



ISSN 0126-1754

Volume 11-Nomor 3, Desember 2012

Terakreditasi

SK Kepala LIPI

Nomor 436/AU2/P2MI-LIPI/08/2012

# Perita Biologi

Jurnal Ilmu Hayati

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan berita atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Diterbitkan oleh  
Pusat Penelitian Biologi - LIPI





**B**erita Biologi merupakan Jurnal Ilmiah ilmu-ilmu hayati yang dikelola oleh Pusat Penelitian Biologi - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), untuk menerbitkan hasil karya-penelitian (original research) dan karya-pengembangan, tinjauan kembali (review) dan ulasan topik khusus dalam bidang biologi. Disediakan pula ruang untuk menguraikan seluk-beluk peralatan laboratorium yang spesifik dan dipakai secara umum, standard dan secara internasional. Juga uraian tentang metode-metode berstandar baku dalam bidang biologi, baik laboratorium, lapangan maupun pengolahan koleksi biodiversitas. Kesempatan menulis terbuka untuk umum meliputi para peneliti lembaga riset, pengajar perguruan tinggi maupun pekarya-tesis sarjana semua strata. Makalah harus dipersiapkan dengan berpedoman pada ketentuan-ketentuan penulisan yang tercantum dalam setiap nomor.

Diterbitkan 3 kali dalam setahun yakni bulan April, Agustus dan Desember. Setiap volume terdiri dari 3 nomor.

### **Surat Keputusan Ketua LIPI**

Nomor: 1326/E/2000, Tanggal 9 Juni 2000

### **Dewan Pengurus**

#### **Pemimpin Redaksi**

B Paul Naiola

#### **Anggota Redaksi**

Andria Agusta, Dwi Astuti, Hari Sutrisno, Iwan Saskiawan

Kusumadewi Sri Yulita, Edi Mirmanto

#### **Redaksi Pelaksana**

Marlina Ardiyani

#### **Desain dan Komputerisasi**

Muhamad Ruslan, Deden Sumirat Hidayat

#### **Sekretaris Redaksi/Korespondensi Umum**

(berlangganan, surat-menyurat dan kearsipan)

Enok, Ruswenti, Budiarjo

Pusat Penelitian Biologi-LIPI

Kompleks Cibinong Science Center (CSC-LIPI)

Jln Raya Jakarta-Bogor Km 46,

Cibinong 16911, Bogor - Indonesia

Telepon (021) 8765066 - 8765067

Faksimili (021) 8765059

e-mail: [berita.biologi@mail.lipi.go.id](mailto:berita.biologi@mail.lipi.go.id)

[ksama\\_p2biologi@yahoo.com](mailto:ksama_p2biologi@yahoo.com)

[herbogor@indo.net.id](mailto:herbogor@indo.net.id)

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

*Keterangan foto cover depan: Kondisi hati ayam broiler pasca-infeksi Campylobacter jejuni isolat lokal - membengkak, berubah warna pucat dan belang serta fokal nekrosis, sesuai makalah di halaman 283 (Foto: Andriani - Koleksi Balai Besar Penelitian Veteriner).*



LIPI

# Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

ISSN 0126-1754

Volume 11, Nomor 3, Desember 2012

Terakreditasi

SK Kepala LIPI

Nomor 436/AU2/P2MI-LIPI/08/2012

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Diterbitkan oleh  
Pusat Penelitian Biologi - LIPI



## Anggota Referee / Mitra Bestari

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Dilarang mengutip, mengutip, atau menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumbernya dengan benar. Untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Bogor Agricultural University

### Biologi

- Prof Dr Bambang Sunarko (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
- Prof Dr Feliatra (*Universitas Riau*)
- Prof Dr Hedy Julistiono (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
- Prof Dr Hengah Sujaya (*Universitas Udayana*)
- Prof Dr Iko Sulistyono (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
- Prof Dr Joko Widodo (*Universitas Gajah Mada*)
- Prof Dr Lendar I Sudirman (*Institut Pertanian Bogor*)
- Prof Dr Rocky Karna Radjasa (*Universitas Diponegoro*)

### Botani

- Prof Dr Gono Wahyuno (*BB Litbang Tanaman Rempah dan Obat-Kemtan*)
- Prof Dr Kartini Kramadibrata (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

### Genetika

- Prof Dr Alex Haryana (*Institut Pertanian Bogor*)
- Prof Dr Warid Ali Qosim (*Universitas Padjadjaran*)
- Prof Dr Yuyu Suryasari Poerba (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

### Ekonomi

- Prof Dr Ary P Keim (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
- Prof Dr Daisy Wowo (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
- Prof (Ris) Dr Johanis P Moge (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
- Prof (Ris) Dr Rosichon Ubaidillah (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

### Biologi Molekuler

- Prof (Ris) Dr Endang Sudarmonowati (*Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI*)
- Prof Dr Endang Gati Lestari (*BB Litbang Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian-Kemtan*)
- Prof Dr Hendig Winarno (*Badan Tenaga Atom Nasional*)
- Prof (Ris) Dr I Made Sudiana (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
- Prof Dr Nurlina Bermawie (*BB Litbang Tanaman Rempah dan Obat-Kemtan*)
- Prof Dr Yusnita Said (*Universitas Lampung*)

### Bioteknologi

- Prof Dr Nyoman Mantik Astawa (*Universitas Udayana*)
- Prof Dr Endang T Mergawati (*Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI*)
- Prof Dr Satya Nugroho (*Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI*)

### Veteriner

- Prof Dr Fadjar Satrija (*FKH-IPB*)

### Biologi Peternakan

- Prof (Ris) Dr Bambang Andriyo (*Pusat Penelitian Ternak-Kemtan*)

### Ekologi

- Prof Dr Didik Widyatmoko (*Pusat Konservasi Tumbuhan-LIPI*)
- Prof Dr Dewi Malia Prawiradilaga (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
- Prof Dr Herman Daryono (*Pusat Penelitian Hutan-Kemhut*)
- Prof Dr Istomo (*Institut Pertanian Bogor*)
- Prof Dr Michael L Riwu Kaho (*Universitas Nusa Cendana*)
- Prof Dr Sih Kahono (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

### Biokimia

- Prof Dr Adek Zamrud Adnan (*Universitas Andalas*)
- Prof Dr Deasy Natalia (*Institut Teknologi Bandung*)
- Prof Dr Elfahmi (*Institut Teknologi Bandung*)
- Prof Dr Hertoto Dwi Ariesyadi (*Institut Teknologi Bandung*)
- Prof Dr Tri Murningsih (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

### Fisiologi

- Prof Dr Bambang Sapto Purwoko (*Institut Pertanian Bogor*)
- Prof (Ris) Dr Gono Semiadi (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
- Prof Dr Irawati (*Pusat Konservasi Tumbuhan-LIPI*)
- Prof Dr Nuril Hidayati (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
- Prof Dr Wartika Rosa Farida (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

### Biostatistik

- Prof Ir Fahren Bukhari, MSc (*Institut Pertanian Bogor*)

### Biologi Perairan Darat/Limnologi

- Prof Dr Cynthia Henny (*Pusat Penelitian Limnologi-LIPI*)
- Prof Dr Fauzan Ali (*Pusat Penelitian Limnologi-LIPI*)
- Prof Dr Rudhy Gustiano (*Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar-KKP*)

### Biologi Tanah

- Prof Dr Rasti Saraswati (*BB Sumberdaya Lahan Pertanian-Kemtan*)

### Biodiversitas dan Iklim

- Prof Dr Rizaldi Boer (*Institut Pertanian Bogor*)
- Prof Dr. Tania June (*Institut Pertanian Bogor*)

### Biologi Kelautan

- Prof Dr Chair Rani (*Universitas Hasanuddin*)
- Prof Dr Magdalena Litaay (*Universitas Hasanuddin*)
- Prof (Ris) Dr Ngurah Nyoman Wiadnyana (*Pusat Riset Perikanan Tangkap-KKP*)
- Prof Dr Nyoto Santoso (*Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Mangrove*)



**Berita Biologi menyampaikan terima kasih  
kepada para Mitra Bestari/ Penilai (Referee) nomor ini  
11(3) – Desember 2012**

*Dr. BP Naiola – Pusat Penelitian Biologi-LIPI*

*Dr. Dono Wahsono – BB Litbang Tanaman Rempah dan Obat-obatan - Badan Litbang Pertanian*

*Endang Gati Lestari – BB Litbang Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik – Badan Litbang  
Pertanian*

*Dr. Muhammad Arifin Fahmi – BB Pengkajian Teknologi Pertanian - Badan Litbang Pertanian*

*Dr. Nuril Hidayati – Pusat Penelitian Biologi-LIPI*

*Dr. Rugayah – Pusat Penelitian Biologi-LIPI*

*Dr. Yusnita Said – Fakultas Pertanian-Universitas Lampung*

**Referee/ Mitra Bestari Undangan**

*Dr. April Hari Wardhana, SKH, MSi, PhD – Balai Besar Litbang Veteriner - Badan Litbang Pertanian*

*Prof.(Ris.) Dr. Eko Baroto Walujo – Pusat Penelitian Biologi-LIPI*

*Dr. Herwasono Soedjito – Pusat Penelitian Biologi-LIPI*

*Dr. Himmah Rustiami – Pusat Penelitian Biologi-LIPI*

*Dr. Niken Pratiwi – Fakultas Perikanan dan Kelautan-Institut Pertanian Bogor*

*Dr. Sunaryo – Pusat Penelitian Biologi-LIPI*



## DAFTAR ISI

### KALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh isi tulisan ini tanpa izin IPB.	
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan disertasi atau publikasi ilmiah yang tidak diperjualbelikan.	
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.	
2. Diarangi memurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.	
<b>1. DAMPAK KLINIS DAN PATOLOGI ANATOMI PASCA INFEKSI <i>Campylobacter jejuni</i> PADA AYAM BROILER</b> [Clinical Symptoms and Pathology Anatomy due to Infection <i>Campylobacter jejuni</i> on Broilers] Ardyaningrum, Mirnawati Sudarwanto, Surachmi Setiyaningsih, Harsi Dewantari Kusumaningrum dan Herwin Pisestyani	283
<b>2. INFESTASI <i>Spodoptera exigua</i> NUCLEOPOLYHEDROVIRUS (SeNPV) YANG DIKAYA DENGAN BAHAN PENGAKTIF TERHADAP LARVA <i>Spodoptera exigua</i> Huebner</b> [Infectivity of <i>Spodoptera exigua</i> Nucleopolyhedrovirus (SeNPV) Enriched with Enhancer to the <i>Spodoptera exigua</i> Huebner Larvae] Samsudin dan Teguh Santoso	297
<b>3. PENGARUH TAMPANGSARI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL PANEN PAK PAGA (<i>Jatropha curcas</i> L.) HASIL REHABILITASI</b> [The Effect of Intercropping on Growth and Yield of Rehabilitated of Physic nut ( <i>Jatropha curcas</i> L.)] Mulyaningsih dan Budi Hariyono	305
<b>4. HAI KEPENYERANGAN BUDAYA KEANEKARAGAMAN JENIS TUMBUHAN BERGUNA HUTAN DARIAN RENDAH BODOGOL, SUKABUMI, JAWA BARAT</b> [Index Cultural Significance of Useful Plants Diversity in Bodogol Lowland Forest, Sukabumi, West Java] Rahayati Rahayu, Purwanto dan Siti Susiarti	313
<b>5. KARAKTERISTIK RAGAM KULTIVAR KELAPA (<i>Cocos nucifera</i> L.) YANG DIGUNAKAN SEBAGAI BAHAN UPAKARA PADUDUSAN ALIT DI BALI</b> [Characteristic Variation of Coconut ( <i>Cocos nucifera</i> L.) as Materials of Upakara Padudusan Alit Ceremonial in Bali] Eniek Kriswiyanti	321
<b>6. STRUKTUR KOMUNITAS IKAN INTRODUKSI DI DANAU BATUR, BALI</b> [Community Structure of Introduced Fish in Lake Batur, Bali] Arius Arifin Sentosa dan Danu Wijaya	329
<b>7. KORELASI ANTAR-KARAKTER DAN SIDIK LINTAS ANTARA KOMPONEN HASIL DENGAN HASIL BIJI KACANG HIJAU (<i>Vigna radiata</i> (L) Wilczek)</b> [Correlation Among Characters and Path Analyses Between Yield Components with Grain Yield on Mungbean ( <i>Vigna radiata</i> (L) Wilczek)] Lukman Hakim dan Suyanto	339
<b>8. ADAPTASI AKSESI KENTANG HITAM (<i>Plectranthus rotundifolius</i> (Poir.) Spreng) TERHADAP BERBAGAI INTENSITAS CAHAYA</b> [Adaptation of Black Potatoes Accessions ( <i>Plectranthus rotundifolius</i> (Poir.) Spreng) to Different Light Intensity] Peni Lestari, Ning Wikan Utami dan Albert Husein Wawo	351



<p><b>REGENERASI TUNAS DARI KALUS YANG TELAH DIBERI PERLAKUAN IRADIASI PADA PADI VARIETAS FATMAWATI</b>  <b>[Shoot Regeneration of the Fatmawati Rice Variant Radiated Callie]</b>  <i>Rossa Yunita, Endang G Lestari dan Iswari S Dewi</i> .....</p>	359
<p><b>PEMANFAATAN POHON LOBA (<i>Symplocos fasciculata</i> Zoll.) SEBAGAI PEMBANGKIT WARNA ALAM PADA KERAJINAN TENUN DI DESA PEJENG, TAMPAK SIRING, GIANYAR, BALI</b>  <b>[Use of Loba Tree (<i>Symplocos fasciculata</i> Zoll.) as Natural Dye Mordant in Home Weaving Industry in Pejeng Village, Tampak Siring, Gianyar, Bali]</b>  <i>SF Hanum, IDP Darma dan Imd Sumerta</i> .....</p>	367
<p><b>STRUKTUR DAN KOMPOSISI VEGETASI SEKITAR SARANG PENYU HIJAU (<i>Chelonia mydas</i> Linnaeus) PANTAI PANGUMBAHAN, SUKABUMI SELATAN, JAWA BARAT</b>  <b>[Vegetation Structure and Composition of Green Turtle (<i>Chelonia mydas</i> Linnaeus) Nests in Pangumbahan Coastal Area, Southern Sukabumi, West Java]</b>  <i>Roemantyo, Adriani Sri Nastiti dan Ngurah N Wiadnyana</i> .....</p>	373
<p><b>PENGARUH CENDAWAN <i>Trichoderma</i> sp. TERHADAP TANAMAN TOMAT PADA TANAH ANDISOL</b>  <b>[Effect of Fungus <i>Trichoderma</i> sp. on Tomato in Andisol Soil]</b>  <i>Subhan Nono Sutrisno dan Rahmat Sutarya</i> .....</p>	389
<p><b>PENGARUH PEMBERIAN BAHAN ORGANIK TERHADAP DAYA SIMPAN BENIH KEDEKAI {<i>Glycine max</i> (L.) Merr.}</b>  <b>[Effect of Organic Matter Application on Storage Period of Soybean {<i>Glycine max</i> (L.) Merr.} Seed]</b>  <i>Sudirman Umar</i> .....</p>	401
<p><b>ANATOMI HELAIAN DAUN <i>MURRAYA</i> SPP. (<i>RUTACEAE</i>) DI JAWA</b>  <b>[The Anatomical of <i>Murraya</i> spp. (<i>Rutaceae</i>) Leaflet in Java]</b>  <i>Eka Fatmawati Tihurua, Inggit Puji Astuti dan Rugayah</i> .....</p>	411

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan artikel atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang memurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



# INFEKTIFITAS *Spodoptera exigua* NUCLEOPOLYHEDROVIRUS (SeNPV) YANG DIPERKAYA DENGAN BAHAN PENGAKTIF TERHADAP LARVA *Spodoptera exigua* Huebner\*

## Infectivity of *Spodoptera exigua* Nucleopolyhedrovirus (SeNPV) Enriched with the Enhancer to the *Spodoptera exigua* Huebner Larvae]

Samsudin<sup>1✉</sup> dan Teguh Santoso<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar;

<sup>2</sup>Departemen Proteksi Tanaman-Institut Pertanian Bogor; e-mail: samsudin.afaqih@gmail.com

### ABSTRACT

*Spodoptera exigua* Huebner nucleopolyhedrovirus (SeNPV) is an entomopathogenic virus of onion caterpillar *S. exigua* larvae commonly used as bioinsecticide. The major limitations of SeNPV for biocontrol of onion caterpillar is it requires long time for the virus to kill the caterpillar host. This research was aimed to find out the material as phagostimulant to increase the infectivity of SeNPV and to determine the maximum boric acid concentration as an enhancer for SeNPV activities. This research was conducted at laboratory using Cipanas isolate of SeNPV and third instar of *S. exigua* larvae. Phagostimulant used are 5% of sucrose, soybean sauces, molases, sugar and turmeric filtrate, and the enhancers used are 0,1%, 1%, 5% and 10% concentration of boric acid. This result indicated that soybean sauces and sucrose increased *S. exigua* consumption and enhanced the infectivity of SeNPV. When mixed with polyhedra of SeNPV, 1% to 5% sucrose significantly increased *S. exigua* consumption and increased the infectivity of SeNPV, while 10% sucrose tended to decrease the feeding of *S. exigua*. Boric acid enhanced the infectivity of SeNPV. However, the increase of boric acid concentration should be restricted maximum at 5% for avoiding the negative impacts on the environment.

**Keywords:** *Spodoptera exigua* Huebner, nucleopolyhedrovirus, phagostimulant, enhancer

### ABSTRAK

*Spodoptera exigua* Huebner nucleopolyhedrovirus (SeNPV) merupakan virus patogen dari ulat grayak bawang (UGB) *S. exigua* yang umum digunakan sebagai bioinsektisida. Salah satu kelemahan SeNPV untuk dijadikan agen hayati pengendali UGB adalah membutuhkan waktu relatif lama untuk mematikan serangga inangnya. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan bahan perangsang makan untuk meningkatkan infeksiitas SeNPV dan memperoleh konsentrasi asam borat yang optimal sebagai pemicu kinerja SeNPV. Penelitian dilakukan di laboratorium dengan menggunakan isolat SeNPV Cipanas dan serangga uji larva *S. exigua* instar 3. Bahan perangsang makan yang digunakan adalah sukrosa, kecap, molase, gula putih, dan filtrat kunyit, masing-masing 5%. Bahan pemicu kinerja yang digunakan adalah asam borat dengan konsentrasi 0%, 0,1%, 1%, 5%, dan 10%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari lima jenis bahan yang diduga sebagai perangsang makan, kecap dan sukrosa secara signifikan meningkatkan konsumsi UGB dan meningkatkan infeksiitas SeNPV. Sedangkan penggunaan sukrosa 1 sampai 5% efektif meningkatkan konsumsi UGB dan meningkatkan infeksiitas SeNPV. Sedangkan konsentrasi sukrosa 10% cenderung menurunkan aktifitas makan UGB. Asam borat terbukti dapat meningkatkan infeksiitas SeNPV. Akan tetapi penggunaannya harus dibatasi maksimal 5%, untuk menghindari dampak negatif terhadap lingkungan.

**Kata kunci:** *Spodoptera exigua* Huebner, nucleopolyhedrovirus, perangsang makan, pemicu kinerja

### PENDAHULUAN

*Spodoptera exigua* nucleopolyhedrovirus (SeNPV) adalah virus patogen serangga yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi bioinsektisida pengendali ulat grayak bawang (UGB) *Spodoptera exigua* Huebner. Beberapa keunggulan NPV dibandingkan dengan insektisida kimia, adalah tidak membunuh organisme bukan sasaran, memperbanyak diri dalam tubuh inang dan menyebar melalui transmisi sekunder sehingga dapat mengendalikan hama sasaran berikutnya, tidak mengakibatkan resistensi hama sasaran, tidak meninggalkan residu berbahaya pada hasil,

membantu upaya pelestarian musuh alami dan dapat meningkatkan biodiversitas (Lacey *et al.*, 2001; Armenta *et al.*, 2003). Akan tetapi kinerja NPV dalam mematikan serangga inangnya membutuhkan waktu relatif lama, sehingga serangga yang terinfeksi masih makan dan menimbulkan kerugian (Dushoff dan Greg, 2001; Trang dan Chaudhari, 2002). Salah satu faktor penyebab lambatnya kinerja NPV adalah sedikitnya jumlah polihedra yang termakan oleh serangga inang (Cisneros *et al.*, 2002; Castillejos *et al.*, 2002). Masalah tersebut dapat diatasi dengan dua cara, yaitu: menambahkan perangsang makan (*phagostimulant*) untuk meningkatkan jumlah



inokulum yang dimakan serangga inang, atau menggunakan bahan pemicu kinerja (*enhancer*) yang dapat meningkatkan infektifitas NPV (Suhas *et al.*, 2009).

NPV dapat menginfeksi serangga inang hanya apabila polihedra termakan oleh serangga inang melalui pakan yang terkontaminasi (Vasconcelos *et al.*, 2002). Salah satu upaya untuk meningkatkan jumlah polihedra yang dikonsumsi oleh serangga adalah dengan menambahkan bahan perangsang makan (Farrar *et al.*, 2005; Genc, 2006). Menurut Genc (2006) *phagostimulant* adalah bahan kimia yang memiliki pengaruh pada aktivitas makan serangga. Hasil penelitian Ahmad *et al.*, (2001) menunjukkan bahwa komposisi bahan pakan terutama protein dan karbohidrat sangat berpengaruh pada infektifitas makan larva *S. exempta*. Lebih lanjut Ahmad dan Kamal (2001) menyatakan bahwa di antara jenis karbohidrat, sukrosa memiliki pengaruh yang lebih baik terhadap pertumbuhan larva *S. exempta* daripada glukosa, fruktosa, mannitol dan maltosa. Hasil penelitian Genc (2006) menegaskan bahwa gula heksosa dan sukrosa merupakan bahan nutrisi utama serangga dan berfungsi sebagai *phagostimulant* bagi serangga pemakan daun.

Sementara itu upaya untuk meningkatkan infektifitas NPV dapat dilakukan melalui beberapa cara, antara lain: menambahkan bahan pemicu kinerja (*enhancer*) (Lacey *et al.*, 2001), mengkombinasikan dengan bahan yang bekerja secara sinergis (Arifin, 2006; Shapiro dan Shepard, 2006) atau melalui rekayasa genetik (Treacy, 1999). Di antara ketiga cara tersebut yang paling efektif dan efisien untuk dilakukan adalah dengan menambahkan *enhancer*. Salah satu bahan yang berpotensi sebagai bahan *enhancer* adalah asam borat (*boric acid*) (Shapiro dan Bell 1982; Chaudhari, 1992). Hasil penelitian Morales *et al.* (1997) menunjukkan bahwa penambahan asam borat pada *Anticarsia gemmatalis* NPV (AgNPV) dapat meningkatkan mortalitas larva *A. gemmatalis* dan memperpendek waktu kematiannya. Sedangkan Cisneros *et al.* (2002) melaporkan bahwa

penambahan 0.5% dan 1% asam borat pada suspensi *S. frugiferda* NPV (SfNPV) secara signifikan dapat meningkatkan kematian larva *S. frugiferda* yang terinfeksi SfNPV.

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh bahan perangsang makan dan konsentrasi asam borat yang dapat meningkatkan infektifitas SeNPV.

## BAHAN DAN METODE

### Penyiapan dan Pemurnian Partikel Virus

Isolat SeNPV yang digunakan adalah isolat Cipanas yang diisolasi dari larva *Spodoptera exigua* pada tanaman bawang daun, hasil perbanyakan di Laboratorium Lembaga Swadaya Masyarakat "Pertanian Sehat Indonesia" (PSI) Bogor. Metode penyiapan dan pemurnian partikel virus mengikuti metode Samsudin (1999). Larva *S. exigua* yang mati terinfeksi SeNPV (*cadaver*) digerus dalam 0,1% *sodium dodecyl sulfat* (SDS) dengan rasio 1 gram larva per 10 ml SDS kemudian diblender selama 3 menit. Campuran disaring kemudian disentrifugasi pada kecepatan 3.500 rpm selama 30 menit. Pelet yang dihasilkan dicampur kembali dengan 0,1 % SDS dan disentrifugasi lagi dengan kecepatan 5.000 rpm selama 1 jam dalam 35-60% (w/v) *continuous sucrose gradient* pada suhu 5°C. Lapisan polihedra murni yang terlihat pada larutan gradien sukrosa diambil dan disuspensikan dalam air steril serta disimpan di dalam refrigerator suhu -20°C.

### Pengaruh Perangsang Makan terhadap Infektifitas SeNPV

Penelitian dilakukan di Laboratorium PSI dengan menggunakan pakan buatan sesuai dengan formulasi dan metode Shepard (1994). Serangga uji yang digunakan adalah larva *S. exigua* instar 3 hasil perbanyakan di laboratorium. Bahan yang diduga sebagai perangsang makan yang digunakan adalah: (1) sukrosa, (2) gula putih, (3) molase, (4) kecap, (5) filtrat kunyit, masing-masing 5% (berdasarkan pada hasil uji pendahuluan). Kontrol yang digunakan adalah: virus  $1.13 \times 10^8$  POB/ml (berdasarkan hasil penelitian Samsudin (1999)) sebagai kontrol positif



2. Dilarang mengumrahkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Dilarang mengumrahkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengumrahkan dan memperbanyak sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, dan penyusunan laporan, penulisan artikel atau tinjauan suata masalah.  
 b. Pengutipan tidak merujuk kepada kepentingan yang wajar IPB.

1. Larva steril sebagai kontrol pengoreksi. Suspensi dengan konsentrasi  $1.13 \times 10^8$  POB/ml dalam masing-masing 2 tetes ke dalam pakan dalam wadah plastik, kemudian dimasukkan di dalamnya masing-masing 1 larva instar 3. Setiap perlakuan menggunakan 30 ekor larva dan diulang sebanyak 3 kali. Peubah yang diamati (1) jumlah larva uji yang mati terinfeksi virus (mortalitas), (2) bobot feses larva, dan (3) waktu kematian larva. Untuk mengetahui adanya peningkatan kinerja *SeNPV* akibat dari penambahan bahan-bahan diduga sebagai *phagostimulant* digunakan rumus Peningkatan Kinerja Relatif (PKR), yaitu:

$$P_t = \frac{P_o - P_k}{100 - P_k} \times 100\%$$

- $P_t$  : Persentase kematian larva terkoreksi
- $P_o$  : Persentase kematian larva yang diamati
- $P_k$  : Persentase kematian larva pada kontrol.

Untuk mengetahui adanya peningkatan kinerja *SeNPV* akibat dari penambahan bahan-bahan diduga sebagai *phagostimulant* digunakan rumus Peningkatan Kinerja Relatif (PKR), yaitu:

$$PKR (\%) = \frac{\% mp - \% m_{kp}}{\% m_{kp}} \times 100\%$$

- $mp$  : mortalitas perlakuan
- $m_{kp}$  : mortalitas kontrol positif

Sedangkan kinerja bahan yang diduga sebagai *phagostimulant* terhadap perilaku makan dinilai dengan menggunakan *indeks feeding stimulant* (IFS) (Matsuda *et al.*, 1998) dengan rumus:

$$IFS = \frac{bfp - pfk}{bfp + pfk} \times 100\%$$

- $bfp$ : bobot feses perlakuan
- $pfk$ : bobot feses kontrol

### Uji Konsentrasi Sukrosa untuk Meningkatkan Infektifitas *SeNPV*.

Konsentrasi sukrosa yang digunakan adalah:

0% (kontrol), 1%, 5%, dan 10%. Perlakuan dilakukan dengan cara meneteskan suspensi polihedra dengan konsentrasi  $1,13 \times 10^8$  POB/ml pada permukaan pakan buatan dalam wadah plastik masing-masing 2 tetes. Setelah diberi perlakuan dimasukkan ke dalam wadah tersebut 1 ekor larva *S. exigua* instar 3. Masing-masing perlakuan menggunakan 30 ekor larva dan diulang sebanyak 3 kali.

Variabel yang diamati adalah jumlah dan waktu mortalitas serangga uji. Pengamatan dilakukan sampai semua serangga uji pada kontrol pengoreksi menjadi pupa. Untuk mengetahui adanya peningkatan kinerja *SeNPV* akibat dari penambahan sukrosa digunakan rumus Peningkatan Kinerja Relatif (PKR).

### Pengujian Asam Borat sebagai Pemicu Kinerja *SeNPV*

Konsentrasi asam borat yang digunakan adalah: 0% (kontrol), 0,1%, 1%, 5%, dan 10% dari suspensi yang berisi polihedra dengan konsentrasi  $1,13 \times 10^8$  POB/ml. Setelah diberi perlakuan, dimasukkan ke dalam masing-masing wadah tersebut 1 ekor larva *S. exigua* instar 3. Masing-masing perlakuan menggunakan 30 ekor larva dan diulang sebanyak 3 kali.

Variabel yang diamati adalah mortalitas dan waktu kematian serangga uji. Pengamatan dilakukan sampai semua serangga uji pada kontrol negatif menjadi pupa. Persentase mortalitas dikoreksi berdasarkan rumus Abbott (1925). Untuk mengetahui adanya peningkatan kinerja *SeNPV* akibat penambahan bahan *enhancer* digunakan rumus Peningkatan Kinerja Relatif (PKR).

### Analisis Data

Semua data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA. Apabila terdapat perbedaan diantara perlakuan maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda (*Duncan's Multiple Range Test*) pada taraf nyata  $\alpha = 0,05$ .



## HASIL

### Pengaruh Perangsang Makan terhadap Infektifitas SeNPV

Sampai pengamatan hari ke-4 setelah perlakuan tidak ditemukan perbedaan yang nyata pada akumulasi rata-rata persentase mortalitas UGB antara perlakuan dengan kontrol. Perbedaan yang signifikan terjadi mulai hari ke-5, penambahan kecap 5% secara nyata meningkatkan mortalitas UGB terinfeksi SeNPV yaitu 51,2% dibandingkan dengan kontrol positif 31,9%. Pada pengamatan hari ke-6, penambahan sukrosa 5% juga dapat meningkatkan kinerja SeNPV dengan mortalitas rata-rata sebesar 57,2% dibandingkan dengan kontrol sebesar 42,7%. Sementara itu penambahan gula putih, molase dan filtrat kunyit masing-masing 5% sampai hari ke-6 setelah perlakuan pengaruhnya tidak berbeda nyata dengan kontrol (Tabel 1).

Dari lima jenis bahan yang diuji, diperoleh empat bahan dapat meningkatkan konsumsi UGB pada pakan buatan, yaitu kecap, sukrosa, molase dan gula putih dengan bobot feces berturut-turut 322, 271, 287 dan 280 mg. Bobot feces yang dikeluarkan UGB selama tiga hari pada perlakuan tersebut lebih berat dari pada kontrol yaitu 269 mg. Sementara itu UGB yang diberi perlakuan filtrat kunyit rata-rata mengeluarkan feces seberat 245 mg dan lebih ringan dari pada kontrol (Tabel 2).

Nilai peningkatan kinerja relatif (PKR) dari bahan yang diuji menunjukkan bahwa semua bahan yang diuji mampu meningkatkan kinerja SeNPV. Nilai PKR dari kecap, sukrosa, molase, gula dan filtrat kunyit berturut-turut 50,2%, 33,8%, 23,9%, 10,1% dan 3,7%.

Berdasarkan nilai *indeks feeding stimulant* (IFS) diketahui bahwa sukrosa, gula putih, molase

**Tabel 1.** Akumulasi rata-rata persentase mortalitas UGB setelah perlakuan

Perlakuan	Mortalitas (%) <sup>a</sup>			
	Hari setelah inokulasi			
	3	4	5	6
Sukrosa 5%	6,2 a	19,4 a	35,0 b	57,2 ab
Gula putih 5%	5,6 a	14,2 a	31,5 b	47,1 c
Molase 5%	4,6 a	13,5 a	34,9 b	52,9 bc
Kecap 5%	7,7 a	24,1 a	51,2 a	64,2 a
Filtrat kunyit 5%	5,4 a	13,9 a	25,8 b	44,3 c
Hanya virus	2,7 a	18,9 a	31,9 b	42,7 c

<sup>a</sup>Rataan pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan beda nyata (Uji Duncan,  $\alpha = 0,05$ ).

**Tabel 2.** Nilai peningkatan kinerja relatif (PKR) dan indeks *feeding stimulant* (IFS) dari bahan-bahan yang diuji

Perlakuan	Bobot feces (mg)	PKR (%) <sup>*</sup>	IFS <sup>**</sup>
Sukrosa 5%	271	33,8	0,4
Gula putih 5%	280	10,1	2,0
Molase 5%	287	23,9	3,2
Kecap 5%	322	50,2	9,0
Filtrat kunyit 5%	245	3,7	-4,7
Hanya virus (kontrol)	269	0,0	0,0

<sup>\*</sup> Nilai PKR positif menunjukkan adanya peningkatan kinerja

<sup>\*\*</sup> Nilai positif menunjukkan kinerja *feeding stimulant* sedangkan nilai negative menunjukkan kinerja *antifeedant*.



**Tabel 3.** Pengaruh perlakuan sukrosa terhadap mortalitas UGB terinfeksi *SeNPV*, nilai PKR dan IFS

Hari setelah inokulasi (%)	Mortalitas (%) <sup>b</sup>				PKR (%)	IFS
	Hari setelah inokulasi					
	3	4	5	6		
0	1,2 b	15,7 a	33,2 ab	44,7 b	0	0
0,1	2,4 b	2,6 b	28,3 b	52,7 ab	17,81	0,39
1	9,6 a	17,5 a	40,6 ab	<b>57,2 a</b>	27,79	2,65
5	5,1 ab	11,4 ab	42,3 a	<b>63,2 a</b>	41,24	9,83
10	1,1 b	7,6 ab	27,5 b	46,1 b	3,09	-6,42

inokulasi *SeNPV* yang digunakan  $1,13 \times 10^8$  POB/ml  
 pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan beda nyata (Uji Duncan,  $\alpha = 0,05$ ).

**Tabel 4.** Pengaruh penambahan asam borat terhadap akumulasi mortalitas UGB terinfeksi *SeNPV*

SeNPV + Asam borat (%)	Mortalitas (%) <sup>a</sup>				
	Hari setelah inokulasi				
	2	3	4	5	6
0	0 c	5,0 a	25,5 c	52,1 c	67,7 b
0,1	6,9 b	15,8 a	31,9 bc	51,3 c	70,7 ab
1	5,8 b	26,5 a	45,4 a	64,1 b	74,2 a
5	8,3 ab	28,2 a	44,3ab	66,5 b	74,0 a
10	11,2 a	23,6 a	50,5 a	78,3 a	86,5 a

angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan beda nyata (Uji Duncan,  $\alpha = 0,05$ ).

kecap memiliki nilai IFS lebih besar dari nol (positif). Hal ini mengindikasikan bahwa keempat bahan tersebut berpotensi sebagai bahan *feeding stimulant*. Sementara itu filtrat kunyit 5% memiliki nilai IFS dibawah nol (-4,7) yang mengindikasikan bahwa bahan tersebut berpotensi sebagai *antifeedant* (Tabel 2).

**Pengaruh Konsentrasi Sukrosa terhadap Peningkatan Infektifitas *SeNPV*.**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan sukrosa 1% dan 5% dapat meningkatkan mortalitas UGB secara signifikan dibandingkan dengan kontrol. Sedangkan penambahan sukrosa 0,1% dan 10% pengaruhnya tidak berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol (Tabel 3).

Nilai peningkatan kinerja relative (PKR) dari penambahan larutan sukrosa 0,1%, 1%, 5% dan 10% masing-masing sebesar: 17,8%, 27,8%, 41,2% dan

3,1%. Akan tetapi nilai indeks feeding stimulant (IFS) dari perlakuan konsentrasi sukrosa 10% bernilai negatif yang mengindikasikan bekerja sebagai *antifeedant* (Tabel 3). Data ini mengindikasikan bahwa konsentrasi sukrosa yang direkomendasikan berkisar antara 1 sampai 5%.

**Pengujian Asam Borat sebagai Pemicu Kinerja *SeNPV***

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mulai hari ke-4, penambahan asam borat masing-masing 1%, 5% dan 10% berpengaruh nyata pada tingkat mortalitas UGB dibandingkan dengan kontrol (Tabel 4).

**PEMBAHASAN**

Kecap, sukrosa dan molase yang ditambahkan pada pakan buatan dapat meningkatkan konsumsi UGB sekaligus meningkatkan infektifitas *SeNPV*. Sedangkan gula putih tidak dapat meningkatkan konsumsi UGB juga tidak dapat meningkatkan

2. Ditaring mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Diartikan sebagai bagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan buku, dan penulisan karya ilmiah yang merujuk kepada penelitian yang diterbitkan oleh IPB.



infektifitas SeNPV. Sementara itu filtrat kunyit dapat menurunkan tingkat konsumsi UGB, meskipun tidak menurunkan infektifitas SeNPV.

Kecap merupakan bahan penyedap makanan yang terbuat dari kedelai. Hasil penelitian Lasa *et al.* (2009) menunjukkan bahwa tepung kedelai 1% berpotensi sebagai *phagostimulant* larva *S. exigua* pada pakan buatan. Sementara itu sukrosa dikenal sebagai nutrisi utama dari serangga pemakan daun. Gencu (2006) mengemukakan bahwa gula heksosa dan sukrosa merupakan nutrisi utama dan sebagai *phagostimulant* bagi sebagian besar serangga pemakan daun. Hasil penelitian Mehrvar *et al.* (2008) menunjukkan bahwa molase dan gula dapat berfungsi sebagai *phagostimulant* dan dapat meningkatkan mortalitas larva. Demikian pula hasil penelitian Arifin dan Nuzullianti (1999) yang menunjukkan penambahan molase 20% efektif meningkatkan infektifitas *Spodoptera litura* NPV (SfNPV). Secara teoritis persentase mortalitas UGB terinfeksi virus berkorelasi positif dengan tingkat konsumsi pakan, sehingga semakin tinggi tingkat konsumsi pakan serangga inang, maka akan semakin tinggi mortalitasnya. Dari hasil penelitian ini terbukti bahwa bahan *phagostimulant* dapat meningkatkan infektifitas SeNPV.

Bahan-bahan alami yang murah dan mudah memperolehnya apabila terbukti mampu meningkatkan tingkat konsumsi UGB pada tanaman inang dan meningkatkan infektifitas SeNPV, maka akan mengurangi biaya produksi bioinsektisida SeNPV. Menurut Castillejos *et al.* (2002) penambahan bahan-bahan *phagostimulant* dalam formulasi bioinsektisida virus akan meningkatkan infektifitasnya. Hal tersebut menurut Arifin dan Nuzullianti (1999) disebabkan karena semakin banyak polyhedra yang tertelan, peluang terjadinya infeksi sel-sel jaringan tubuh yang rentan akan semakin besar, sehingga tingkat kematian ulat semakin tinggi.

Perlakuan sukrosa 10% pada pakan ternyata justru mengurangi konsumsi UGB, sehingga tidak dapat meningkatkan infektifitas SeNPV terhadap

UGB. Hal itu mengindikasikan bahwa kesesuaian pakan serangga memerlukan komposisi yang tepat. Ahmad *et al.* (2001) menyatakan bahwa, komposisi bahan pakan terutama protein dan karbohidrat sangat berpengaruh pada aktifitas larva *Spodoptera exempta*.

Perlakuan asam borat pada pakan mampu meningkatkan kinerja SeNPV terhadap UGB (Tabel 4). Hasil penelitian ini sama dengan hasil penelitian sebelumnya pada *Anticarsia gemmatilis* NPV (AgNPV) (Morales *et al.*, 1997), *Spodoptera frugiperda* NPV (SfNPV) (Cisneros *et al.*, 2002) dan *Autographa californica* MNPV (AcMNPV) (Jinn *et al.*, 2004). Cisneros *et al.* (2002) mengemukakan bahwa, perlakuan asam borat saja tidak mengakibatkan kematian pada serangga uji, tetapi akan meningkatkan prevalensi kematian serangga yang terinfeksi virus. Da Silva-Cruz *et al.* (2010) menyatakan bahwa asam borat dapat menginduksi proses kematian sel-sel *mesenteron* serangga. Hasil penelitian Kilani-Morakchi *et al.* (2009) menunjukkan bahwa asam borat yang tertelan dapat mengganggu struktur *mesenteron* kecoa. Sehingga menurut See *et al.* (2010) asam borat merupakan "racun perut" yang biasa digunakan untuk mengendalikan serangga urban seperti kecoa, semut dan rayap. Pengaruh asam borat dalam meningkatkan infektifitas SeNPV diduga karena bahan ini mampu mendegradasi matrik peritrofik saluran pencernaan bagian tengah (*midgut*) serangga, sehingga mengurangi proteksi serangga dari infeksi patogen. Apabila matrik peritrofik hancur, maka virion yang telah terlepas dari badan oklusi akan mudah masuk menginfeksi sel epithelium *mesenteron* yang kemudian menginfeksi hemolimfa dan sel-sel inang lainnya. Aktifitas tersebut seperti hasil penelitian Guo *et al.* (2007) yang menunjukkan adanya peningkatan kinerja NPV setelah dipadukan dengan insektisida chlorfluzuron yang diketahui dapat menghancurkan matrik peritrofik.

Meskipun asam borat secara alami merupakan salah satu nutrisi penting bagi makhluk hidup, akan tetapi pada konsentrasi tinggi dapat bersifat toksik

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang memurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.





z dan Grace, 2006). Oleh karena itu penggunaannya harus dibatasi pada konsentrasi yang berdampak negatif pada lingkungan dan organisme bukan sasaran. Dari penelitian ini, konsentrasi asam borat yang dianjurkan adalah sampai 5% saja, sebab hasil review yang dilakukan oleh Eisler (1990) menunjukkan bahwa penggunaan asam borat pada konsentrasi lebih dari 5% dapat mematikan lebih dari 40% kecoa (*Blattella germanica*), 50% lebah madu (*Apis mellifera*), lebih dari 50% lalat rumah (*Musca domestica*).

## SIMPULAN

Kecap, sukrosa dan molase masing-masing berfungsi sebagai perangsang makan yang efektif untuk meningkatkan infektifitas *SeNPV*. Tambahan asam borat 1 sampai 5% pada suspensi *SeNPV* dapat meningkatkan infektifitas UGB. Penggunaan bahan perangsang makan dan pemicu peraja yang terbukti dapat meningkatkan infektifitas *SeNPV* terhadap UGB di laboratorium diharapkan mampu mengatasi atau mengurangi kelemahan aplikasi *SeNPV* di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

Abbott WS. 1925. A method of computing the effectiveness of insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18, 265-267.

Ahmad I, S Heriyadi and T Anggraeni. 2001. Nutrient self selection by the armyworm *Spodoptera exempta* Walker (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. *Pakistan Journal of Biology Sciences* 4(6), 684-687.

Ahmad I and Kamal M. 2001. Consumption and utilization of complete defined diets covarious carbohydrates by *Spodoptera exempta* (Lepidoptera; Noctuidae). *Biota* 6 (3), 99-104.

Arifin M dan D Nuzullianti. 1999. Keefektifan bioinsektisida NPV pada berbagai macam bahan perangsang makan terhadap ulat grayak kedelai, *Spodoptera litura* F. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Organik Fakultas Pertanian Universitas IBA*, 63-70. Palembang, 30 Oktober 1999. Percetakan Universitas Sriwijaya.

Arifin M. 2006. Kompatibilitas *SeNPV* dengan *HaNPV* dalam pengendalian ulat grayak dan ulat pemakan polong kedelai. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 25 (1), 65-70.

Armenta R, AM Mertinez, JW Chapman, R Magallanes, D Goulson, P Caballero, RD Cave, J Cisneros, J Valle, V Castillejos, DI Penagos, LF Garcia and T William. 2003. Impact of a nucleopolyhedrovirus bioinsecticide and selected synthetic insecticides on the abundance of insect natural enemies on maize in Southern Mexico. *Journal of Economic Entomology* 96(3), 649-661.

Castillejos V, J Trujillo, LD Ortega, JA Santizo, J Cisneros, DI Penagos, J Valle, and T Williams. 2002. Granular phagostimulant nucleopolyhedrovirus formulations for control of *Spodoptera frugiperda* in Maize. *Biological Control* 24, 300-310.

Chaudhari S. 1992. Formulation of nuclear polyhedrosis virus of *Spodoptera litura* with boric acid. *Indian Journal of Entomology* 54, 202-206.

Cisneros J, JA Perez, DI Penagos, J Ruiz, D Goulson, P Caballero, RD Cave and T Williams. 2002. Formulation of a nucleopolyhedrovirus with boric acid for control of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in maize. *Biological Control* 23, 87-95.

Da Silva-Cruz A, ECM da Silva-Zacarin, OC Bueno and O Malaspina. 2010. Morphological alterations induced by boric acid and fipronil in the midgut of worker honeybee (*Apis mellifera* L.) Larvae. <http://bee-life.eu/en/doc/32/>. [akses Januari 2011].

Dushoff J and D Greg. 2001. Evaluating the risks of engineered viruses: modeling pathogen competition. *Ecological Applied* 11(6), 1602-1609.

Eisler R. 1990. Boron hazards to fish, wildlife and invertebrates: a synoptic review. *US Fish Wildl. Serv. Biological Replicata* 85 (1), 20.

Farrar RR Jr, M Shapiro and BM Shepard. 2005. Enhanced activity of the nucleopolyhedrovirus of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on Bt-transgenic and nontransgenic sweet corn with a fluorescent brightener and a feeding stimulant. *Environment Entomology* 34 (4), 825-832.

Gene H. 2006. General principles of insect nutritional ecology. *Trakya University Journal Science* 7(1), 53-57.

Gentz MC and JK Grace. 2006. A Review of boron toxicity in insects with an emphasis on termites. *Journal of Agricultural Urban Entomology* 23(4), 201-207.

Guo HF, JC Fang, BS Liu, JP Wang, WF Zhong and FH Wan. 2007. Enhancement of the biological activity of nucleopolyhedrovirus through disruption of the peritrophic matrix of insect larvae by chlorfluazuron. *Pest Management Science* 63, 68-74.

Idris AB and O Emelia. 2001. Development and feeding behaviour of *Spodoptera exigua* L. (Lepidoptera: Noctuidae) on different food plants. *Journal of Biological Science* 1(12), 1161-1164.

Jinn TR, SS Kao, CI Liu, HY Tseng and TY Wu. 2004. Boric acid as a synergist of *Spodoptera exigua* and *Anagrapha californica* nuclear polyhedrosis virus. *Formosan Entomology* 24, 173-184.

Kilani-Morakchi S, N Arifi and N Soltani. 2009. Activity of Boric Acid on German Cockroaches: Analysis of Residues and Effects on Reproduction. *African Journal of*



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

*Biotechnology* **8**(4), 703-708.

Lacey LA, R Frutos, HK Kaya and P Vail. 2001. Insect pathogens as biological control agents: do they have a future? *Biological Control* **21**, 230-248.

Lasa R, T Williams and P Caballero. 2009. The Attractiveness of Phagostimulant Formulations of a Nucleopolyhedrovirus-based Insecticide Depends on Prior Insect Diet. *Journal of Pest Science* **82**, 247-250.

Matsuda K, M Kaneko, K Kusaka, T Shishido and Y Tamaki. 1998. Soya saponins as feeding stimulants to the oriental clouded yellow larvae, *Coliaserate poliographus* (Lepidoptera: Pieridae). *Applied of Entomological Zoology* **33**(2), 255-258.

Mehrvarz A, RJ Rabindra, K Veenakumari and GB Nrabanchi. 2008. Evaluation of Adjuvants for Increased Uptake of HearNPV against *Helicoverpa armigera* (Hubner) Using Suntest Machine. *Journal of Biological Science* **8**(1), 534-541.

Morales A, F Moscardi, DR Sosa-Gomez, FE Paro and IL Saldorío. 1997. Enhanced activity of *Anticarsia gemmatilis* Hub. (Lepidoptera: Noctuidae) nuclear polyhedrosis virus by boric acid in the laboratory. *Annual Social Entomologia Brasil* **26**(1), 115-120.

Samsudin. 1999. Karakterisasi Virus Patogen dari Ulat Bawang *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) Isolat Indonesia. Tesis Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

See AS, JB Salleh, FA Bakar, NA Yusof, AS Abdulamir and Heng. 2010. Risk and Health Effect of Boric Acid. *American Journal of Applied Science* **7**(5), 620-627.

Shapiro M and RA Bell. 1982. Enhanced effectiveness of *Plutella dispar* (Lepidoptera; Lymantriidae) nuclear

polyhedrosis virus formulated with boric acid. *Ann Entomological Society of America* **75**, 346-349.

Shapiro M and BM Shepard. 2006. The gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) nucleopolyhedrovirus as a synergist for baculoviruses against beet armyworm, fall armyworm and corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Agricultural Urban Entomology* **23**(4), 243-251.

Shepard EF. 1994. Characterization of Chinese and Korean Isolates of a Granulosis Virus of the Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae). *A Dissertation Presented to the Graduate School of Clemson University, USA*.

Suhas Y, JB Gopali, Patil and S Lingappa. 2009. Effect of different adjuvants in enhancing the BV efficacy of HaNPV against *Helicoverpa armigera* (Hubner) in pigeonpea. *Karnataka Journal of Agricultural Science* **22**(3), 502-503.

Trang TTK and S Chaudhari. 2002. Bioassay of nuclear polyhedrosis virus (NPV) and in combination with insecticide on *Spodoptera litura* (Fab.). *Omonrice* **10**, 45-53.

Treacy MF. 1999. Recombinant baculoviruses. In: FR Hall and JM Julius. 1999. *Biopesticides Use and Delivery*, 321-340. Humana Press. Totowa, New Jersey.

Vasconcelos SD, JS Cory, MR Speight and T Williams. 2002. Host range structure and baculovirus transmission in *Mamestra brassicae* L. (Lepidoptera: Noctuidae) Larvae: a laboratory examination of small scale epizootics. *Neotrop Entomology* **31**(3), 391-396.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.