

**TANGGAPAN *HELICOVERPA ARMIGERA* TERHADAP INFEKSI SUBLETAL
NUCLEAR POLYHEDROSIS VIRUS DAN DAMPAKNYA
TERHADAP LAJU REPRODUKSI**

**RESPONSE OF *HELICOVERPA ARMIGERA* TO SUBLETHAL INFECTION
OF NUCLEAR POLYHEDROSIS VIRUS AND ITS IMPACT
TO REPRODUCTION RATE**

Gita Pawana
Politeknik Pertanian Negeri Jember
Tjandra Anggraeni
Jurusan Biologi ITB
Anna Laksanawati H.D.
Balitsa Lembang

ABSTRACT

The study on responses of Helicoverpa armigera Hbn. to sublethal HaNPV (H. armigera nuclear polyhedrosis virus) infection was carried out in the laboratory. The reproduction rate was scrutinized as their impact of HaNPVs exposures. Fifth instar of H. armigera larval was orally infected on sublethal serial dilution of HaNPV (1,800; 180; 18; 1.8; 0.18; 0.018 ppm from stock concentration of 1.1×10^9 PIB per ml suspension). A significantly female pupal weight forms the response of H. armigera to sublethal HaNPV infection on the concentration tested. However larval period, male pupal weight, pupal period, oviposition period, life span of imago, fecundity, fertility and survival did not significantly form the response of H. armigera to sublethal HaNPV infection. All treatment showed lower reproduction rate compared to the untreated, especially reproduction rate based on either debilitating effect and mortality or just based on debilitating effect.

Key word: Helicoverpa armigera, response, reproduction rate, HaNPV.

INTISARI

Kajian respons *Helicoverpa armigera* Hbn. terhadap infeksi subletal virus polihedral inti *Helicoverpa armigera* (HaNPV) telah dilakukan di laboratorium. Laju reproduksi dicermati sebagai dampak pendedahan HaNPV. Larva instar V *H. armigera* diinfeksi melalui pakan yang dikontaminasi HaNPV pada seri pengenceran subletal (1.800; 180; 18; 1,8; 0,18; 0,018 ppm dari konsentrasi sediaan $1,1 \times 10^9$ PIB per ml suspensi). Pada konsentrasi yang diuji, berat pupa betina secara nyata merupakan tanggapan *H. armigera* terhadap infeksi subletal HaNPV, sedangkan periode larva, berat pupa jantan, periode pupa, rentang hidup, periode oviposisi, fekunditas, persentase penetasan telur dan kelulushidupan, tidak secara nyata merupakan tanggapan *H. armigera* terhadap infeksi subletal HaNPV. Dibandingkan dengan kontrol, pada semua tingkat konsentrasi yang diuji menunjukkan laju reproduksi yang lebih rendah, terutama laju reproduksi atas dasar *debilitating effect* saja atau laju reproduksi atas dasar *debilitating effect* dan mortalitas.

Kata kunci: *Helicoverpa armigera*, tanggapan, laju reproduksi, HaNPV

PENGANTAR

Virus serangga khususnya *Baculovirus* merupakan entomopatogen yang berpotensi

tinggi sebagai agen pengendali hayati, hal ini disebabkan secara alami *Baculovirus* khususnya virus polihedral inti (NPV) sering mengakibatkan *epizootic* dalam

populasi Lepidoptera (Martignoni, 1999; O'Reilly, 1995; Rothman & Myers, 1994; 1996), karena mempunyai virulensi yang tinggi dan menginduksi infeksi yang mematikan (Entwistle & Evans, 1985; Rothman & Myers, 1994).

Sisi lain dari entomopatogen khususnya virus serangga adalah selain kemampuannya membunuh inang yang merupakan akibat langsung karena keberadaan dan aktivitas biologinya juga potensi *debilitating effect*, (pengaruh yang melemahkan) yaitu dampak infeksi yang tidak berpengaruh langsung atau nyata terhadap kematian. Secara umum *debilitating effect* ini adalah perubahan kualitas inang, seperti perubahan tingkat kepekaan terhadap patogen lain ataupun penurunan kapasitas reproduksi, fertilitas, nisbah kelamin dan ukuran tubuh yang lebih rendah (Evans & Entwistle, 1987; Rothman & Myers, 1996), bahkan "*debilitating effect*" ini mempunyai peranan yang penting dalam dinamika populasi Lepidoptera (Rothman & Myers, 1996).

Fakta lain menunjukkan bahwa pupa dan dewasa Lepidoptera dapat menjadi resisten terhadap NPV karena adanya *maturation resistance* yaitu dengan bertambahnya umur terjadi peningkatan ketahanan atau penurunan kerentanan. Interaksi kompleks antara patogen dan inang bekerja saat inang mengalami metamorfosis, yang mempengaruhi ekspresi gen virus dalam jaringan pupa atau dewasa yaitu berubahnya sistem hormon/kimia atau perubahan struktur sel yang *permissive* untuk replikasi virus menjadi struktur sel yang *semi-permissive* atau *non-permissive* (Murray *et al.*, 1991). Terjadinya tanggapan tersebut mungkin diawali oleh transkripsi dan ekspresi gen inang yang keberadaannya diatur oleh ecdisteroid.

Ecdisteroid berperan sebagai substansi yang terlibat dalam mekanisme pertahanan terhadap patogen dengan cara menginduksi kematian sel atau jaringan dengan lebih

cepat sehingga berpengaruh langsung terhadap kelanjutan replikasi virus (O'Reilly, 1995). Hal ini secara tidak langsung didukung oleh fakta, bahwa jika 20-*hydroxyecdysone* diinjeksikan pada *Heliothis virescens* yang terinfeksi *Baculovirus*, akan terjadi kelambatan penyerangan dan penurunan mortalitas, atau *maturation resistance* (Murray *et al.*, 1991).

Berdasarkan uraian di atas, untuk lebih dapat berdayaguna sebagai agen pengendali hayati, maka perlu dikaji lebih lanjut tentang tanggapan serangga inang dan dampak dari tanggapan tersebut akibat infeksi yang tidak mematikan.

Pengkajian hal ini perlu dilakukan karena sangat mungkin virus serangga yang sampai ke sasaran tidak berada pada kondisi yang dapat mematikan, sebab tingkat virulensi virus tergantung pada konsentrasi *polyhedral inclusion bodies* (PIBs) yang diterima sasaran, instar stadium larva sasaran (Bonning & Hammock, 1996; Flipsen, 1995; Sutarya, 1995), intensitas sinar ultra violet yang diterima virus serangga (Shapiro & Argauer, 1995; Sutarya, 1996) atau ketahanan sasaran (Fuxa, 1993).

BAHAN DAN METODE

Serangga uji. Dalam penelitian ini digunakan larva instar V *Helicoverpa armigera* generasi F2, dari larva induk yang diperoleh dari areal pertanaman jagung milik Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa) Cikole, Lembang, Bandung. Pengujian dilakukan terhadap larva *H. armigera* instar V (terakhir) yang baru berganti kulit (kurang dari 24 jam setelah berganti kulit) dan belum makan.

Isolat NPV. Isolat NPV yang digunakan adalah hasil isolasi dari larva yang mati

karena infeksi NPV, yang diambil dari areal pertanaman jagung milik Balitsa. Isolat tersebut kemudian diperbanyak secara *in vivo* pada larva instar IV *H. armigera*. Kemudian untuk memperoleh PIB dilakukan pemurnian dengan metode O'Reilly *et al.* (1994), yang selanjutnya hasil pemurnian tersebut dijadikan sebagai sediaan suspensi PIB.

Pemeliharaan larva. Larva yang diperoleh dari lapangan dipelihara secara individual dalam laboratorium dengan menggunakan wadah plastik silinder yang berdiameter 4,5 cm dan tinggi 5,5 cm, dengan periode gelap dan terang secara natural tropis atau masing-masing 12 jam, rentang kelembapan relatif 62 sampai 96% dan rentang temperatur 21 sampai 27°C. Pemeliharaan dilakukan dengan pakan alami (buncis). Untuk menghindari kontaminasi, sebelum dipakan terlebih dahulu buncis disucikan dengan menggunakan *sodium hypochlorit* 0,3% (Rothman & Myers, 1994). Setiap hari dilakukan penggantian pakan dan bersamaan dengan itu dilakukan pembersihan kotoran ulat dari wadah pemeliharaan, sehingga kondisi lembab di dalam wadah dapat dihindari.

Pupa yang diperoleh ditentukan jantan dan betinanya. Setelah serangga dewasa muncul, dimasukkan ke dalam kandang perkawinan, yang terbuat dari stoples plastik silinder, yang berdiameter 14 cm dan tinggi 14,5 cm yang dilengkapi dengan larutan gula 10% yang diserapkan pada kapas sebagai pakan ngengat. Bagian atas stoples plastik ditutup dengan kain kasa sebagai tempat peletakan telur yang selanjutnya diganti apabila telah padat terisi telur, dan setiap kandang diisi dua pasang ngengat. Kemudian telur yang diperoleh ditetaskan kembali yang selanjutnya dipelihara dengan cara yang sama.

Uji toksisitas. Tahapan penelitian yang dilakukan pertama kali adalah menentukan

toksitas suspensi PIB. Beberapa tingkat konsentrasi suspensi PIB yang digunakan dalam pengujian toksisitas merupakan hasil pengenceran berseri dengan kelipatan 10^{-1} . Ditemukan bahwa suspensi dengan konsentrasi PIB sebesar 2×10^5 PIB/ml dapat menyebabkan kematian 50% dari populasi serangga uji dengan persentase mortalitas terkoreksi 48,28% (Priharyanto, 1993). Oleh karenanya konsentrasi PIB yang digunakan untuk menentukan toksisitas adalah hasil pengenceran sediaan suspensi PIB yang setara dengan konsentrasi tersebut (2×10^5 PIB/ml suspensi) kemudian konsentrasi di atasnya dan konsentrasi-konsentrasi di bawahnya. Persentase mortalitas diamati sampai terbentuknya pupa.

Pengujian toksisitas dilakukan dengan memberikan pakan yang dikontaminasi PIB, yaitu buncis sebagai pakan dipotong sepanjang 3 cm kemudian direndam selama lima menit pada masing-masing konsentrasi yang ditentukan. Setelah pakan tersebut habis (setelah 24 jam) selanjutnya diberikan pakan seperti biasanya (tanpa dikontaminasi). Jumlah individu serangga yang digunakan sebanyak 30 ekor untuk setiap konsentrasi. Jika pengujian toksisitas ini memberikan nilai χ^2 (*chi square*) yang lebih rendah dari tabel maka selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap variabel-variabel yang diukur, jika tidak (lebih besar dari tabel) maka pengujian diulang kembali sampai diperoleh nilai yang lebih rendah.

Variabel tanggapan yang diduga sebagai tanggapan inang terhadap infeksi subletal NPV adalah perubahan periode larva instar V, berat pupa, periode pupa, rentang hidup ngengat, periode oviposisi, telur yang dihasilkan (keperidian), persentase penetasan telur (viabilitas telur) dan kelulushidupan. Dari data variabel tanggapan yang diperoleh dihitung dengan menggunakan rancangan acak lengkap dengan tingkat konsentrasi PIB sebagai

perlakuan, selanjutnya jika di antara perlakuan memberikan hasil yang berbeda dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan.

Laju reproduksi. Laju reproduksi R_o ditentukan dari data variabel-variabel tanggapan yang berkaitan erat dengan laju reproduksi, sebagai dampak dari perubahan tanggapan tersebut akibat infeksi NPV yang tidak mematikan. Laju reproduksi R_o , yaitu berapa kali populasi dapat berganda dalam generasi tersebut, menurut Southwood (1991, *cit.* Rothman & Myers, 1996), ditentukan atas laju reproduksi karena pengaruh mortalitas R_o (m), laju reproduksi karena *debilitating effect* R_o (d), dan laju reproduksi karena pengaruh keduanya R_o (m+d).

Adapun formula untuk laju reproduksi adalah:

$$\begin{aligned} R_o &= S \cdot F \cdot Sr \cdot V \\ R_o(m) &= St \cdot Fk \cdot Sr \cdot Vk \\ R_o(d) &= Sk \cdot Ft \cdot Sr \cdot Vt \\ R_o(m+d) &= St \cdot Ft \cdot Sr \cdot Vt \end{aligned}$$

Sedangkan persentase perubahan laju reproduksi karena perlakuan diformulasikan dengan:

$$100 \times [1 - R_o(\text{perlakuan}) / R_o(\text{kontrol})]$$

dengan S : persentase kelulushidupan
V: viabilitas telur
F: keperidian
t : perlakuan
Sr: nisbah kelamin betina
k : kontrol

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penghitungan dengan metode *counting chamber* dari hasil purifikasi, konsentrasi yang diperoleh adalah $1,1 \times 10^9$ PIB per ml suspensi, yang selanjutnya dijadikan sebagai sediaan

suspensi PIB. Adapun data mortalitas serangga uji yang diperoleh pada masing-masing tingkat konsentrasi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Mortalitas pada masing-masing tingkat konsentrasi yang diuji

Tingkat konsentrasi (ppm dari stok)	Jumlah larva yang mati	% mortalitas dari 30 serangga uji
9100	17	57
1800	14	46
910	9	30
180	8	27
18	3	10
1,8	3	10
0,18	2	7
0,018	1	3
0 (kontrol)	0	0

Dari hasil pengujian toksisitas isolat HaNPV terhadap larva instar V *H. armigera* dengan menggunakan *software* POLO-PC, diperoleh nilai LC 50 yang terletak pada selang tingkat konsentrasi 1748,4 ppm sampai 81425 ppm dari konsentrasi sediaan suspensi PIB (*fiducial limit* 95%). Dari pengujian tersebut diperoleh nilai χ^2 sebesar 2,9655. Nilai χ^2 ini lebih kecil dari nilai χ^2 tabel yaitu 14,067 pada $\alpha = 5\%$, yang berarti pada tiap tingkat konsentrasi suspensi, respons yang seragam telah diberikan oleh serangga uji pada tiap tingkat konsentrasi suspensi PIB.

Berdasarkan hasil pengujian toksisitas tersebut, variabel tanggapan yang diukur adalah variabel tanggapan yang diperoleh dari tingkat konsentrasi 1800; 180; 18; 1,8; 0,18; 0,018 ppm dari konsentrasi sediaan suspensi PIB, yang merupakan tingkat konsentrasi subletal pada dan di bawah LC 50.

Adapun hasil pengamatan dan analisis varian variabel tanggapan, laju reproduksi dan perubahan laju reproduksi sebagai dampak akibat infeksi NPV yang tidak mematikan tersebut, dapat dilihat pada tabel 2, serta pada gambar 1, dan 2, yaitu grafik laju reproduksi dan perubahan laju reproduksi.

Tabel 2. Rata-rata variabel tanggapan karena pengaruh infeksi subletal NPV

ppm dari stok	PL (hari)	BPj (mg)	BPb (mg)	PP (hari)	RH (hari)	PO (hari)	K (butir)	PT (%)	Klh (%)
0	7,73±0,80a	330,44±28,41a	317,62±41,94a	13,66±0,97a	18,00±4,70a	12,0±3,6a	1947±987a	42,6 ±23,60a	22,5± 9,57a
0,018	8,33±1,17a	354,11±37,15a	350,37±40,40a	14,20±1,08a	12,62±5,26 a	8,2±5,0a	1785±1084a	24,12±15,99a	17,5±12,58a
0,18	8,06±0,70a	338,11±38,14a	340,87±48,09ab	14,30±0,80a	13,62±3,90a	10,8±4,5a	1508±360a	41,95±11,93a	17,5± 9,57a
1,8	7,93±0,70a	333,00±46,18a	315,25±48,29ab	14,13±1,06a	13,75±6,16a	10,4±4,3a	1651±1011a	18,74± 7,30a	27,5±12,58a
18	7,86±1,20a	334,78±28,43a	324,37±29,28ab	14,06±0,80a	15,62±5,53a	13,0±6,3a	1862±586a	23,22± 7,30a	25 ± 5,70a
180	7,80±1,00a	324,22±39,64a	297,37±15,57b	13,93±0,70a	18,75±8,58a	9,8±4,1a	1099±552a	24,95± 5,40a	15 ± 5,70a
1800	7,33±0,50a	338,4 ±27,41a	289,50±25,07b	14,00±0,65a	19,62±6,25a	14,0±6,4a	1967±626a	25,46± 6,20a	32,5± 9,57a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada $\alpha = 5\%$

PL = Periode larva instar V (hari),

Bpj = Berat pupa jantan (mg),

Bpb = Berat pupa betina (mg),

PP = Periode pupa (hari),

RH = Rentang hidup imago (hari),

PO = Periode oviposisi (hari),

K = Keperidian (butir),

PT = Persentase penetasan telur (%), dan

Klh = Kelulushidupan (%)

Pengaruh infeksi subletal NPV terhadap serangga inang. Berdasarkan hasil pengamatan variabel tanggapan dan analisis variannya, tampak bahwa perbedaan tingkat konsentrasi suspensi PIB hanya memberikan pengaruh yang nyata pada berat pupa betina, dengan peningkatan berat pupa yang tidak seiring dengan turunnya tingkat konsentrasi suspensi PIB. Sedangkan untuk variabel tanggapan lainnya (periode larva instar V, berat pupa jantan, periode pupa, rentang hidup ngengat, periode oviposisi, keperidian, persentase penetasan telur dan kelulushidupan) menunjukkan bahwa perbedaan tingkat konsentrasi suspensi PIB tidak memberikan pengaruh yang nyata.

Pada variabel tanggapan periode larva walaupun tidak secara nyata dipengaruhi oleh perbedaan tingkat konsentrasi suspensi PIB akan tetapi tampak ada kecenderungan, bahwa semakin rendah tingkat konsentrasi akan memberikan periode larva yang semakin panjang. Berdasarkan hal ini tampak ada sesuatu yang bekerja seiring dengan penurunan tingkat konsentrasi suspensi PIB. Pada tingkat konsentrasi rendah (di bawah LC 50) tampak periode larva yang lebih terhambat dibandingkan dengan kontrol, akan tetapi pada tingkat konsentrasi LC 50 (1.800 ppm dari konsentrasi sediaan suspensi PIB) tampak periode larva lebih pendek dari kontrol. Keadaan ini mirip dengan infeksi NPV pada konsentrasi tinggi (subletal) terhadap larva *gypsy moth*. Perlakuan NPV dengan konsentrasi tinggi akan memberikan kenaikan titer ekdisteroid yang lebih awal dengan puncak yang lebih tinggi dan lebih lama dibandingkan dengan kontrol (Park *et al.*, 1993; 1996). Di sisi lain adanya ekspresi gen *egt* dari genom virus memungkinkan virus untuk memanipulasi perkembangan serangga dengan melakukan konjugasi gula terhadap ekdisteroid (O'Reilly & Miller, 1990; 1991; O'Reilly *et al.*, 1991; 1994; Park *et al.*, 1996), sehingga pada serangga yang

diinfeksi NPV dapat terjadi penghambatan pergantian kulit.

Berdasarkan keadaan ini dapat dikemukakan bahwa ekdisteroid mempunyai pengaruh yang berbalik pada replikasi virus, sehingga dengan tingginya titer ekdisteroid replikasi virus akan lebih dibatasi yang mengakibatkan rendahnya tingkat sekresi enzim ekdisteroid UDP-*glucosyl transferase* (EGT) sebagai hasil ekspresi gen *egt* (Park *et al.*, 1993). Berdasarkan ini tampak bahwa pada larva yang dapat hidup dari pendedahan infeksi NPV dengan tingkat konsentrasi PIB tinggi, ekspresi gen *egt* akan dibatasi oleh tingkat ekdisteroid, sedangkan pada larva yang dapat hidup dari pendedahan infeksi NPV dengan tingkat konsentrasi PIB rendah akan terjadi sebaliknya, yaitu tingkat ekdisteroid akan dibatasi oleh aktivitas gen *egt* yang mengakibatkan termanipulasinya perkembangan larva yang terinfeksi.

Hasil pengamatan pada variabel tanggapan berat pupa betina sebagai tanggapan inang terhadap infeksi NPV, yaitu pada tingkat konsentrasi suspensi PIB yang rendah diperoleh berat pupa betina yang lebih tinggi daripada kontrol dan pada tingkat konsentrasi suspensi PIB yang tinggi (180 dan 1.800 ppm dari konsentrasi sediaan suspensi PIB) diperoleh berat pupa betina yang lebih rendah dari kontrol. Hal ini dapat terjadi kemungkinan pada suspensi PIB dengan tingkat konsentrasi rendah, larva akan mempunyai periode makan yang lebih lama sehingga akan diperoleh berat pupa yang lebih tinggi, sedangkan pada suspensi PIB dengan tingkat konsentrasi yang tinggi periode makannya lebih pendek karena serangga akan segera berganti kulit. Di samping itu sebelum enzim EGT mencapai ambang yang cukup untuk memblokir pergantian kulit, enzim tersebut berfungsi memblokir kerusakan jaringan (O'Reilly & Miller, 1991).

Perbedaan tingkat konsentrasi suspensi PIB tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat pupa jantan sebagai tanggapan inang terhadap infeksi

NPV, juga tidak ada kecenderungan yang tampak. Keadaan ini kontradiksi dengan berat pupa betina, mungkin dengan berbedanya jenis kelamin, menyebabkan tingkat kepekaan yang tidak sama.

Demikian juga terhadap variabel tanggapan periode pupa sebagai tanggapan inang terhadap infeksi NPV, tampak tidak ada pengaruh yang nyata dan tidak ada kecenderungan yang dapat dikemukakan. Keadaan ini mirip dengan tanggapan *Spodoptera frugiperda* terhadap *S. frugiperda* - NPV (Perelle & Harper, 1986), juga *S. ornithogalli* terhadap *S. ornithogalli* - NPV yang diperlakukan pada larva instar akhir (Young, 1990). Pada variabel tanggapan ini tampak pada semua tingkat konsentrasi suspensi PIB memberikan periode pupa yang lebih lama dibandingkan dengan kontrol. Kemungkinan yang dapat dikemukakan di sini, lebih panjangnya periode pupa pada semua tingkat konsentrasi suspensi PIB dibandingkan dengan kontrol mungkin karena pada serangga yang terinfeksi terdapat aktivitas perlawanan inang terhadap perkembangan patogen (Bong & Sikorowski, 1991).

Hasil pengamatan pada variabel tanggapan rentang hidup ngengat sebagai tanggapan inang terhadap infeksi NPV, menunjukkan bahwa perbedaan tingkat konsentrasi suspensi PIB tidak secara nyata berpengaruh terhadap rentang hidup. Keadaan ini mirip dengan respons *S. ornithogalli* terhadap *S. ornithogalli* - NPV (Young, 1990), akan tetapi tampak ada kecenderungan dengan tingginya tingkat konsentrasi suspensi PIB akan memberikan rentang hidup yang lebih panjang. Kemungkinannya bahwa serangga yang lulus hidup dari pendedahan dengan tingkat konsentrasi suspensi PIB tinggi merupakan serangga yang mempunyai vigor yang lebih baik dibandingkan dengan serangga yang lulus hidup dari pendedahan dengan tingkat konsentrasi suspensi PIB rendah, sehingga dapat dikemukakan bahwa secara tidak langsung perbedaan tingkat konsentrasi suspensi PIB tersebut merupakan agen

penyeleksi. Selain itu larva yang dapat lulus hidup sampai dewasa akan terhindar dari infeksi karena *maturational resistance* (Murray et al., 1991).

Hasil pengamatan pada variabel tanggapan periode oviposisi sebagai tanggapan inang terhadap infeksi NPV tampak bahwa perbedaan tingkat konsentrasi suspensi PIB tidak berpengaruh nyata terhadap periode oviposisi. Sehubungan dengan rentang hidup, ternyata rentang hidup yang panjang belum tentu memberikan periode oviposisi yang panjang pula. Hal ini dapat dilihat pada tingkat konsentrasi 180 ppm dari konsentrasi sediaan suspensi PIB yang memberikan rentang hidup terpanjang dibandingkan dengan tingkat konsentrasi di bawahnya, ternyata pada tingkat konsentrasi ini diperoleh periode oviposisi yang terpendek, kecuali terhadap tingkat konsentrasi 0,018 ppm. Kemudian kontrol yang mempunyai rentang hidup lebih panjang dibandingkan dengan tingkat konsentrasi 18 ppm, ternyata diperoleh periode oviposisi yang lebih pendek dibandingkan dengan tingkat konsentrasi tersebut.

Pada pengamatan variabel tanggapan keperidian sebagai tanggapan inang terhadap infeksi NPV, tampak bahwa perbedaan tingkat konsentrasi suspensi PIB juga tidak berpengaruh nyata terhadap keperidian, hal ini mirip dengan tanggapan *S. frugiperda* terhadap *S. frugiperda* - NPV (Perelle & Harper, 1986) dan tanggapan *gypsy moth* terhadap NPV (Murray et al., 1991). Demikian juga dengan periode oviposisi yang panjang ternyata belum tentu memberikan keperidian yang lebih tinggi, hal ini dapat dilihat pada konsentrasi 0,018 ppm yang mempunyai periode oviposisi lebih pendek dibandingkan dengan tingkat konsentrasi 0,18 ppm dan 1,8 ppm, ternyata mempunyai tingkat keperidian yang lebih tinggi.

Berdasarkan pengamatan terhadap variabel tanggapan rentang hidup, periode oviposisi dan fekunditas, ternyata pada masing-masing tingkat konsentrasi suspensi

PIB tidak terdapat konsistensi terhadap variabel-variabel respons dari atribut biologi yang berkaitan erat ini, kecuali pada tingkat konsentrasi 1800 ppm, yang pada tingkat konsentrasi ini diperoleh rentang hidup yang panjang, kemudian diikuti periode oviposisi yang panjang pula dan dihasilkan keperidian yang tertinggi, kecuali terhadap kontrol.

Sehubungan dengan perbedaan tingkat konsentrasi suspensi PIB sebagai agen penyeleksi, agaknya tingkat konsentrasi suspensi PIB setinggi 1.800 ppm dari konsentrasi sediaan suspensi PIB merupakan tingkat konsentrasi kritis, artinya individu yang sewaktu stadia larvanya didedah dengan tingkat konsentrasi tersebut dan dapat terus hidup sampai dewasa, merupakan individu yang mempunyai vigor lebih baik, bahkan mungkin melebihi vigoritas individu kontrol.

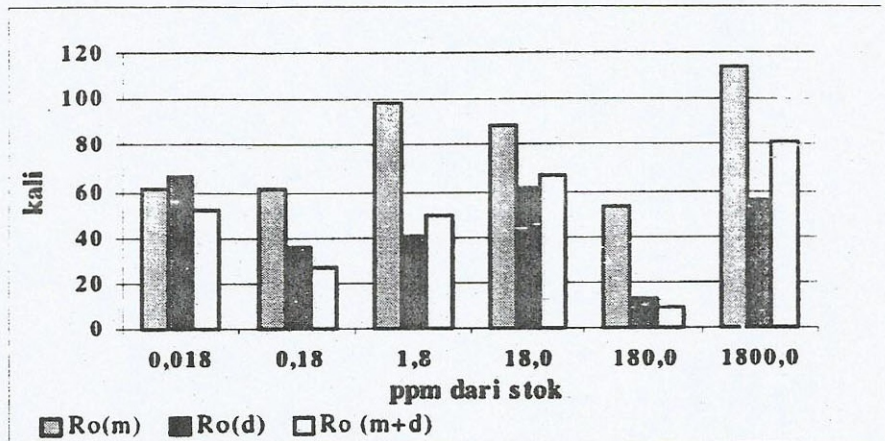
Hasil pengamatan terhadap variabel tanggapan persentase penetasan telur sebagai tanggapan inang terhadap infeksi NPV, tampak bahwa perbedaan tingkat konsentrasi suspensi PIB tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap persentase penetasan telur dan tidak tampak adanya suatu kecenderungan, keadaan ini mirip dengan respon *S. ornithogalli* terhadap *S. ornithogalli* - NPV yang diperlakukan pada larva instar akhir (Young, 1990) juga tanggapan *S. frugiperda* terhadap *S. frugiperda* - NPV (Perelle & Harper, 1986). Satu hal yang dapat dikemukakan dari data di atas adalah bahwa kontrol mempunyai persentase penetasan yang lebih baik, keadaan ini mungkin lebih disebabkan karena jantan yang lulus hidup dari pendedahan lebih sering mengantarkan spermatofor yang tidak layak untuk fertilisasi ke dalam *bursacopulatrix* sehingga membuat telur menjadi infertil (Alvares & Osuna, 1988).

Hasil pengamatan terhadap variabel tanggapan kelulushidupan sebagai tanggapan inang terhadap infeksi NPV, tampak bahwa perbedaan tingkat konsentrasi suspensi PIB tidak memberikan

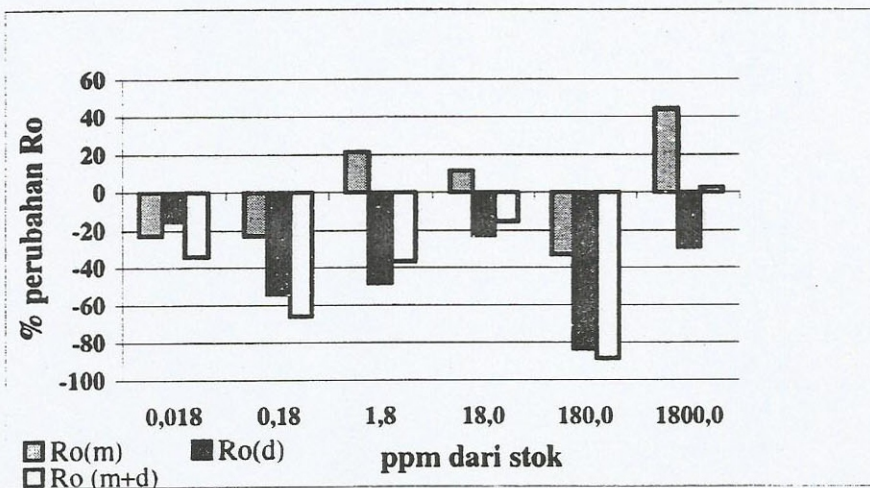
pengaruh yang nyata terhadap kelulushidupan, keadaan ini karena walaupun NPV dapat ditularkan secara vertikal akan tetapi tingkat konsentrasi tersebut tidak berpengaruh terhadap tingkat penularan (Smith & Vlask, 1988), dan kontaminasi massa telur pada lingkungan yang terkontaminasi NPV merupakan komponen yang utama bagi penularan NPV, dari pada kontaminasi yang diperoleh secara vertikal dari induknya (Murray & Elkinton, 1989).

Dampak infeksi NPV terhadap laju reproduksi. Berdasarkan pada data kelulushidupan diperoleh nilai nisbah kelamin serangga dewasa betina dibanding jantan adalah 33:30. Kemudian berdasarkan formula laju reproduksi yang dikemukakan oleh Southwood (1991, *cit.* Rothman & Myers, 1996) untuk kontrol diperoleh nilai laju reproduksi sebesar 79. Sedangkan dampak infeksi NPV terhadap laju reproduksi pada masing-masing tingkat konsentrasi dapat dilihat pada gambar 1, dan persentase perubahan laju reproduksi sebagai dampak infeksi NPV dapat dilihat pada gambar 2.

Pada gambar 1 tampak pada tingkat konsentrasi suspensi PIB 180 ppm dari konsentrasi sediaan suspensi PIB memberikan laju reproduksi yang paling rendah dibandingkan tingkat konsentrasi suspensi PIB lainnya, hal ini berlawanan dengan tingkat konsentrasi suspensi PIB 1.800 ppm yang memberikan laju reproduksi tertinggi kecuali pada R_0 (d). Keadaan ini terjadi karena pada variabel-variabel tanggapan yang merupakan komponen penyusun formula laju reproduksi, yaitu pada tingkat konsentrasi suspensi PIB 180 ppm diperoleh keperidian dan kelulushidupan yang rendah, sedangkan pada tingkat konsentrasi suspensi PIB 1800 ppm diperoleh keperidian dan kelulushidupan yang tertinggi, walaupun pada kedua tingkat konsentrasi tersebut diperoleh persentase penetasan telur yang lebih rendah dibandingkan kontrol.



Gambar 1. Grafik Laju Reproduksi R_o



Gambar 2. Grafik persentase perubahan laju reproduksi R_o .
 (-): penurunan R_o , (+): peningkatan R_o

Kemudian berdasarkan pada gambar 2, tampak infeksi NPV pada tingkat konsentrasi subletal, dapat menyebabkan penurunan laju reproduksi R_0 , walaupun pada pendedahan dengan tingkat konsentrasi suspensi PIB tertentu, terjadi peningkatan pada R_0 (m), hal ini dapat dilihat pada tingkat konsentrasi 1,8, 18 dan 1.800 ppm dari konsentrasi sediaan suspensi PIB. Akan tetapi jika diperhatikan pada R_0 (d) tampak terjadi penurunan laju reproduksi pada semua tingkat konsentrasi, demikian juga dengan R_0 (m+d) tampak terjadi penurunan laju reproduksi pada semua tingkat konsentrasi, kecuali pada tingkat konsentrasi 1.800 ppm dari konsentrasi sediaan suspensi PIB terjadi sedikit peningkatan laju reproduksi.

Sehubungan dengan hal ini ternyata tidak pada semua populasi yang diperlakukan dengan NPV pada kondisi subletal akan diikuti dengan dampak yang lebih buruk, yaitu penurunan laju reproduksi pada R_0 (m+d), bahkan pada tingkat konsentrasi 1.800 ppm terjadi peningkatan laju reproduksi. Berdasarkan keadaan ini, mekanisme yang memungkinkan untuk dapat dikemukakan adalah, telah terjadi seleksi terhadap populasi tersebut, yaitu individu yang mempunyai laju reproduksi yang meningkat merupakan individu yang memiliki vigor yang lebih baik (Rothman & Myers, 1996).

Kemudian jika pengaruh tingkat konsentrasi 1.800 ppm diperhatikan, ternyata diperoleh variabel tanggapan yang lebih baik, utamanya variabel tanggapan yang berhubungan dengan laju reproduksi. Pada tingkat konsentrasi ini walaupun cenderung diperoleh persentase penetasan telur yang lebih rendah dibandingkan dengan kontrol dan tingkat konsentrasi 0,18 ppm, tetapi cenderung diperoleh rentang hidup, periode oviposisi, fekunditas dan kelulushidupan yang lebih baik, oleh

karenanya pada tingkat konsentrasi ini cenderung terjadi peningkatan laju reproduksi, walaupun variabel-variabel respons tersebut tidak secara nyata merupakan respons inang terhadap infeksi NPV pada tingkat konsentrasi subletal.

DAFTAR PUSTAKA

- Bong, C.F.J. & P.P. Sikorowski. 1991. Effect of Cytoplasmic Polyhedrosis Virus and Bacterial Contamination on Growth and Development of the Corn Earworm *Helicoverpa zea* (Lepidoptera; Noctuidae). *J. Invertebr. Pathol.* 57: 406-412.
- Bonning, B.C. & B.D. Hammock. 1996. Development of Recombinant Baculoviruses for Insect Control. *Annu. Rev. Entomol.* 41: 191-210.
- Entwistle, P.F. & H.F. Evans. 1985. Viral Control, p. 347-412. In Gilbert, L.I. & G.A. Kerkut (eds.), *Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology Vol. 12*. Pergamon. Oxford.
- Evans, H.F. & P.F. Entwistle. 1987. Viral Diseases, p. 257-322. In Fuxa, J.R. & Y. Tanada (eds.), *Epizootiology of Insect Diseases*. John Wiley, New York.
- Flipsen, H. 1995. Pathogenesis Induced by (Recombinant) Baculoviruses in Insect. NOW. Netherland.
- Fuxa, J.R. 1993. Insect Resistance to Viruses, p. 197-209. In Beckage, N., S.N. Thomson, & B.A. Federici (eds.), *Parasites and Pathogens of Insect*. Academic Press, New York.
- Martignoni, M.E. 1999. History of TM Biocontrol-1: the First Registered Virus - Based Product for Control a Forest Insect. *American Entomologist*. Spring.
- Murray, K.D. & J.S. Elkinton. 1989. Environmental Contamination of Egg Masses as a Major Component of Transgenerational Transmission of Gypsy Moth Nuclear Polyhedrosis Virus (LdMNPV). *J. Invertebr. Pathol.* 53: 324-334.

- Murray, K.D., K.S. Shield, J.P. Burand & J. S. Elkinton. 1991. The Effect of Gypsy Moth Metamorphosis on the Development of Nuclear Polyhedrosis Virus Infection. *J. Invertebr. Pathol.* 57: 352–361.
- O'Reilly, D.R. & L.K. Miller. 1990. Regulation of Expression of a Baculovirus Ecdysteroid UDP-glucosyl Transferase Gene. *J. Virol.* 64: 1321–1328.
- O'Reilly, D.R., O.W. Howarth, H.H. Rees & L.K. Miller. 1991. Structure of Ecdysone Glucoside Formed by a Baculovirus Ecdysteroid UDP-glucosyl Transferase. *Insect Biochem. Molec. Biol.* 21: 795–801.
- O'Reilly, D.R. & L.K. Miller. 1991. Improvement of Baculovirus Pesticide by Deletion of the *egt* gene. *Bio/technology.* 9: 1086–1089.
- O'Reilly, D.R., L.K. Miller & V.A. Luckow. 1994. *Baculovirus Expression Vector. A Laboratory Manual.* Oxford Univ. Press, New York.
- O'Reilly, D.R. 1995. Mini Review Baculovirus Encoded Ecdysteroid UDP-Glucosyl Transferases. *Insect Biochem. Molec. Biol.* 25: 541–550.
- Park, E.J., J.P. Buran & C.M. Yin. 1993. The Effect of Baculovirus Infection on Ecdysteroid Titer in Gypsy Moth Larvae. *J. Insect Physiology* 39: 791–796.
- Park, E.J., C.M. Yin & J.P. Buran. 1996. Baculovirus Replication Alters Hormon-Regulated Host Development. *J. General Virology.* 77: 547–554.
- Perelle, A.H. & J.D. Harper. 1986. An Evaluation of the Impact of Sublethal Dosages of Nuclear Polyhedrosis Virus in Larvae on Pupae, Adults and Adult Progeny of the Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *J. Invertebr. Pathol.* 47: 42–47.
- Priharyanto, D. 1993. Efficacy of the Different HaNPV Strain against Cotton Bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner). *Prosiding Simposium Patologi Serangga I.* Yogyakarta, Indonesia. 12–13 Oktober 1993.
- Riddiford, L. M. 1985. Hormon Action at the Cellular Level, p. 37–48. In Kerkut G.A. & L.I. Gilbert (eds.), *Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology* Vol. 8. Pergamon, Oxford.
- Rothman, L.D. & J.H. Myers. 1994. Nuclear Polyhedrosis Virus Treatment Effect on Reproductive Potential of Western Tent Caterpillar (Lepidoptera; Lasiocampidae). *Environ. Entomol.* 23: 864–869.
- Rothman, L.D. & J.H. Myers. 1996. Mini Review Debilitating Effect of Viral Diseases on Host Lepidoptera. *J. Invertebr. Pathol.* 67: 1–10.
- Santiago Alvarez, C. & E. Vargas Osuna. 1988. Reduction of Reproductive Capacity of *Spodoptera littoralis* Males by Nuclear Polyhedrosis Virus (NPV). *J. Invertebr. Pathol.* 52: 142–146.
- Shapiro, M. & R. Argauer. 1995. Effect of pH, Temperature and Ultraviolet Radiation on the Activity of an Optical Brightener as a Viral Enhancer for the Gypsy Moth (Lepidoptera; Lymantridae) Baculovirus. *J. Econ. Entomol.* 88 (6): 1602–1606.
- Smith, P.H. & J.M. Vlcek. 1988. Biological Activity of *Spodoptera exigua* Nuclear Polyhedrosis Virus against *Spodoptera exigua* Larvae and Their Progeny. *J. Invertebr. Pathol.* 51: 107–114.
- Sutarya, R. 1995. Pengaruh Konsentrasi *Nuclear Polyhedrosis Virus* terhadap Kematian Ulat Buah Tomat (*Helicoverpa armigera* Hubn). *J. Hortikultura* 5 (3): 34–39.
- Sutarya, R. 1996. Pengujian *Spodoptera exigua Nuclear Polyhedrosis Virus* dalam Hubungannya dengan Sifat Persistensinya untuk Mengendalikan *Spodoptera exigua* Hubn. *J. Hortikultura* 6 (2): 167–171.
- Young, S.Y. 1990. Effect of Nuclear Polyhedrosis Virus Infection in *Spodoptera ornithogalli* Larvae on Post Larval Stages and Dissemination by Adults. *J. Invertebr. Pathol.* 55: 69 – 75.