

KOMPATIBILITAS *Spodoptera litura* NUCLEAR POLYHEDROSIS VIRUS (SNPV) DENGAN EKSTRAK GADUNG RACUN (*Dioscorea hispida* Denst) TERHADAP MORTALITAS LARVA *Spodoptera litura* Fab.

Compatibility of *Spodoptera litura* Nuclear Polyhedrosis Virus (SNPV) With Tropical Yam (*Dioscorea hispida* Denst) Ekstrak on larvae Mortality *Spodoptera litura* Fab.

Hasnah, Susanna dan Zulfikar

Staf Pengajar Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala Banda Aceh

ABSTRACT

Spodoptera litura is a polyphagous and primary pest on many plants. This insect can be infected by nuclear polyhedrosis virus (NPV) and tropical yam was knowingly capable of controlling the insect. The research was aimed at finding an effective concentration of combination of SNPV and tropical yam extract on mortality of *S. litura* larva. The research was conducted in Plant Pest Laboratory of Plant Pest and Disease Department, Agriculture Faculty, Syiah Kuala University. The experiment applied a completely randomized design (CRD), consisting of six treatments and four replications. The treatments were in SNPV concentrations of 0, 3×10^5 , 3×10^6 , 3×10^7 , 3×10^8 , and 3×10^9 polyhedra inclusion body/ml respectively, combined with poisonous for *gadung* extract in concentration of 120 ml L⁻¹. Data were analyzed by analysis of variance and followed by Duncan Multiple Range Test (DMRT) at level of 0,05. The result showed that application of combination of SNPV and tropical yam extract was effective and compatible in controlling *S. litura*. In general, mortality of *S. litura* was significantly different than control. Mortality of *S. litura* larva at all treatments of concentration except S₁ and S₀ were 100 per cent at 9,8,8, and 7 day after application (DAA). Average of the fastest larva mortality was 5,46 days given by 3×10^9 polyhedra inclusion body ml L⁻¹ and the longest was 7,38 days given by control. Treatments of combination of SNPV and tropical yam extract at concentrations of 3×10^7 , 3×10^8 , and 3×10^9 was compatible and effective in controlling *S. litura* larvae with mortality level of 85, 95, and 100 per cent at 7 DAA, respectively.

Keywords : Compatibility, SNPV, *Dioscorea hispida* Denst, *Spodoptera litura* Fab

PENDAHULUAN

Spodoptera litura Fab. atau ulat grayak merupakan serangga hama perusak daun kedelai utama di Indonesia, dimana empat ekor larva *S. litura* per tanaman kedelai dapat menyebabkan kerusakan daun sebesar 60,85 persen (Gupta 1986 dalam Purnomo 1991). Hama ini bersifat polifag dan menyerang lebih dari 112 spesies tanaman, serangan berat oleh hama ini biasanya terjadi pada awal musim penghujan setelah musim kering yang panjang. *S. litura* tersebar di Asia, Pasifik dan Australia (Deptan 1998). Lebih lanjut hama ini dilaporkan menjadi resisten terhadap beberapa insektisida seperti Malathion, Pyrethrum, Lindane dan Endosulfan (Ramakrishnan *et al.* 1984 dalam Trang & Chaudari 2002).

Sebagai upaya mengurangi penggunaan insektisida sintetik untuk mengendalikan *S. litura* maka sejak beberapa tahun terakhir telah dikembangkan pengendalian secara biologi, di antaranya pemanfaatan agensia hayati. Beberapa jenis bakteri, cendawan, virus, dan nematoda berpotensi sebagai agensia pengendali hayati (Koeswanudin *et al.* 2001).

Salah satu agen hayati yang telah dikembangkan, yaitu Nuclear Polyhedrosis Virus (NPV). NPV merupakan salah satu jenis virus patogen yang menginfeksi beberapa jenis serangga hama, antara lain *S. litura* pada kapas, tanaman hias dan sayuran. NPV yang menyerang *S. litura* pada tanaman-tanaman tersebut dikenal sebagai *Spodoptera litura* Nuclear

Polyhedrosis Virus (*SiNPV*) (NCIPM 2000).

Nuclear Polyhedrosis Virus (NPV) merupakan kelompok virus patogen serangga terbesar dalam famili Baculoviridae, yang di antaranya terdapat patogen dari hama utama tanaman pangan (Adams & McClintock 1991 dalam Samsudin 2001). Sebagian besar virus patogen serangga dari famili ini bersifat spesifik inang, hanya dapat menginfeksi satu genus atau spesies serangga. Oleh karena itu, diberi nama sesuai dengan nama inang di mana diisolasi pertama kali. Sifat spesifik inang ini sangat baik sebagai komponen pengendalian hama terpadu karena selain tidak mencemari lingkungan, juga dapat melestarikan musuh alami serangga hama (Amico 1997).

Untuk mendapatkan *SiNPV* yang berspektrum luas dan virulen dapat dikombinasikan dengan jenis agensia lainnya yang kompatibel, di antaranya dengan ekstrak tanaman yang berpotensi sebagai pestisida nabati (Maddox 1975 dalam Koeswanudin *et al.* 2001).

Berdasarkan hasil penelitian Koeswanudin *et al.* (2001) pada konsentrasi $3,7 \times 10^8$ PIBs dengan ekstrak biji mimba 10^{-1} , persentase kematian ulat grayak 63,33 persen pada 5 hari dan 100 persen pada 6 hari setelah aplikasi.

Pestisida nabati merupakan pestisida yang relatif mudah dibuat dengan kemampuan dan pengetahuan yang terbatas. Oleh karena terbuat dari bahan yang alami/nabati maka jenis pestisida ini bersifat mudah terurai (*biodegradable*) di alam sehingga tidak mencemari lingkungan dan relatif aman bagi manusia dan ternak peliharaan karena residunya mudah hilang (Kardinan 2000).

Sumber insektisida yang potensial antara lain mimba (*Azadirachta indica*), mindi (*Melia azedarach*), culan (*Aglaia odorata*) dan umbi gadung racun (*Dioscorea hispida* Dennst). Umbi gadung racun telah diteliti efektif untuk mengendalikan hama *Plutella xylostella* (Banaag 1998). Gadung racun adalah salah satu tumbuhan yang cukup potensial penghasil alkaloid yang bersifat toksik yaitu

dioscorin. Hasil penelitian Siregar (2005) pada konsentrasi $106,5 \text{ ml L}^{-1}$ larutan ekstrak umbi gadung racun mortalitas larva *S. litura* mencapai 65 persen.

Berdasarkan permasalahan tersebut di atas, maka peneliti ingin menguji kemampuan agensia hayati *SiNPV* yang digabungkan dengan ekstrak umbi gadung racun untuk mengendalikan *S. litura*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama Tumbuhan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Darussalam Banda Aceh, sejak bulan Oktober 2005 sampai Juni 2006. Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial yang terdiri dari 6 perlakuan dan 4 ulangan dengan lima kisaran konsentrasi *SiNPV* yaitu 3×10^5 – 3×10^9 PIB/ml yang digabungkan dengan ekstrak gadung racun berkonsentrasi 120 ml L^{-1} dan sebagai kontrol digunakan ekstrak umbi gadung racun berkonsentrasi 120 ml L^{-1} .

Larva yang diperoleh dilapangan dipelihara di laboratorium Hama Tumbuhan. Larva yang digunakan adalah larva instar II turunan pertama sebanyak 10 larva untuk setiap ulangan. Aplikasi insektisida kombinasi dilakukan sesuai dengan konsentrasi yang telah ditentukan dengan mencelupkan daun sawi kedalam insentisida kombinasi dan ekstrak gadung racun (Kontrol). Pemberian makan larva dilakukan secara individu ke dalam masing-masing stoples dan diamati mortalitas dan rata-rata waktu kematian larva.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mortalitas Larva

Data hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kombinasi antara *SiNPV* dengan ekstrak umbi gadung racun pada berbagai konsentrasi berpengaruh nyata terhadap mortalitas larva *S. litura*. Rata-rata mortalitas larva *S. litura* setelah aplikasi kombinasi *SiNPV* dengan ekstrak umbi gadung racun dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata mortalitas larva *S. litura* setelah aplikasi kombinasi *S*iNPV dengan ekstrak gadung racun

Perlakuan (Konsentrasi <i>S</i> iNPV-PIB mL ⁻¹)	Mortalitas Larva (%)						
	3 HSA	4 HSA	5 HSA	6 HSA	7 HSA	8 HSA	9 HSA
0	0,00 a	7,50 a	15,00 a	30,00 a	37,50 a	50,00 a	60,00 a
3 x 10 ⁵	5,00 ab	12,00 ab	22,50 ab	42,50 b	57,50 b	75,00 b	85,00 b
3 x 10 ⁶	7,50 b	15,00 ab	22,50 ab	50,00 b	77,50 c	95,00 c	100,00 c
3 x 10 ⁷	7,50 b	15,00 ab	25,00 b	52,50 b	85,00 cd	100,00 d	100,00 c
3 x 10 ⁸	10,00 b	20,00 b	32,50 b	70,00 c	95,00 de	100,00 d	100,00 c
3 x 10 ⁹	10,00 b	22,50 b	52,50 c	97,50 d	100,00 e	100,00 d	100,00 c

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 0,05 (data telah di transformasi dengan arc sin \sqrt{x})

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa mortalitas larva *S. litura* mulai terjadi pada 3 HSA. Pada setiap hari pengamatan mortalitas larva setelah aplikasi kombinasi *S*iNPV dengan ekstrak umbi gadung racun terus meningkat. Secara umum mortalitas *S. litura* berbeda nyata dengan kontrol.

Larva yang mati pada 3 HSA yang diberikan perlakuan *S*iNPV umumnya berwarna hitam apabila ditekan akan mengeluarkan cairan yang berwarna coklat susu, ini mengindikasikan bahwa mortalitas larva terjadi karena pengaruh dari kedua jenis insektisida baik *S*iNPV maupun ekstrak umbi gadung racun. Selanjutnya pada 4 HSA dan seterusnya sampai akhir pengamatan larva yang mati lebih cenderung disebabkan oleh *S*iNPV, ini terlihat dari tubuh larva yang memucat kemerahan terutama pada bagian perut, membran integumen yang membengkak, setelah satu hari umumnya tubuh larva yang mati pecah dan mengeluarkan cairan berwarna coklat susu yang merupakan cairan NPV dengan bau yang sangat menyengat, hal ini sesuai dengan yang dikemukakan (Bedjo 2004, BB-biogen 2004). Pada perlakuan kontrol, gejala keracunan ditandai dengan berkurangnya aktivitas, menurunnya nafsu makan dan berakhir dengan kematian yang ditandai dengan perubahan warna tubuh larva menjadi hitam kecoklatan sampai hitam, tubuh lunak serta membusuk, apabila ditekan akan mengeluarkan cairan yang berwarna hitam, setelah beberapa hari kemudian tubuhnya mengering, berwarna hitam seperti hangus

terbakar. Gejala keracunan ini dapat disebabkan oleh senyawa aktif dari ekstrak umbi gadung racun seperti senyawa alkaloid dioskorin (Leyua & Guterrez 1937 dalam Banaag 1998).

Perlakuan kombinasi *S*iNPV dengan ekstrak umbi gadung racun pada konsentrasi 3x10⁷, 3x10⁸, dan 3x10⁹ efektif untuk mengendalikan larva *S. litura* dan menunjukkan kompatibilitas dengan tingkat mortalitas larva masing-masing 85, 95, dan 100 persen pada 7 HSA. Menurut Memford & Norton (1984) dalam Koswanudin *et al.* (2001), salah satu kriteria keefektifan suatu jenis insektisida apabila berdaya bunuh 80 persen atau lebih.

PIB (Polyhedra Inclusion Body) yang tertelan oleh larva akan terurai di dalam mesenteron. Menurut Smith (1987) dalam Purnomo (1991), dalam keadaan basa badan inklusi akan larut, sehingga virion-virion di dalamnya akan terlepas. Kisaran umum kondisi pH pada pencernaan tengah serangga ordo lepidoptera yaitu 8,0 – 10,0 (Batubara 2002). Virion-virion menyebar dan menginfeksi sel-sel epitel pada mesenteron, kemudian virus bereplikasi pada nucleus sel yang rentan (Flexner & Belnavis 2000). Virus selanjutnya menembus jaringan peritrofik dan mikrovili kemudian akan memisahkan sel-sel kolumnar dan goblet, sehingga pada akhirnya akan merusak seluruh jaringan usus (Smith 1987 dalam Bedjo 2004). Purnomo (1991) dalam penelitiannya menyebutkan, akibat adanya infeksi oleh NPV selaput membran peritrofik akan koyak dan selanjutnya akan hancur. Pada

infeksi lanjut NPV juga menyerang sel darah (leucosit dan limfosit), trakhea, hypodermis, dan sel lemak (Deacon 1983 dalam Bedjo 2004).

Gadung racun diketahui mengandung alkaloid serta senyawa saponin, alkaloid merupakan suatu molekul organik kecil yang tersusun dari satu atau lebih atom-atom carbon yang ditempatkan bersama dengan nitrogen. Alkaloid bereaksi terhadap sistem saraf umumnya dengan menghambat gelombang elektrokimia pada jalur-jalur saraf (synapses) (Randolph 2005). Zat beracun yang terkandung di dalam umbi gadung racun termasuk alkaloid dioscorin, yang sifatnya seperti pikrotoksin yang dapat menimbulkan kejang pada manusia (Heyne 1952 dalam Natawigena 1993). Saponin merupakan senyawa kimia yang bersifat racun terhadap makhluk hidup berdarah dingin seperti serangga (IPTEKnet 2002). Shashi & Ashoke (1991) dalam Nunik *et al.* (1994) menyebutkan bahwa saponin dapat menurunkan tegangan permukaan selaput mukosa traktus digestivus larva sehingga dinding traktus digestivus menjadi korosif. Hasil penelitian Siregar (2005), akibat pemberian ekstrak umbi gadung racun terhadap *S. litura* pada konsentrasi 106,5 ml.L⁻¹ kematian larva mencapai 65%.

Rata-rata Waktu Kematian

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi kombinasi *Si*NPV dengan ekstrak umbi gadung racun berpengaruh nyata terhadap rata-rata waktu kematian larva *S. litura*. Rata-rata waktu kematian larva *S. litura* dapat dilihat pada Tabel 2.

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa rata-rata waktu kematian larva paling cepat terjadi pada konsentrasi tertinggi 3×10^9 yaitu 5,46 hari dan terlama pada perlakuan kontrol yaitu 7,38 hari dan tidak berbeda nyata dengan komposisi 3×10^5 dan 3×10^6 . Secara umum dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi pada masing-masing perlakuan kombinasi *Si*NPV dengan ekstrak umbi gadung racun, semakin singkat waktu yang dibutuhkan untuk mematikan larva *S. litura*. Ini mengindikasikan bahwa perlakuan

kombinasi antara *Si*NPV dengan ekstrak umbi gadung racun bersifat sinergis.

Kematian larva yang terinfeksi oleh NPV dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya yaitu instar larva, suhu lingkungan, dan jumlah PIB yang tertelan. Lamanya waktu yang dibutuhkan *Si*NPV untuk mematikan inangnya yaitu 3 – 9 hari (Bedjo 2004).

Hasil penelitian Siregar (2005), pada konsentrasi 106,5 ml.L⁻¹ ekstrak umbi gadung racun mortalitas larva mencapai 65 persen, dengan rata-rata waktu kematian 4,42 hari.

Persentase Pupa yang Terbentuk

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi kombinasi *Si*NPV dengan ekstrak umbi gadung berpengaruh nyata terhadap persentase pupa yang terbentuk. Rata-rata persentase pupa yang terbentuk dapat dilihat pada Tabel 3. Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa sampai akhir pengamatan hanya larva pada kontrol dan komposisi rendah yang berhasil menjadi pupa. Perbedaan jumlah pupa yang terbentuk pada perlakuan tersebut menunjukkan bahwa kombinasi *Si*NPV dengan ekstrak gadung racun berpengaruh terhadap pembentukan pupa. Pengamatan secara visual menunjukkan tidak semua pupa mampu terbentuk dengan normal. Beberapa pupa mati pada saat prapupa dan membusuk, dimana hanya dua pupa yang terbentuk dengan normal pada komposisi rendah, sedangkan pada pada kontrol semua pupa terbentuk normal dan hanya satu pupa yang tidak berhasil menjadi imago.

Bedjo (2004) menyebutkan jika larva yang terinfeksi *Si*NPV tidak mati, maka pada saat stadia pupa akan membusuk dan seandainya sampai pada stadia imago maka bentuk sayap menjadi keriting.

Senyawa alkaloid dioscorin diketahui dapat menghambat laju makan larva *S. litura* sehingga berpengaruh terhadap perkembangan larva menjadi pupa, begitu juga dengan saponin bersifat racun akut bagi serangga. Stadia pupa merupakan masa yang tidak aktif, namun proses metamorfosis tetap berjalan. Dengan demikian untuk menghasilkan pupa sangat tergantung dari makanan yang dikonsumsi

Tabel 2. Rata-rata waktu kematian larva *S. litura* setelah aplikasi kombinasi *S*/NPV dengan ekstrak gadung racun

Perlakuan (Konsentrasi <i>S</i> /NPV-PIB mL ⁻¹)	Rata-rata waktu kematian larva (hari)
0	7,38 d
3 x 10 ⁵	7,34 d
3 x 10 ⁶	7,03 cd
3 x 10 ⁷	6,58 bc
3 x 10 ⁸	6,29 b
3 x 10 ⁹	5,46 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 0,05

Tabel 3. Rata-rata persentase pupa *S. litura* yang terbentuk dan persentase Imago *S. litura* yang muncul setelah aplikasi kombinasi *S*/NPV dengan ekstrak gadung racun

Perlakuan (Konsentrasi <i>S</i> /NPV-PIB mL ⁻¹)	Pupa yang Terbentuk	Imago yang Muncul (%)
0	40,00 c	37,50 b
3 x 10 ⁵	12,50 b	2,50 a
3 x 10 ⁶	0,00 a	0,00 a
3 x 10 ⁷	0,00 a	0,00 a
3 x 10 ⁸	0,00 a	0,00 a
3 x 10 ⁹	0,00 a	0,00 a

Keterangan : - Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 0,05

- data telah ditransformasi dengan Arc. Sin \sqrt{x}

pada waktu stadia larva (Subiyakto 2002). Menurut Oka (1994) hambatan dari senyawa-senyawa yang bersifat toksik dari tumbuhan terjadi pada sistem kerja yang mengatur perkembangan dan metamorfosis serangga.

Persentase Imago *S. litura* yang Muncul

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi kombinasi *S*/NPV dengan ekstrak gadung racun berpengaruh nyata terhadap persentase imago *S. litura* yang muncul. Rata-rata persentase imago *S. litura* yang muncul dapat dilihat pada Tabel 3.

Persentase imago yang muncul pada kontrol berbeda nyata dengan konsentrasi rendah. Persentase imago muncul menjadi rendah pada konsentrasi rendah diakibatkan oleh infeksi *S*/NPV, yang mampu merusak mesenteron larva sehingga tidak berkembang dengan sempurna pada saat menjadi pupa, dan pengaruh dari ekstrak gadung racun yang merusak kerja sistem saraf dan pencernaan dari serangga. Pada konsentrasi rendah hanya satu pupa berhasil

menjadi imago, sedangkan pada kontrol hanya satu pupa yang tidak berhasil menjadi imago. Semua imago yang muncul memiliki ukuran yang lebih kecil bila dibandingkan dengan imago normal, dan beberapa imago yang muncul memiliki bentuk yang abnormal. Purnomo (1991) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa akibat perlakuan NPV, disamping adanya pupa yang mati juga karena adanya pupa yang sakit, dan tidak berkembang dengan baik dalam proses menjadi imago hingga akhirnya mati. Larva yang terinfeksi oleh NPV apabila tidak mati pada saat menjadi pupa maka imago yang muncul sayapnya menjadi keriting (Bedjo 2004).

SIMPULAN DAN SARAN

Kombinasi antara *S*/NPV dengan ekstrak umbi gadung racun berpengaruh terhadap mortalitas larva *S. litura*. Kombinasi dari *S*/NPV dengan ekstrak umbi gadung racun menunjukkan pengaruh yang kompatibel dan efektif untuk

mengendalikan *S. litura*. Kombinasi *SiNPV* dengan ekstrak umbi gadung racun sudah efektif pada konsentrasi 3×10^7 ditambah 120 ml L⁻¹ larutan untuk mengendalikan larva *S. litura* dan menunjukkan kompatibilitas dengan tingkat kematian 85 persen pada 7 HSA, dengan rata-rata waktu kematian larva 6,58 hari. Persentase pupa yang terbentuk dan imago yang muncul terendah pada S₁ yaitu 12,5 persen dan 2,5 persen. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui tingkat keefektifan kombinasi *SiNPV* dengan ekstrak gadung racun di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amico, V.D. 1997. Baculoviruses (Baculoviridae). Cornell University, New York. <http://www.nysaes.cornell.edu>. (Diakses 16 Maret 2006).
- Banaag, A. 1998. Biological and chemical studies of toxic plant constituents for *Dioscorea hispida* schlüssel for regulating insect pest. (Doctoral Thesis). Universitas Tsukuba-Japan.
- Batubara, R. 2002. Fisiologi serangga hutan (sistem pencernaan serangga). Program Ilmu Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara. <http://library.usu.ac.id>. (Diakses 16 Maret 2006).
- Bedjo. 2004. Potensi, peluang, dan tantangan pemanfaatan *Spodoptera litura* nuclear polyhedrosis virus (*SiNPV*) untuk pengendalian *Spodoptera litura* Fabricius pada tanaman kedelai. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-umbian, Balitkabi, Malang. <http://www.puSittan.bogor.net>. (Diakses 16 Maret 2006).
- BB-Biogen. 2004. Mengendalikan hama ulat grayak pada kedelai. Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Bogor. www.indobiogen.or.id. (Diakses 24 Desember 2005).
- Deptan. 1998. Organisme pengganggu tanaman bawang merah. www.deptan.go.id. (Diakses 16 Maret 2006).
- Flexner, J. L. & D. L. Belnavis. 2000. Biological and biotechnological control of insect pests. P: 35-62. In J. E. Rechcigl, & N. A. Rechcigl (eds.), Microbial insecticides. Lewis Publisher, Boca Raton, London.
- IPTEKnet. 2002. Tentang budidaya perikanan - Saponin untuk pembasmi hama udang. Warintek Menteri Negara Riset dan Teknologi. <http://www.iptek.net.id>. (Diakses 18 Mei 2005).
- Kardinan, A. 1999. Pestisida Nabati, ramuan dan cara aplikasi. PT. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Koeswanudin, D., A. Muhammad, & Harnoto. 2001. Kompatibilitas *SiNPV* dengan ekstrak biji mimba untuk mengendalikan ulat grayak pada kedelai. P: 343-347. Dalam I. Mariska., I. H. Somantri, I. M. Samudra, A. D. Ambarwati., J. Prasetyono, & I. N. Orbani (eds.). Prosiding Seminar Hasil Penelitian Rintisan dan Bioteknologi Tanaman, Bogor, 26-27 Desember 2001. <http://www.indobiogen.or.id>. (Diakses 24 Desember 2005).
- Natawigena, W. D. 1993. Efek fraksi alkaloid *dioscorea hispida* sebagai bahan rodentisida nabati terhadap tikus (*Rattus norvegicus*) Galur Wistar. P: 70-75. Dalam Dj. Sitepu., P. wahid, M. Soehardjan, S. Rusli, A. W. Elida, T. Mustika, & D. Soetopo (eds.). Prosiding Seminar Hasil Penelitian Dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati, Bogor, 1-2 Desember 1993.
- National Centre for Integrated Pest Management. 2000. *Spodoptera litura* nuclear polyhedrosis virus. Biological Insecticide. National Centre for Integrated Pest Management, Lal Bahadur Shastri Building, Pusa Campus, New Delhi. 110 012, India. <http://www.ncipm.org.in>. (Diakses 16 Maret 2006).
- Nunik., Aminah, Singgih, Sigit, S. Partosoedjono, & Chairul. 1994. *S. rarak*, *D. metel* dan *E. prostata* sebagai larvisida *Aedes aegypti*. Peneliti PPEK, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Departemen Kesehatan RI, Jakarta, Cermin Dunia Kedokteran, No.

- 131, 2001. <http://www.kalbefarma.com>. (Diakses 10 Agustus 2006).
- Oka, I. N. 1994. Pengendalian hama terpadu dan implementasinya di Indonesia. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Purnomo. 1991. Pengaruh konsentrasi subletal Nuclear Polyhedrosis Virus (NPV) *Spodoptera litura* terhadap biologi *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera; Noctuidae). Tesis (tidak dipublikasikan). Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Randolph, T. 2005. Natural toxins in foodstuffs. <http://www.alternative-doctor.com>. (Diakses 3 Februari 2006).
- Samsudin. 2001. Keefektifan kombinasi *Anagrapha falcifera* NPV (A/NPV) dengan *Spodoptera litura* NPV (S/NPV) untuk mengendalikan ulat grayak pada kedelai. P: 348-351. Dalam I. Mariska, I. H. Somantri, I. M. Samudra, A. D. Ambarwati, J. Prasetyono, & I. N. Orbani (eds.). Prosiding Seminar Hasil Penelitian Rintisan dan Bioteknologi Tanaman, Bogor, 26-27 Desember 2001.
- <http://www.indobiogen.or.id>. (Diakses 24 Desember 2005).
- Siregar, A. N. 2005. Efektivitas ekstrak umbi gadung racun (*Dioscorea hispida* Dennst) terhadap mortalitas dan perkembangan hama *Spodoptera litura* F. Pada Tanaman Tembakau. Skripsi (tidak dipublikasikan). Universitas Syiah Kuala, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan.
- Subiyakto. 2002. Pemamfaatan serbuk biji nimba (*Azadirachta indica* A. Juss) untuk pengendalian serangga hama kapas. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat. Indonesian Tobacco and Fibre Crops Research Institute. <http://perkebunan.litbang.deptan.go.id>. (Diakses 18 maret 2006).
- Trang, T. T. K. & S. Chaudhari. 2002. Bioassay of nuclear polyhedrosis virus (NPV) and in combination with insecticide on *Spodoptera litura* (Fab). Cuu Long Delta Rice Research Institute, Vietnam, IARI New Delhi, India. Omonrice 10: 45-53. www.cirri.org. (Diakses 18 Maret 2005).