

Agen Hayati Nuclear Polyhedrosis Virus dan Potensinya dalam Mengendalikan Penggerek Buah Kapas *Helicoverpa armigera* Hubner

I.G.A.A. INDRAYANI

Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat
Indonesian Tobacco and Fiber Crops Research Institute
Jl. Karangploso Kotak Pos 199 Malang - Jawa Timur

ABSTRAK

Meningkatnya minat dalam pengendalian serangga hama secara non-kimiawi menimbulkan suatu dorongan untuk mengoptimalkan peran sumber daya hayati dalam menanggulangi masalah hama. Salah satu sumber daya hayati yang cukup potensial untuk mengendalikan serangan hama penggerek buah kapas adalah patogen serangga Nuclear Polyhedrosis Virus dari *H. armigera* (HaNPV). Efektivitas HaNPV terhadap hama sasaran telah diuji di laboratorium maupun lapangan. Sejumlah penelitian tentang potensi maupun efektivitas HaNPV secara tunggal maupun kombinasi dengan cara pengendalian yang lain juga telah dilakukan, termasuk kajian ekonominya. Penelitian pada kapas monokultur menunjukkan bahwa kombinasi HaNPV dan insektisida kimia efektif mengurangi penggunaan insektisida kimia sekitar 44.6% (2,1 liter/ha) dibanding jika hanya menggunakan insektisida kimia. Sedangkan pada tumpangsari kapas dan kedelai, penghematan insektisida kimia mencapai 30.2% (1.6 liter/ha) dengan peningkatan tambahan penerimaan atas biaya pengendalian hama sebesar 14.2%. Teknik produksi massal HaNPV secara sederhana saat ini telah tersedia, tetapi pengembangannya ke tingkat petani masih menemui hambatan.

Kata kunci: HaNPV, *H. armigera*, entomopatogen, kapas monokultur, kapas tumpangsari.

ABSTRACT

Biological agent Nuclear Polyhedrosis Virus and its potency in controlling cotton ballworm *Helicoverpa armigera* Hubner

The increase in non-chemical insect control causes the increase in the utilization of biological resources for controlling the insect pests. One of the potential biological resources to control the ball worm is entomopathogenic Nuclear Polyhedrosis Virus of *H. armigera* (HaNPV). The effectiveness of Ha NPV against the target insects was studied both in the laboratory and in the field. A number of research on the potency

and the effectiveness of Ha NPV either single application or in combination with other systems had been conducted including its economic study. The study on monoculture cotton showed that the combination of Ha NPV with chemical insecticide effectively reduced the utilization of chemical insecticide around 44.6% (2,1 liter/ha) compared with chemical insecticide alone. While on intercropping cotton with soybean, the decrease in the chemical insecticide utilization reached 30.2% (1,6 liter/ha) followed by the increase in the net income by 14.2%. The technique for simple mass production of Ha NPV has been available, but its utilization at farmer level is still limited.

Keyword: HaNPV, *H. armigera*, entomopathogen, monoculture cotton, intercropping cotton.

PENDAHULUAN

Tanpa metode pengendalian yang efektif, serangan serangga hama penggerek buah kapas, *H. armigera* masih berpotensi menurunkan produktivitas kapas. Umumnya serangan hama ini terlihat pada saat tanaman kapas mulai membentuk kuncup bunga, dan berlanjut hingga fase pembentukan buah. Menurut Soebandrijo *et al.* (1994), apabila serangan hama pada kapas, termasuk *H. armigera* berat, maka kerusakan yang ditimbulkan dapat mencapai 100%.

Pada awalnya pengendalian hama kapas dilakukan secara berkala dengan insektisida kimia sintetik, karena saat itu metode pengendalian secara kimiawi menguntungkan. Namun demikian, dampak jangka panjang pengendalian dengan insektisida kimia mengakibatkan banyak kerugian, terutama pencemaran terhadap lingkungan yang makin parah. Disamping itu, penggunaan insektisida kimia juga memicu

munculnya kembali hama-hama yang sudah lama menghilang sebagaimana dengan munculnya spesies hama-hama baru. Kerugian yang lain adalah terbunuhnya musuh alami (parasitoid dan predator) *H. armigera* dan berbagai spesies serangga berguna pada kapas, sehingga cukup potensial mengakibatkan ledakan populasi hama.

Atas dasar berbagai pertimbangan tersebut, maka minat terhadap cara-cara pengendalian hama yang efektif dan aman bagi lingkungan mulai meningkat, salah satunya adalah teknologi pengendalian hama secara hayati. Teknologi ini menawarkan cara pengendalian hama yang bernuansa ekologis, karena memanfaatkan potensi alam untuk mengatur ketidakseimbangan alam (*from nature to nature*), dalam hal ini ketidakseimbangan populasi serangga hama dengan musuh alaminya. Salah satu musuh alami serangga hama dari golongan mikroorganisme yang berpotensi mengendalikan serangga hama adalah virus (patogen) serangga nuclear polyhedrosis virus (NPV). Menurut Jones (1994), NPV merupakan agen pengendalian hama yang spesifik, efektif, dan aman, terutama untuk serangga yang bukan sasaran. NPV telah digunakan di berbagai negara untuk mengendalikan serangan serangga hama larva (ulat) yang sebagian besar dari ordo Lepidoptera (Winstanley dan Rovesti, 1993). Penelitian NPV, termasuk *H. armigera* NPV (HaNPV) dan *Spodoptera litura* NPV (SiNPV) pada kapas baru dikembangkan di Indonesia pada tahun 1988 melalui Proyek FAO. Pengembangan ini dimulai dengan melakukan eksplorasi isolat dari berbagai daerah pengembangan kapas, untuk mendapatkan strain NPV yang virulen dan memiliki efektivitas tinggi terhadap *H. armigera* maupun *S. litura*.

Tulisan ini bertujuan untuk menginformasikan tentang agen hayati nuclear polyhedrosis virus dan potensinya dalam pengendalian penggerek buah kapas *H. armigera*.

KARAKTERISTIK NUCLEAR POLYHEDROSIS VIRUS

Nuclear Polyhedrosis Virus (NPV) secara umum merupakan patogen serangga potensial dalam mengendalikan serangan serangga hama. Menurut Lacey dan Goettel (1995), lebih dari 500

spesies serangga diketahui berasosiasi dengan masing-masing NPV dari spesies tersebut dan 70% di antaranya berasal dari ordo Lepidoptera, dan sisanya dari ordo Hymenoptera, Diptera, Thysanura, Trichoptera, dan Crustacea (Federici, 1997). Sebagai parasit obligat, NPV hanya dapat hidup dan berkembang pada sel-sel hidup, sehingga pada inangnya yang sudah mati NPV bersifat inaktif. Patogen ini digolongkan ke dalam famili Baculoviridae dari genus Baculovirus. Menurut International Committee on Taxonomy of Viruses, hingga saat ini belum diketahui tingkat taksonomi virus serangga yang lebih tinggi dari famili.

Seperti umumnya virus, NPV tersusun dari asam nukleat (DNA) rantai ganda dengan protein pelindungnya yang berbentuk batang disebut kapsid (Tanada dan Kaya, 1993). Nukleokapsid (DNA dan kapsid) yang dikelilingi oleh lapisan lemak (*envelope*) ini disebut virion. Virion terdapat di dalam sebuah matrik protein segi banyak, sehingga disebut *polyhedral inclusion bodies* (PIB) atau polihedra. Berdasarkan jumlah nukleokapsid, NPV dapat dibedakan atas *single* NPV (SNPV) dengan satu nukleokapsid dan *multiple* NPV (MNPV) yang memiliki lebih dari satu nukleokapsid di dalam virionnya.

Menurut Tanada dan Kaya (1993), NPV sebagai agen hayati memiliki beberapa keunggulan yaitu: (1) spesifik, hanya menginfeksi spesies serangga tertentu sehingga aman bagi serangga lain yang berguna, (2) persisten dalam populasi inang rendah di lapangan, (3) persisten di alam (tanah, air, tanaman), (4) tetap efektif menginfeksi inang yang sudah resisten terhadap insektisida kimia, (5) tidak meninggalkan residu beracun di alam, dan (6) kompatibel dengan komponen pengendalian hama yang lain, termasuk insektisida kimia. Disamping memiliki berbagai keunggulan, kelemahan NPV yang utama adalah mudah diinaktifkan oleh paparan radiasi ultraviolet (UV) sehingga aktivitasnya menurun secara cepat (Ignoffo, 1994; Ignoffo dan Garcia, 1997). Spesifikasi tinggi terhadap inang juga merupakan kelemahan NPV sehingga tidak dapat mengendalikan spesies serangga hama yang lain. Disamping itu, NPV juga bersifat spesifik lokasi sehingga upaya mendatangkan NPV dari luar negeri untuk mengendalikan

spesies serangga hama lokal kemungkinan tidak berhasil secara maksimal.

MEKANISME INFEKSI NUCLEAR POLYHEDROSIS VIRUS

Infeksi NPV pada larva umumnya dimulai dari bagian usus tengah, karena NPV masuk ke dalam tubuh larva melalui mulut bersama-sama pakan. Di dalam usus tengah yang sifatnya lebih alkalis (pH 9.5-11.5), polihedra mudah terurai dan melepaskan virion. Selanjutnya virion menempel dan bergabung dengan sel-sel epitel kolumnar usus tengah (Possee *et al.*, 1993) untuk memulai infeksi. Di dalam sel-sel inang yang telah terinfeksi, DNA virus ditranslokasikan ke dalam inti sel (nukleus) dan melakukan replikasi di dalam nukleus sel-sel terinfeksi (Whittaker *et al.*, 2000). Replikasi awal NPV sebagian besar terjadi di dalam nukleus sel-sel usus tengah, kemudian berlanjut pada nukleus sel-sel organ yang lain, seperti hemokoele, badan lemak, trakea, hipodermis, sel-sel darah hingga seluruh sel terinfeksi (Kasamatsu dan Nakanishi, 1998). Kematian larva umumnya terjadi setelah seluruh sel terinfeksi, dan dari tubuh larva mati akan dihasilkan jutaan bahkan milyaran polihedra yang kemudian menjadi sumber infeksi secara horizontal bagi inang yang lain (Chapman *et al.*, 1999).

Umumnya *HaNPV* memerlukan waktu 3-5 hari untuk membunuh larva *H. armigera* instar awal (instar 1-3) dan 5-7 hari untuk larva instar akhir (instar 4-6). Kelambatan dalam membunuh larva merupakan sifat alami *HaNPV* sebagai faktor mortalitas serangga hama. Hal ini disebabkan *HaNPV* memerlukan masa inkubasi sebelum menimbulkan penyakit pada inang. Masa inkubasi tergantung umur atau instar larva yang diinfeksi. Pada larva instar awal, masa inkubasi *HaNPV* lebih singkat dibanding pada larva instar akhir sehingga apabila sisa umur larva instar akhir lebih singkat dibanding masa inkubasi *HaNPV*, maka larva dapat melanjutkan perkembangan hingga stadia pupa atau imago.

Larva yang terinfeksi *HaNPV*, terutama pada larva instar akhir umumnya ditandai dengan aktivitas makan yang makin menurun, gerakan makin lambat, kulit tubuh berwarna kehitaman dan mengkilat, tubuh membengkak dan tampak

kurang sehat, serta cenderung bergerak menjauhi sumber infeksi. Sedang pada larva instar awal, tanda-tanda tersebut lebih sulit diamati karena larva masih kecil. Oleh karena itu, untuk memastikan larva terinfeksi *HaNPV* dilakukan pengamatan dengan mikroskop cahaya untuk mengetahui ada tidaknya polihedra dalam tubuh larva.

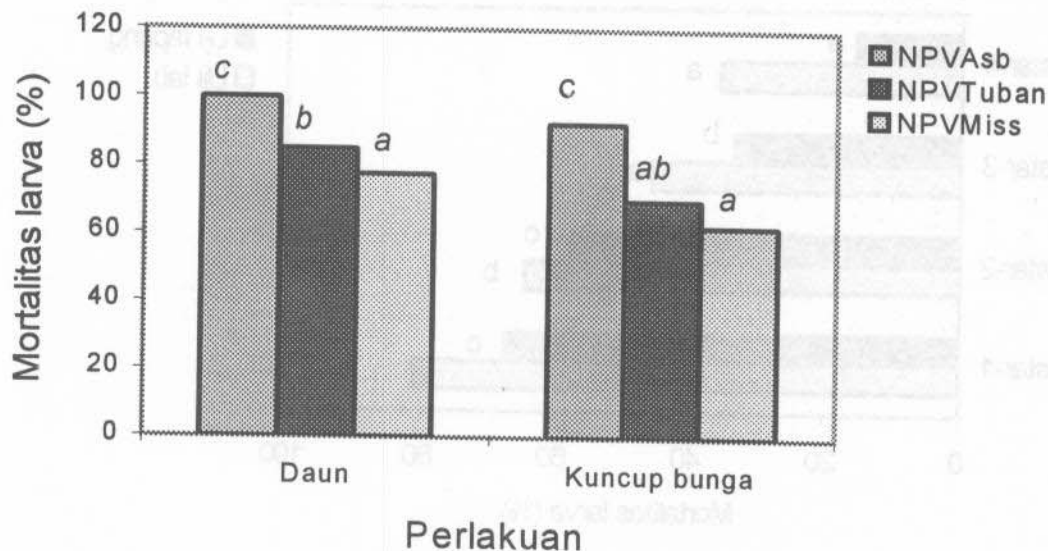
POTENSI NUCLEAR POLYHEDROSIS VIRUS UNTUK MENGENDALIKAN

H. armigera

Uji efektivitas strain *HaNPV*

Penelitian pemanfaatan *HaNPV* sebagai agen hayati pengendalian hama dimulai dengan melakukan eksplorasi strain isolat *HaNPV* ke berbagai daerah pengembangan kapas, terutama di Jawa Timur (Malang, Tuban, Asembagus), Jawa Tengah (Grobogan), dan NTB pada tahun 1988. Untuk mengetahui efektivitas setiap strain isolat yang dikoleksi, maka dilakukan pengujian pada larva inang di laboratorium dan juga dilakukan uji efektivitas antara isolat lokal dengan isolat koleksi dari luar negeri.

Penelitian *HaNPV* semi lapangan dengan menggunakan polybag dilakukan pada tahun 1989 adalah penelitian yang membandingkan efektivitas tiga strain *HaNPV* yaitu strain Tuban, Asembagus, dan Mississippi (Amerika Serikat). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan *HaNPV* strain Asembagus terhadap persentase mortalitas larva *H. armigera* instar 2 berbeda nyata dengan dua strain *HaNPV* lainnya (Tuban dan Mississippi), baik yang dilakukan pada media daun maupun kuncup bunga kapas (Gambar 1). Berdasarkan kemampuan membunuh larva sasaran, isolat-isolat lokal lebih berpotensi mengendalikan larva *H. armigera* dibanding isolat dari luar negeri. Hal ini kemungkinan ada kaitannya dengan sifat spesifik lokasi *HaNPV* yaitu isolat dari suatu daerah lebih efektif mengendalikan hama sasaran yang ada di daerah tersebut. Sedang terhadap spesies hama yang sama dari luar daerah tersebut, umumnya efektivitas *HaNPV* mengalami penurunan.



Gambar 1. Rata-rata mortalitas larva *H. armigera* instar 2 setelah diperlakukan beberapa strain *HaNPV* yang disemprotkan pada daun dan kuncup bunga kapas (Gothama dan Indrayani, 1989). (Huruf yang sama pada kelompok balok yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji BNT).

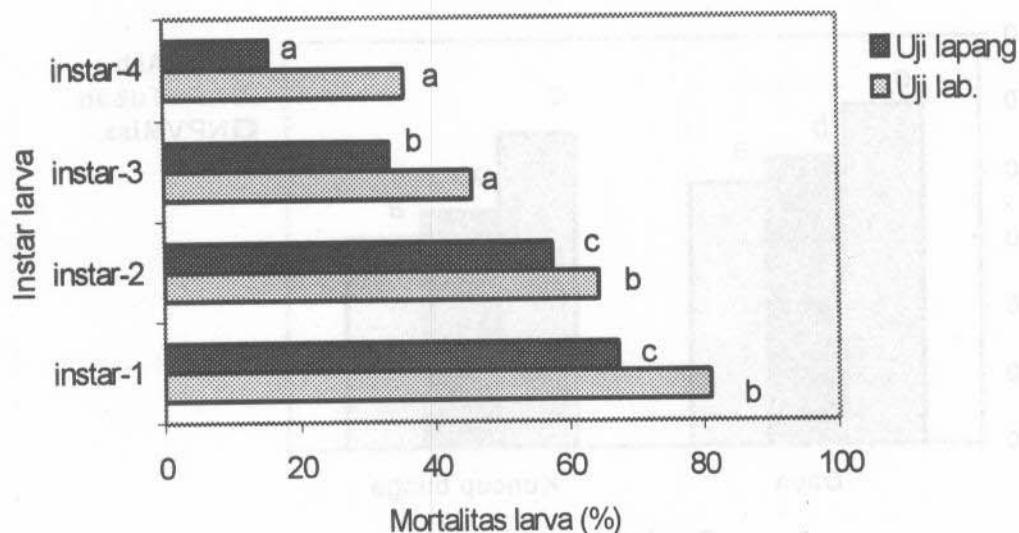
Persentase mortalitas larva pada perlakuan isolat strain Tuban lebih rendah dan berbeda nyata dengan mortalitas pada isolat strain Asembagus. Hal ini mungkin disebabkan sumber larva uji yang digunakan tidak berasal dari Tuban, tetapi dari Malang. Strain isolat Asembagus lebih patogenik terhadap larva inang, meskipun larva uji berasal dari Malang. Hal ini menunjukkan bahwa isolat *HaNPV* yang diisolasi dari daerah beriklim lebih ekstrim (suhu tinggi dan kelembaban rendah), seperti Asembagus, umumnya tetap efektif mengendalikan larva inang dari daerah lain seperti Malang yang kondisi lingkungannya lebih sejuk. Faktor lingkungan berperan penting pada persistensi *HaNPV* di lapangan. Hal ini menyebabkan isolat-isolat dari daerah beriklim ekstrim umumnya lebih mampu beradaptasi dan persisten pada hama sasaran dari daerah dengan suhu lingkungan lebih rendah dan kelembaban lebih tinggi seperti daerah Malang. Oleh karena itu, eksplorasi terhadap isolat *HaNPV* yang lebih efektif terus dilakukan.

Melalui skrining potensi isolat, sasaran penelitian selanjutnya difokuskan pada *HaNPV*

Asembagus (selanjutnya hanya disebut *HaNPV*) yaitu mulai dari uji efektivitas terhadap berbagai instar larva, pengaruh berbagai bahan pembawa formulasi terhadap efektivitas *HaNPV*, uji potensi produksi *HaNPV* per instar larva, dan uji efisiensi pengendalian hama pada kapas monokultur maupun tumpangsari dengan kedelai. Disamping itu, kompatibilitas *HaNPV* dengan komponen pengendalian hama yang lain juga diteliti untuk mengetahui apakah interaksi keduanya sinergis atau antagonis. Informasi ini penting untuk menghindari pengaruh antagonis dari perlakuan-perlakuan yang dikombinasikan, terutama yang menyebabkan menurunnya efektivitas pengendalian. Selain itu, menggunakan lebih dari satu agen pengendalian hayati secara kombinasi juga bermanfaat untuk mengurangi dosis atau konsentrasi yang harus digunakan, misalnya dengan mengatur dosis kombinasi berdasarkan dosis sublethal (LC_{25}) dan dosis lethal (LC_{50}).

Uji kepekaan instar larva terhadap *HaNPV*

Hasil penelitian kepekaan instar larva *H. armigera* terhadap infeksi *HaNPV* yang dilakukan



Gambar 2. Rata-rata persentase mortalitas larva *H. armigera* setelah diperlakukan *HaNPV* di laboratorium dan lapangan (polybag) (Gothama *et al.*, 1990).)
(Huruf yang sama pada kelompok warna balok yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji BNT)

tahun 1989 di laboratorium Hama Balittas menunjukkan bahwa respon larva *H. armigera* instar 1 dan 2 terhadap infeksi *HaNPV* lebih tinggi dibanding respon yang ditunjukkan larva instar 3 dan 4. Hal tersebut ditunjukkan dengan persentase mortalitas larva instar 1 dan 2 yang rata-rata lebih tinggi serta berbeda nyata dengan rata-rata persentase mortalitas larva instar 3 dan 4, baik dari hasil perlakuan di laboratorium maupun di lapangan (Gambar 2). Semakin awal instar larva terinfeksi *HaNPV*, maka semakin meningkat efektivitasnya terhadap hama sasaran. Hal ini disebabkan tingkat infeksi *HaNPV* dipengaruhi umur atau instar larva, terutama erat kaitannya dengan perubahan pH usus tengah larva (Milks *et al.*, 2000).

Secara umum, peningkatan umur larva diikuti peningkatan pH usus tengah (Stiles dan Paschke, 1980). Semakin awal instar larva, pH usus tengahnya mendekati pH optimal yang dibutuhkan patogen untuk melakukan replikasi yaitu pH 9.5-11.5 (Rothman dan Myers, 1996). Sebaliknya pada larva instar akhir, pH usus tengahnya juga meningkat hingga mencapai > pH 11.5. pH tinggi menyebabkan polihedra inaktif, atau aktivitas penguraian untuk melepas virion menurun. Penurunan efektivitas *HaNPV*

pada larva instar 3 dan 4 kemungkinan disebabkan meningkatnya pH usus tengah sehingga pH tersebut kurang optimal bagi perkembangan *HaNPV*.

Aplikasi (penyemprotan) *HaNPV* pada periode peneluran *H. armigera* di lapangan berpotensi meningkatkan efektivitas pengendalian. Hal ini disebabkan *HaNPV* yang mengkontaminasi permukaan telur secara cepat akan menginfeksi larva neonate (baru menetas). Infeksi terjadi setelah larva kecil memakan sebagian kulit telur (*chorion*) yang terkontaminasi *HaNPV* pada saat keluar dari dalam telur (Yu dan Brown, 1997).

Efisiensi pengendalian *H. armigera* dengan *HaNPV* pada kapas monokultur

Untuk mengetahui kelayakan ekonomis pengendalian *H. armigera* dengan *HaNPV* pada kapas, sebuah penelitian lapangan dilakukan pada tahun 1990 di Kebun Percobaan (sekarang Inlittas) Balittas di Karangploso Malang. Dalam penelitian ini penyemprotan *HaNPV* berdasarkan nilai ambang kendali yaitu 4 tanaman terserang dan ditemukan larva *H. armigera* per 25 tanaman contoh, dilakukan lebih awal yaitu pada 50-70 hari setelah tanam (hst). Sedangkan penyem-

Tabel 1. Efisiensi pengendalian *H. armigera* dengan *HaNPV* pada kapas

Perlakuan	Aplikasi (kali)		Kerusakan tanaman (%)	Hasil kapas (kg/ha)	Biaya pengendalian hama (bph) (Rp)	Tambahan penerimaan atas bph (Rp)	B/C rasio
	<i>HaNPV</i>	Endosulfan					
<i>HaNPV</i>	5.8	-	12.8 b	1 437 b	82 650	210 950	2.55
<i>HaNPV</i> +Endosulfan	2.2	2.6 (44.6%)*	9.9 a	1 835 c	124 900	387 500	3.10
Endosulfan	-	4.7	10.1 a	1 819 c	158 550	343 850	2.16
Kontrol	-	-	16.6 c	981 a	-	-	-

Keterangan: Angka didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%;

* Dibandingkan dengan perlakuan endosulfan.

Sumber : Indrayani dan Gothama, 1991.

protan endosulfan (insektisida yang direkomendasikan saat itu) dilakukan mulai 75-100 hst, juga berdasarkan nilai ambang kendali hama.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa frekuensi penyemprotan endosulfan pada perlakuan kombinasi *HaNPV*+endosulfan dapat dihemat sebanyak 2.1 kali dibanding penyemprotan hanya dengan endosulfan secara intensif sepanjang musim yang mencapai 4.7 kali. Sesuai dosis anjuran endosulfan saat itu $\pm 1,0$ L/ha, maka sebanyak 2.1 L/ha endosulfan yang dapat dihemat atau 44,6% dari total endosulfan yang digunakan (Tabel 1). Implikasi hasil penelitian ini adalah meningkatkan populasi predator *H. armigera* melalui pengurangan penggunaan endosulfan. Hal ini terlihat dari populasi musuh alami tersebut per tanaman yang terlihat lebih tinggi pada perlakuan dengan agen hayati atau kombinasinya dengan endosulfan, dibanding dengan populasinya pada perlakuan endosulfan saja (Tabel 2).

Tabel 2. Rata-rata populasi predator larva *H. armigera* setelah perlakuan *HaNPV*, endosulfan, dan kombinasinya.

Perlakuan	Populasi predator (ekor) per tanaman	
	<i>M. sexmaculatus</i>	Laba-laba
<i>HaNPV</i>	2.33 b	2.03 b
Endosulfan	1.25 a	1.25 a
<i>HaNPV</i> +endosulfan	2.34 b	2.08 b
Kontrol	2.79 b	2.29 b

Keterangan: Angka didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%.

Sumber : Indrayani dan Gothama, 1991.

Efisiensi pengendalian serangga hama dengan *Ha/SINPV* pada tumpangsari kapas dan kedelai

Pengendalian *H. armigera* dan *S. litura* pada tumpangsari kapas dan kedelai dengan pestisida kombinasi *Ha/SINPV*+endosulfan (dicampur) dilakukan di Kebun Percobaan Balittan Muneng, Probolinggo pada tahun 1993. Perlakuan kombinasi tersebut juga efektif mengurangi frekuensi penyemprotan sehingga dapat menghemat penggunaan endosulfan sekitar 30.2% (1.6 l/ha) dibanding penyemprotan secara intensif dengan endosulfan saja (Tabel 3). Keuntungan yang lain adalah meningkatnya tambahan penerimaan atas biaya pengendalian sebesar 14.2% dibanding dengan tambahan penerimaan pada pengendalian dengan endosulfan saja (Rp 734 800 - Rp 630 600), meskipun B/C rasio lebih rendah (4.98) dibanding B/C rasio endosulfan (5.95). Peluang meningkatnya efisiensi pengendalian hama dengan kombinasi *Ha/SINPV*+endosulfan cukup tinggi karena harga bioinsektisida *Ha/SINPV* relatif murah (Rp 75 000,-/100g/ha), sedangkan penggunaan insektisida kimia akan semakin tidak efisien dalam pengendalian hama kapas mengingat harga insektisida semakin mahal sehingga pada biaya pengendalian yang semakin tinggi menyebabkan tambahan penerimaan semakin berkurang. Meskipun saat ini endosulfan sudah tidak direkomendasikan lagi pada kapas, namun hasil penelitian ini bertujuan menginformasikan bahwa bioinsektisida *HaNPV* maupun *SINPV* dapat diaplikasikan secara bersamaan dengan insektisida kimia tanpa menimbulkan reaksi antagonis yang dapat me-

Tabel 3. Efisiensi pengendalian hama dengan NPV, insektisida kimia, dan kombinasinya pada tumpangsari kapas dan kedelai.

Perlakuan	Frekuensi Semprot (kali)	Hasil (ton/ha)		Biaya pengendalian hama (bph) (Rp)	Penerimaan (Rp)	Tambahan penerimaan atas bph (Rp)	B/C Rasio
		kp	kd				
HaNPV+SINPV	7.0	464.2 b	500.2 b	153 000	801 900	167 800	1.09
HaNPV+SINPV+Bt	6.3	551.1 c	581.7 c	227 850	942 500	234 450	1.03
HaNPV+SINPV+endosulfan	3.7	706.2 d	903.3 c	147 300	1 362 300	734 800	4.98
	(30.2%)*						
Bt	7.4	510.4 b	332.5 a	117 200	664 250	66 850	0.57
Endosulfan	5.3	602.8 c	625.0 d	106 000	1 216 800	630 600	5.95
Kontrol	-	282.3 a	296.7 a	-	480 200	-	

Keterangan : Angka didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%.

* dibanding dengan endosulfan

Sumber : Indrayani *et al.*, 1995)

nurunkan efektivitas pengendalian pada serangga hama sasaran. Sebaliknya, pengaruh racun insektisida kimia terhadap larva, terutama larva instar akhir akan memberikan keuntungan bagi *Ha/SINPV* karena larva yang mengalami gangguan fisiologis akibat racun insektisida kimia akan lebih mudah terinfeksi *Ha/SINPV*. Sinergisme antara *Ha/SINPV* dan insektisida kimia memberikan keuntungan ganda dalam pengendalian serangga hama, karena selain efektif mengendalikan hama sasaran (inang spesifik NPV), spesies serangga hama lain yang tidak terbunuh *Ha/SINPV* akan dibunuh oleh racun insektisida kimia.

Pengaruh *carrier* terhadap efektivitas *HaNPV* pada larva

Idealnya *HaNPV* diformulasi dalam bentuk bubuk atau *wettable powder* (WP), oleh karena itu diperlukan bahan-bahan pembawa (*carrier*) yang tepat, terutama yang tidak menyebabkan penurunan efektivitas. Penelitian efektivitas *HaNPV* yang diformulasi dengan beberapa bahan pembawa telah dilakukan di Laboratorium Hama Balittas pada tahun 1996. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan talk, kaolin, dan laktosum sebagai bahan pembawa formulasi tidak mengurangi efektivitas *HaNPV* terhadap larva *H. armigera* (Tabel 4). Persentase mortalitas larva *H. armigera* setelah perlakuan *HaNPV* yang diformulasi pada berbagai bahan pembawa rata-rata mencapai $\pm 90\%$ dan tidak menunjukkan

perbedaan nyata, kecuali dengan kontrol. Hal ini membuktikan bahwa efektivitas *HaNPV* terhadap larva tidak dipengaruhi ketiga bahan pembawa tersebut, karena patogen tetap efektif membunuh larva. Seperti yang dinyatakan oleh Yu dan Brown (1997) bahwa talk, kaolin, maupun laktosum merupakan *carrier* yang cukup baik untuk bahan formulasi berbagai bioinsektisida. Hal ini disebabkan partikel-partikel bahan pembawa tersebut tidak merusak polihedra, disamping juga daya lekatnya yang cukup kuat pada polihedra selama dalam penyimpanan. Selain itu, talk, kaolin, dan laktosum mudah diperoleh dan harganya pun relatif murah yaitu berkisar Rp 3 000 - Rp 10 000/kg, sehingga memformulasi *HaNPV* dengan bahan-bahan tersebut diharapkan dapat menekan biaya produksi dan meningkatkan efisiensi pengendalian.

Tabel 4. Rata-rata persentase mortalitas larva *H. armigera* instar 2 setelah diperlakukan *HaNPV* yang diformulasi pada berbagai bahan pembawa.

Perlakuan	Mortalitas larva (%)	LT ₅₀ (hari)
HaNPV (laktosum)	90.0 b	3.6 ab
HaNPV (talk)	90.0 b	4.4 b
HaNPV (kaolin)	94.0 b	4.0 ab
HaNPV (suspensi)	94.0 b	3.3 a
Kontrol (tanpa HaNPV)	2.0 a	-

Keterangan: Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%.

Sumber : Indrayani *et al.*, 1998.

Semua formulasi *HaNPV* memiliki kecepatan membunuh larva *H. armigera* (LT_{50}) yang relatif sama yaitu 3-4 hari setelah perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa bahan-bahan pembawa tersebut tidak memperpanjang masa inkubasi *HaNPV* di dalam tubuh inang yang berdampak pada penurunan efektivitas. Meskipun demikian, hingga kini masih terus dicari strain isolat *HaNPV* yang memiliki daya bunuh lebih tinggi dan lebih cepat, dan juga tidak hanya efektif pada larva instar awal tetapi juga efektif pada larva instar akhir.

Potensi produksi polihedra pada berbagai instar larva

Penelitian untuk menentukan dosis *HaNPV* secara ekivalen yang didasarkan atas potensi produksi polihedra setiap instar larva *H. armigera* dilakukan pada tahun 1997 di Laboratorium Hama Balittas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa larva *H. armigera* yang mati pada saat instar akhir menghasilkan polihedra lebih banyak dibanding yang mati pada saat instar awal (Tabel 5). Hal tersebut ada kaitannya dengan ukuran tubuh dan bobot larva. Semakin besar ukuran dan bobot larva yang mati akibat infeksi *HaNPV*, maka jumlah polihedra yang dihasilkan semakin meningkat. Hal ini disebabkan ukuran tubuh larva *H. armigera* instar 5-6 cukup besar sehingga dapat dianggap sebagai sebuah kantung polihedra yang di dalamnya tersimpan jutaan bahkan milyaran polihedra. Kondisi demikian menunjukkan bahwa semua sel tubuh larva telah terserang *HaNPV* dan mengalami pengenceran yang maksimal.

Tabel 5. Rata-rata produksi polihedra per instar larva *H. armigera* dan dosis larval equivalent (LE)

Instar larva saat mati terinfeksi <i>HaNPV</i>	Produksi polihedra ¹ (x 10 ⁹ PIB)	Dosis ekivalen (LE/ha)
Instar 3	0.60	1000
Instar 4	1.56	385
Instar 5	2.50	240
Instar 6	3.80	158

Keterangan: ¹ Rata-rata dari 10 larva.

Sumber: Indrayani *et al.*, 1998.

Apabila potensi produksi tersebut dikonversi menjadi LE yang setara dengan konsentrasi *HaNPV* pada kapas per hektar sebanyak 6×10^{11}

PIB/ha, maka dengan menggunakan larva instar 3-4 terinfeksi dibutuhkan 385-1000 LE/ha. Tetapi jumlah tersebut berkurang menjadi 158-240 LE/ha apabila yang digunakan adalah larva *H. armigera* instar 5-6 terinfeksi. Metode LE ini sudah diterapkan secara intensif pada berbagai penelitian lapangan di luar negeri (Sanap dan Pawar, 1998; Balikpapan dan Sattigi, 2000; Kulat *et al.*, 2001), karena aplikasinya lebih mudah dan praktis. Larva terinfeksi yang digunakan dapat diambil dari lapangan setelah penyemprotan atau dari koloni di laboratorium perbanyak *HaNPV*. Caranya adalah dengan menghancurkan atau menggerus larva yang mati karena infeksi NPV, kemudian menyaring 2-3 kali dengan kain kasa untuk memperoleh suspensinya. Selanjutnya, suspensi langsung dapat disemprotkan ke lapangan. Satu minggu setelah penyemprotan dilakukan pengumpulan larva terinfeksi baik dalam keadaan hidup maupun mati, dan kemudian diproses menjadi suspensi sebagaimana proses pembuatan suspensi sebelumnya. Pengumpulan larva terinfeksi akan lebih mudah dilakukan apabila populasi larva di lapangan cukup tinggi. Sistem prosesing dan aplikasi *HaNPV* ini disebut juga sistem daur ulang.

KENDALA DAN MASA DEPAN PENGENDALIAN HAMA DENGAN NUCLEAR POLYHEDROSIS VIRUS

Meskipun *HaNPV* pada kapas telah diteliti sejak tahun 1988, tetapi hingga saat ini produksi masal pada tingkat komersial belum tercapai. Sebagaimana proses pemasaran insektisida kimia, produk-produk bioinsektisida juga memerlukan ajang sosialisasi ke pengguna sebelum mencapai tingkat komersialisasi. Sosialisasi dititikberatkan pada pemahaman cara kerja bioinsektisida tersebut, sehingga pengguna dapat membedakannya dengan cara kerja insektisida kimia. Selain itu, dampak positif maupun negatif penggunaan bioinsektisida, khususnya *HaNPV*, perlu dipahami secara benar mengingat potensinya yang tinggi dalam pengendalian hama bernuansa ekologis.

Secara teknis produksi *HaNPV* tidak sulit, tetapi secara non teknis ditentukan ketersediaan biaya yang cukup tinggi, khususnya dalam pengadaan bahan pakan buatan inang larva yang

harganya relatif mahal. Produktivitas *HaNPV* yang dicapai saat ini relatif rendah yaitu sekitar 1-2 kg untuk menyemprot lahan seluas 5-10 hektar yang pembuatannya membutuhkan waktu $\pm$ 3 minggu, termasuk pemeliharaan larva inang. Mengingat potensinya yang cukup tinggi, maka produksi massal merupakan salah satu faktor pendukung keberhasilan pengembangan hingga tingkat pengguna. Faktor lain yang juga mendukung upaya pengembangan pemanfaatan *HaNPV* secara luas adalah dapat disimpan dalam jangka waktu cukup lama (3 - 5 tahun), terutama dengan suhu penyimpanan $< 0^{\circ}\text{C}$, dan dapat diformulasi dalam bentuk tepung (WP). Hal ini merupakan salah satu kelebihan *HaNPV* dibanding agen hayati lain, khususnya parasitoid dan predator. Hal ini menunjukkan bahwa *HaNPV* dapat digunakan kapan saja jika diperlukan. Melalui tulisan ini diharapkan di masa mendatang ada perkembangan lebih baik dalam upaya memasyarakatkan pengendalian serangga hama secara hayati dengan bioinsektisida lokal yang ramah lingkungan ini.

Penggunaan teknologi modern seperti rekayasa genetika untuk mempercepat daya bunuh NPV secara umum terhadap inang telah diterapkan di beberapa negara seperti Amerika Serikat dan Australia. Tetapi hingga saat ini hasil-hasil penelitian tersebut belum disebar luaskan, karena masih terus diteliti khususnya yang berkaitan dengan dampak negatif yang mungkin ditimbulkan terhadap lingkungan. Rekayasa genetika merupakan salah satu upaya meningkatkan efektivitas NPV dan mempersingkat waktu membunuhnya pada larva inang. Salah satu rekayasa genetika yang telah dicoba adalah memindahkan gen organisme lain pembawa sifat racun yang tinggi, misalnya gen kalajengking (scorpion) dan laba-laba beracun, pada gen virus serangga (Possee *et al.*, 1993; Horrison dan Bonning, 2000), disamping juga untuk memperluas kisaran inang NPV (Hawtin dan Possee *et al.*, 1993). Namun demikian rekayasa genetika bukanlah satu-satunya cara untuk meningkatkan efektivitas maupun daya bunuh NPV. Masih ada cara konvensional yang dapat dilakukan yaitu dengan memanfaatkan kompatibilitas yang sinergis antara NPV dan insektisida kimia atau pestisida nabati ekstrak biji mimba (Murugan *et al.*, 1998; Wanjari *et al.*, 1998; Indrayani, *et al.*,

2003). Pertimbangan tersebut memunculkan harapan besar untuk lebih meningkatkan eksplorasi sumber daya alam potensial, khususnya tumbuhan yang dapat digunakan sebagai bahan aditif pada aplikasi bioinsektisida.

KESIMPULAN

HaNPV sangat potensial sebagai agen pengendalian larva *H. armigera* pada kapas, karena efektivitasnya yang tinggi terhadap larva instar 1 dan 2. Kombinasinya dengan insektisida kimia (endosulfan) efektif mengurangi penggunaan insektisida kimia hingga 30-45% baik pada kapas monokultur maupun tumpangsari dengan kedelai. Kendala produksi masal *HaNPV* secara *in vivo* adalah keterbatasan biaya dalam perbanyakan inang dengan pakan buatan, sehingga pemanfaatan *HaNPV* belum berkembang luas hingga ke tingkat petani/pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- Balikai, R.A. and H.N. Sattigi. 2000. Management of sunflower head borer by using bioinsecticide alone and in combination with insecticide. *Agricultural Science Digest*, 20 (2): 110-111.
- Chapman, J.W., W. Trevor, E. Ana, C. Primitivo, C. R. Cave, and D. Goulson. 1999. Age-related cannibalism and horizontal transmission of a nuclear polyhedrosis virus in larval *Spodoptera frugiperda*. *Ecological Entomology* 24 (3): 268-275.
- Federici, B.A. 1997. *Insect Pathogens: Baculovirus*. Midwest Institute for Biological Control. 45pp.
- Gothama, A.A.A. dan IG.A.A. Indrayani. 1989. Potensi tiga nuclear polyhedrosis virus untuk pengendalian *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) pada kapas. *Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat* 4 (2): 69-78.
- Gothama, A.A.A., IGAA. Indrayani, dan Tukimin. 1990. Kepekaan empat instar larva *Helicoverpa armigera* terhadap nuclear polyhedrosis virus dan *Bacillus thuringiensis* Berliner pada kapas. *Jurnal Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat*, 5 (2) : 82-91.

- Hawtin, R.E. and R.D. Possee. 1993. Genetic manipulation of the baculovirus genome for insect pest control, pp. 179-195. In: Beckage, N.E., S.N. Thompson, and B.A. Federici (eds.) *Parasites and pathogens of Insects 2: Pathogens*, Academic Press, London.
- Horrison, R.L. and B.C. Bonning. 2000. Use of scorpion neurotoxins to improve the insecticidal activity of *Rachiplusia ou* multi-capsid nucleopolyhedrosis. Entomology Department, Iowa State University. pp 1.
- Ignoffo, C.M. 1994. Antioxidant and oxidative enzyme effects on the inactivation of inclusion bodies of the *Heliothis baculovirus* by simulated sunlight-UV. *Environ. Entomol.* 23: 1025-1029.
- Ignoffo, C.M. and C. Garcia. 1997. Simulated sunlight-UV sensitivity of experimental dust formulations of the nuclear polyhedrosis virus of *Helicoverpa/Heliothis*. *J. Invertebr. Pathol.* 67: 192-194.
- Indrayani, IGAA. dan A.A.A. Gothama. 1991. Efisiensi pengendalian *Helicoverpa armigera* (Hubner) dengan nuclear polyhedrosis virus dan insektisida pada kapas. *Pemberitaan Penelitian Tanaman Industri*, 17 (2) : 37-42.
- Indrayani, IG.A.A., Subiyakto, dan G. Kartono. 1993. Teknik perbanyakan *Helicoverpa armigera* nuclear polyhedrosis virus (HaNPV). *Prosiding Simposium Patologi Serangga I*, hal. 163-170.
- Indrayani, IGAA., Subiyakto, A.A.A. Gothama, dan Suprpto. 1995. Efisiensi biaya pengendalian *H. armigera* dan *S. litura* pada tumpangsari kapas dan kedelai. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 1 (1): 30-37.
- Indrayani, IGAA., D. Winarno, M. Sholeh, dan Hariyanto. 1998. Penentuan dosis, waktu, dan cara penyemprotan NPV dan Bt pada hama kapas. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 3 (5-6): 174-180.
- Indrayani, IG.A.A., D. Winarno, Subiyakto, A. Salim, dan Suprpto. 2003. Kompatibilitas serbuk biji mimba dengan NPV dan insektisida kimia betasiflutrin dalam pengendalian *H. armigera* pada kapas. *Hasil Penelitian*. 17 hal.
- Jones, K.A. 1994. Use of baculoviruses for cotton pest control. pp. 445-467. In Matthews, D.J. and J. Tunstall (Eds) *Insect Pests of Cotton*. CAB International, Wallingford.
- Kasamatsu, H. and A. Nakanishi. 1998. How do animal DNA viruses get to the nucleus? *Annu. Rev. Microbiol.* 52: 627-686.
- Kulat, S.S., V.N. Nandawar, and N.N. Zade. 2001. Evaluation of insecticide and some biotechnique for the management of *Helicoverpa armigera* (Hubn.) on chickpea. *J. Appl. Zoo. Res.* 12 (2-3): 189-190.
- Lacey, L.A. and M.S. Goettel. 1995. Current developments in microbial control of insect pests and prospects for the early 21st century. *Entomophaga* 40 (1): 3-27.
- Milks, L.M., I. Burnstyn and J.H. Myers. 2000. Influence of larval age on the lethal and sublethal effects of the nucleopolyhedrosis virus of *Trichoplusia ni* in the cabbage looper. *Biological Control*, 12 (2): 119-126.
- Murugan, K., S. Sivaramakhrisnan, N.S. Kumar, D. Jeyabalan, S.S. Nathan, A. Pandey, C.R. Soccol and V.K. Josh. 1998. Synergistic interaction of botanicals and biocides nuclear polyhedrosis virus on pest control. *J. Scientific and Industrial Research*, 57: 10-11.
- Possee, R.D., P.J. Cayley, J.S. Cory, and D.H.L. Bishop. 1993. Genetically engineered viral insecticides: New insecticides with improved phenotypes. *Pesticide Science* 39 (2): 109-115.
- Rothman, L.D. and J.H. Myers. 1996. Debilitating effects of viral diseases on host Lepidoptera. *J. Invertebr. Pathol.* 67: 1-10.
- Sanap, M.M. and V.M. Pawar. 1998. Integrated management of *Helicoverpa armigera* on gram (*Cicer arietinum*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 68 (3): 162-164.
- Soebandrijo, Nurindah, IG.A.A. Indrayani dan A.M. Amir. 1994. Pengendalian serangga hama kapas di Indonesia. *J. Litbangtan* 13 (2): 53-58.
- Stiles, B. and J.D. Paschke. 1980. Midgut pH in different instars of three *Aedes* mosquito species and the relation between pH and susceptibility of larvae to a nuclear polyhedrosis virus. *J. Invertebr. Pathol.* 35 : 58-64.

Tanada, Y. dan H.K. Kaya. 1993. Insect Pathology. Academic Press, San Diego, California.

Wanjari, R.R. G.D. More, N.R. Supare, K.S. Turkar, and V.K. Argarkar. 1998. Management of *Helicoverpa armigera* (Hubn.) on chickpea with some herbal, chemical and bio-pesticides. J. Soils and Crops, 8 (1) : 34-37.

Whittaker, G.R., M. Kann, and A. Helenius. 2000. Viral entry into the nucleus. Annu. Rev.

Cell Dev. Biol. 16: 627-651.

Winstanley, D. and L. Rovesti. 1993. Insect viruses as biocontrol agents. pp. 105-136 In Jones, D.G. (Ed.) Exploitation of Micro-organisms. Chapman and Hall, London.

Yu, Z. and G.C. Brown. 1997. Autodissemination of beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) baculovirus under laboratory conditions. J. Econ. Entomol. 90 (5): 1187-1194.