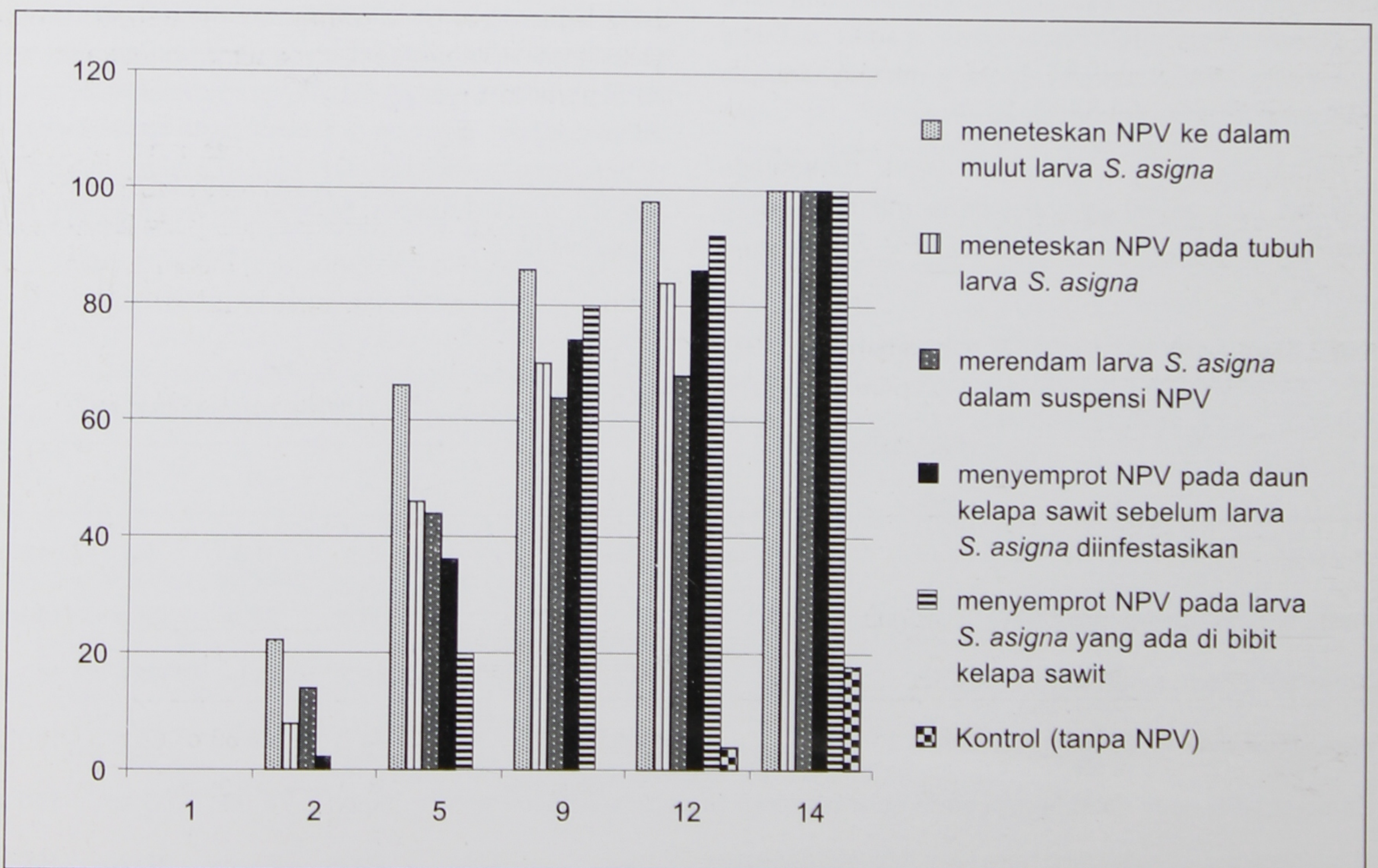
Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan analisis ragam pada taraf $\alpha = 5\%$.

Tingginya mortalitas larva *S. asigna* pada perlakuan tetes NPV ke dalam mulut larva *S. asigna* sejak 5 HSA dibanding keempat perlakuan lainnya, dikarenakan perlakuan NPV yang diberikan langsung masuk ke dalam bagian pencernaan melalui mulut larva. NPV akan menginfeksi dan melakukan replikasi atau memperbanyak diri di dalam sel inangnya. Oleh karena itu NPV harus tertelan bersamaan dengan pakan yang dikonsumsi atau diberikan secara langsung melalui mulut lebih dahulu, kemudian melalui alat pencernaan inilah NPV menginfeksi sel *nucleus* yang peka terutama lapisan epitel ventrikulus dan hemosit yang berada dalam *haemocoel* (rongga tubuh) ulat (Rechcigl dan Rechcigl, 2000).

NPV menginfeksi inang melalui dua tahap, pertama NPV menyerang usus tengah, kemudian tahap selanjutnya akan menyerang organ tubuh (*haemocoel*) serta organ-organ tubuh yang lain. Pada infeksi lanjut NPV juga menyerang sel darah (*leucosit* dan limfosit), trakea, hipodermis, dan sel lemak. Pada kondisi yang alkalis (sesuai dengan kondisi hidup NPV pH > 9), badan inklusi NPV (*polyhedral inclusion*

bodies/PIB) akan melepas virion menembus jaringan peritrofik dan *microvilli*, kemudian akan memisahkan sel-sel *columnar* dan *goblet*. Pada akhirnya akan merusak seluruh jaringan usus dan kondisi di dalam haemolimfa akan terlihat keruh penuh cairan NPV. Cairan NPV tersebut merupakan replikasi virion-virion yang baru terbentuk di dalam sel-sel *haemocoel* dan jaringan lain seperti sel lemak, sel epidermis, hemolimfa, dan trakea. Jaringan-jaringan tersebut dipenuhi oleh virion-virion sehingga terjadi *cell lysis* (kehancuran sel). Larva akan mati setelah sebagian besar jaringan tubuhnya terinfeksi NPV.

Sebaliknya keempat perlakuan lainnya yaitu mencelupkan larva *S. asigna* ke dalam suspensi NPV selama 15 detik, tetes NPV pada tubuh larva *S. asigna*, semprot NPV pada daun kelapa sawit sebelum larva *S. asigna* diinfestasikan, dan semprot NPV pada larva *S. asigna* di bibit kelapa sawit memiliki nilai mortalitas larva yang lebih rendah hingga 12 HSA, karena perlakuan suspensi NPV yang diberikan tidak langsung melalui mulut sehingga sulit tembus ke dalam bagian pencernaan larva serangga. Sedangkan



Gambar 1. Perkembangan rerata mortalitas larva *S. asigna* terhadap lima macam metode perbanyakan NPV.

pada kontrol pada 12 HSA dan 14 HSA masing-masing mortalitas larva sebesar 4% dan 18%. Hal ini terjadi kemungkinan karena adanya kontaminasi NPV melalui angin di udara sekitar laboratorium, sehingga menyebabkan kematian larva *S. asigna* yang digunakan.

Secara keseluruhan dari Tabel 2 dan Gambar 1 dapat dilihat mortalitas larva *S. asigna* adalah 100% pada 14 HSA untuk semua perlakuan NPV yang digunakan. Hasil ini menunjukkan kelima metode tersebut dapat digunakan sebagai alternatif untuk propagasi NPV.

Pengamatan terhadap periode inkubasi didapat selama periode inkubasi, larva *S. asigna* yang terinfeksi NPV awalnya memperlihatkan gejala tidak nafsu makan, tidak aktif bergerak, dan cenderung lebih banyak berpindah ke arah lidi daun. Warna tubuhnya mulai pudar, menjadi transparan, awalnya berubah menjadi cokelat sebelum akhirnya menjadi cokelat kemerahan. Virus tersebut menyebabkan perubahan warna tubuh larva pada akhirnya menjadi seperti susu, tubuhnya mengembang lalu pecah, sehingga sering disebut penyakit susu (*milky disease*) (Sipayung 1990; Susanto *et al.*, 2006).

Aplikasi penggunaan NPV telah dilakukan pada banyak serangga, terutama hama pada tanaman hortikultura dan juga di perkebunan kelapa sawit. Penggunaan NPV sebagai *viral insecticide* sangat diperlukan dalam *Integrated Pest Management* (IPM) (Christians *et al.*, 2001; Pusat Penelitian Kelapa Sawit, 2003; Sudharto *et al.*, 2005)

Di perkebunan kelapa sawit virus ini merupakan agens biologi untuk mengendalikan larva pemakan daun seperti *S. asigna* (Rahmadsyah *et al.*, 2003; Lubis, 2008;

Wood dan Cahyasiwi, 2009; Susanto *et al.*, 2007; dan Susanto *et al.*, 2010). Penelitian pendahuluan aplikasi virus tersebut di lapangan dengan dosis 400 gram NPV per ha dapat menyebabkan kematian larva *S. asigna* sebesar 98,3% pada hari ke-20 setelah perlakuan (Sudharto, 2001).

Konsentrasi optimal propagasi NPV-*S. asigna*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mortalitas larva *S. asigna* tertinggi terdapat pada konsentrasi 5% yaitu sebesar 97% pada 9 HSA dan kontinu meningkat menjadi 100% pada 11 HSA (Tabel 3). Sedangkan mortalitas pada perlakuan 2,5% dan 1% termasuk kategori pendek yaitu masing-masing sebesar 72% dan 78% pada 9 HSA. Oleh sebab itu konsentrasi 1% dan 2,5% tidak layak digunakan untuk propagasi NPV.

Pada perlakuan kontrol yang hanya dilakukan penyemprotan air ke tubuh larva, sejak 5 HSA hingga 11 HSA terjadi mortalitas larva *S. asigna* sebesar 7 - 69%. Hal ini terjadi kemungkinan karena adanya kontaminasi NPV melalui angin di udara sekitar, sehingga menyebabkan kematian pada tubuh larva *S. asigna* yang digunakan, walaupun nilai mortalitasnya lebih kecil dibanding perlakuan tiga konsentrasi lainnya.

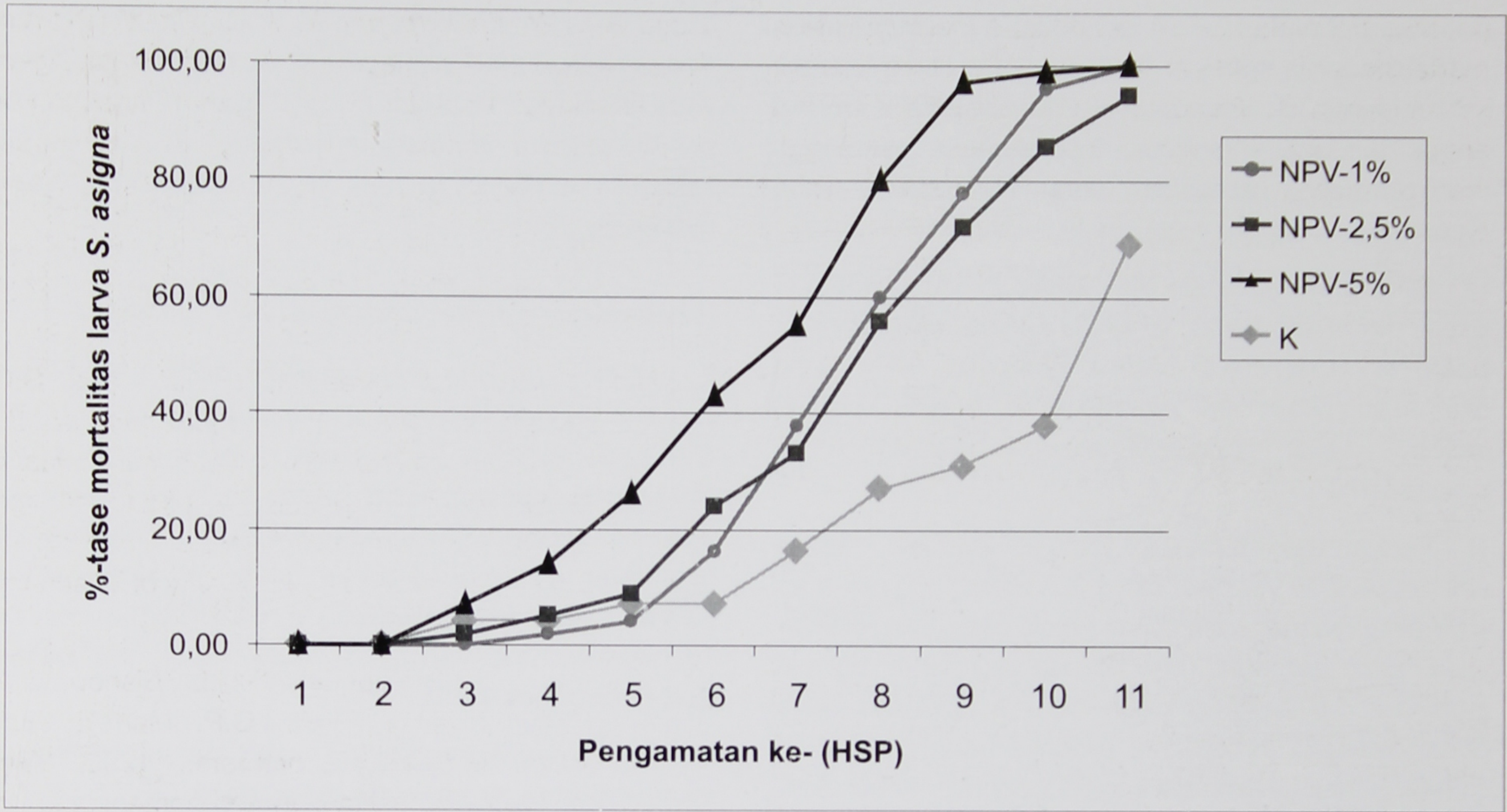
Perkembangan rerata mortalitas larva *S. asigna* dapat dilihat di Gambar 2. Mulai dari 1 HSA hingga 11 HSA, mortalitas larva terhadap tiga jenis konsentrasi yang berbeda (1%; 2,5%; dan 5%) menunjukkan grafik peningkatan yang cukup tajam setiap harinya.

Pada konsentrasi 5% mortalitas larva kontinu meningkat sejak 5 HSA hingga 11 HSA yaitu sebesar

Tabel 3. Rerata persentase mortalitas larva *S. asigna* pada berbagai tingkat konsentrasi NPV.

Konsentrasi NPV	HSA				
	1	5	7	9	11
0%	0 a	7 bc	16 d	31 d	69 c
1%	0 a	4 c	38 b	78 b	100 a
2,5%	0 a	9 b	33 c	72 c	95 b
5%	0 a	26 a	55 a	97 a	100 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan analisis ragam pada taraf $\alpha= 5\%$.



Gambar 2. Perkembangan rerata mortalitas larva *S. asigna* terhadap berbagai konsentrasi NPV.

26% - 100%. Hasil ini merupakan nilai mortalitas larva paling tinggi dibanding ketiga konsentrasi lainnya (0%; 1%; dan 2,5%). Dari hasil penelitian ini dapat dikatakan bahwa konsentrasi 5% merupakan konsentrasi yang terbaik dalam propagasi NPV.

Uji kisaran inang NPV-*S. asigna*

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa propagasi NPV-*S. asigna* tidak dapat dilakukan pada larva *Plutella*

xylostella, *Crocitolomia binotalis*, dan *Spodoptera litura*, ditandai dengan nilai mortalitas masing-masing larva sejak 1 MSA – 4 MSA hanya 0%. Sedangkan propagasi NPV-*S. asigna* pada larva *S. asigna* memberikan hasil yang cukup baik yaitu mortalitas larva tersebut berkisar 10% hingga 100%, terjadi sejak 1 MSA hingga 4 MSA. Hal ini menjadi dasar bahwa NPV-*S. asigna* tidak dapat dipropagasi di tubuh *Plutella xylostella*, *Crocitolomia binotalis*, dan *Spodoptera litura*.

Tabel 4. Rerata persentase mortalitas ketiga larva dengan konsentrasi NPV-*S. asigna* 5%.

No.	Perlakuan tetes suspensi NPV- <i>Setothosea asigna</i> 5% pada-	Pengamatan minggu ke- (MSA)			
		1	2	3	4
1.	larva <i>Plutella xylostella</i>	0 a	0 a	0 a	0 a
2.	larva <i>Crocitolomia binotalis</i>	0 a	0 a	0 a	0 a
3.	larva <i>Spodoptera litura</i>	0 a	0 a	0 a	0 a
4.	larva <i>Setothosea asigna</i>	10 b	65 b	80 b	100 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan analisis ragam pada taraf $\alpha= 5\%$.

Seperti diketahui sebelumnya, NPV menginfeksi lebih dari 400 spesies serangga, diantaranya hama sayuran seperti *Spodoptera litura*, *Plutella xylostella*, dan *Crociodolomia binotalis*. Hanya sedikit pada ordo Hymenoptera, Coleoptera, dan Neuroptera. Pada hama sayuran NPV merupakan salah satu anggota genus *Baculovirus*, famili *Baculoviridae* (Murphy *et al.*, 1995). Berdasarkan jumlah nukleokapsid, NPV dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu *single* nukleokapsid (SNPV) dan multi nukleokapsid (MNPV). Pada SNPV tiap envelop berisi satu nukleokapsid, sedangkan pada MNPV berisi lebih dari 1 – 200 nukleokapsid.

Pada umumnya SNPV mempunyai inang yang lebih spesifik dibandingkan dengan MNPV. Menurut Tinsley dan Kelly (1985) ciri khas NPV pada inang hama sayuran adalah adanya nukleokapsid berbentuk batang yang mengandung untaian DNA. Berbeda sekali dengan NPV-*S. asigna* (*Thosea asigna* virus/ TaV) yang tergolong ke dalam anggota famili Tetraviridae (Pringle *et al.*, 2001). Genom virus ini terdiri dari dua molekul *single-stranded* RNA (Pringle *et al.*, 2003). Hal ini karena adanya perbedaan strain asam nukleat antara virus dari famili *Baculoviridae* dengan *Tetraviridae* inilah yang menyebabkan proses infeksi *Thosea asigna* virus (TaV) tidak dapat terjadi di dalam tubuh larva *Plutella xylostella*, *Crociodolomia binotalis*, dan *Spodoptera litura*.

KESIMPULAN

Teknik propagasi NPV-*S. asigna* yang efektif adalah melalui cara tetes NPV ke dalam mulut larva dengan konsentrasi 5% pada larva *Setothosea asigna*.

DAFTAR PUSTAKA

- Azis, A. 2009. Kajian potensi virus *β -nudaurelia* untuk pengendalian hama ulat api (*Thosea asigna*) pada tanaman kelapa. Jurnal Penelitian Pertanian Terapan Vol. 9 (2): 90–94, Mei 2009. ISSN 1410 – 5020.
- Christians, P.D., S.J. Dorrian, K.H.J. Gordon, and T.N. Hanzlik. 2001. Pathology and properties of the tetravirus *Helicoverpa armigera stunt virus*. *Biol. Control* 20: 65-75.
- Irfan, B., I.W. Ekawati dan K. I. Sri. 2007. Prospek Nuclear Polyhedrosis Virus sebagai Agens Hayati Pengendali *Spodoptera litura*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Lubis, A.U. 2008. Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Indonesia. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Marihat, Pematang Siantar, Sumatera Utara.
- Mcintosh, A.H., J.J. Grasella, L. lua, and S.C. Braunagel. 2004. *Demonstration of the protective effects of fluorescent proteins in Baculoviruses exposed to ultraviolet light inactivation*. *Journal of Insect Science* 31: 1 – 9. 2004. Published by university of Wisconsin library.
- Murphy, F.A., C.M. Fauquet, D.H.L. Bishop, S.A. Ghabrial, A.W. Jarvis, G.P. Martelli, M.A. Mayo, and M.D. Summers,. 1995. Virus taxonomy; classification and nomenclature of viruses. Sixth report of the international committee on taxonomy of viruses. Wien Springer Verlag. New York. NY. 568 p.
- Pringle, F.M., J. Kalmakoff, and V.K. Ward. 2001. Analysis of the capsid processing strategy of *Thosea asigna* virus using baculovirus expression of virus-like particles. In the *Journal of general virology* 2001. Volume 82, pages 259–266.
- Pringle, F.M., K.N. Johnson, C.L. Goodman, A.H. Mcintosh, and L.A. Ball. 2003. Providence virus: a new member of the Tetraviridae that infects cultured insect cells. *Virology*, 306: 359 – 370 p.
- Pusat Penelitian Kelapa Sawit. 2003. Teknologi PHT untuk komoditas kelapa sawit. Marihat, Pematang Siantara, Sumatera Utara.
- Rahmadsyah, T.W.P. Agustinus, Nurbianto, M. Sugiharti, and H.K. Ilham. 2003. Integrated pest management of leaf pest in Tania Selatan Plantation. Indonesian Entomology Association Congress VI and Entomology Symposium: *Sustainable of Insect Management*. Cipayung, Indonesia.

- Rechcigl, J.E. and N.A. Rechcigl. 2000. Biological and Biotechnological Control of Insect Pest. Lewis Publishers, New York, Washington D.C.
- Reinganum, C., J.S. Robertson, and T.W. Tinsley. 1978. A new group of RNA Virus from insects. *J. Gen. Virol.* 40: 195–202.
- Sipayung, A. 1990. Virus (entomopatogen) sarana pengendali biologis hama daun kelapa sawit. Pematang Siantar, Sumatera Utara: Pusat Penelitian Perkebunan Marihat.
- Sudharto, P. 2001. The biological control of nettle caterpillar *Setothosea asigna* in oil palm plantations using entomopathogenic microorganisms, Newspaper of Iptek.
- Sudharto, P., L. Pane, A. Wahyu, and T. Liwang. 2005. The implementation integrated pest management to controlling nettle caterpillar and bagworm in plantation of Sinar Mas Group: Optimizing the conservation and utilization of biological agents. Proceeding of Technical meetings of Oil palm: The Health Maintenance of Oil Palm through Current Control Pests, Disease, Weeds, and Fertilizing Applications. Yogyakarta, 13 – 14 September 2005.
- Sugiharti, M., C.T. Ono, S. Ito, K. Asano, Y. Sahara, Pujiastuti, and H. Bando. 2010. Isolation of the *Thosea asigna* virus (TaV) from the epizootic *Setothosea asigna* larvae collected in South Sumatra and a study on its pathogenicity to Limacodidae larvae in Japan. *Journal of Insect Biotechnology and Serology* 79, 117-124. Japan: Hokkaido University.
- Susanto, A., P. Sudharto, R.Y. Purba, C. Utomo, A.F. Lubis, A.E. Prasetyo, A.P. Dongoran, dan Fahridayanti. 2006. Perlindungan tanaman kelapa sawit. Pematang Siantar, Indonesia.
- Susanto, A., C. Utomo, R.Y. Purba, A.E. Prasetyo, A.P. Dongoran, dan A.F. Lubis. 2007. Perlindungan tanaman kelapa sawit dari masa ke masa. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Marihat, Pematang Siantar, Sumatera Utara.
- Susanto, A., R.Y. Purba, dan A.E. Prasetyo. 2010. Hama dan penyakit kelapa sawit volume 1. PPKS Press, Medan.
- Tinsley, T.W. and D.C. Kelly. 1985. Taxonomy and nomenclatures of insect pathogenic viruses. 3–26 p. In: Maramorosch, K. and K.E. Sherman. (Eds.). *Viral Insecticides for Biological Control*. London: Academic Press.
- Wood, B.J. dan L. Cahyasiwi. 2009. Observasi pengaruh metode pengendalian selektif dan non-selektif pada hama ulat api *Setothosea asigna* (Lepidoptera: Limacodidae) di perkebunan kelapa sawit PT.Lonsum. Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit, 28-30 Mei 2009. Jakarta.