

**DAMPAK ANDROGRAFOLID DAN DUA JENIS INSEKTISIDA SINTETIK  
SEBAGAI PENGHAMBAT MAKAN *NEPHOTETTIX VIRESCENS*, TERHADAP  
TRANSMISI VIRUS TUNGRO**

***EFFECT OF ANDROGRAPHOLIDE AND TWO SYNTHETIC INSECTICIDES,  
ANTIFEEDANT AGAINST *NEPHOTETTIX VIRESCENS*,  
TO THE RICE TUNGRO VIRUS TRANSMISSION***

**I Nyoman Widiarta**

*Balai Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi*

**Muhammad Muhsin**

*Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan, Bogor*

**Dede Kusdiaman**

*Balai Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi*

**ABSTRACT**

*The effect of andrographolide and two synthetic insecticides of pymetrozine and imidacloprid, an antifeedant against *N. virescens* (Distant), to the rice tungro virus transmission were tested using test tube inoculation method in the green house under natural photoperiod and average temperature of 28.5°C. The root of tungro diseased plants were soaked for 24 hours into tested materials before acquisition feeding to test virus acquisition inhibition, while root of rice seedlings were soaked into tested material for 24 hours before inoculation feeding to test virus inoculation inhibition.*

*The results of studies showed that andrographolide, pymetrozine and imidacloprid significantly reduced virus acquisition and virus inoculation by *N. virescens*. Pymetrozine and andrographolide treatments to the tungro diseased plants at concentration of 20 ppm significantly reduced proportion of viruliferous vector to become 17% in average. The increasing concentration into 40 ppm of both materials did not significantly reduce proportion of viruliferous vector. Imidacloprid at concentration of 0.01 and 0.02 ppm completely inhibited feeding acquisition. Pymetrozine and andrographolide treatment at concentration of 20 ppm to the rice seedlings reduced significantly virus transmission by *N. virescens* to become 69% in average. The increasing concentration of pymetrozine up to 40 ppm reduced virus transmission up to 49%. However, the increasing concentration of andrographolide up to 40 ppm did not reduce virus transmission rate. Imidacloprid at concentration of 0.01 ppm and 0.02 ppm reduced virus transmission to become 25% and 39%, respectively. It was concluded that imidacloprid was the most effective antifeedant reducing virus transmission by *N. virescens* among tested chemicals.*

*Key words: antifeedant, *N. virescens*, rice tungro virus disease*

**INTISARI**

Daya hambat penularan virus tungro oleh andrografolid serta dua jenis insektisida sintetik pimetrozin dan imidakloprid yang telah diketahui mempunyai aktivitas penghambat makan terhadap *N. virescens* diuji dengan uji penularan pada tabung reaksi di rumah kaca dengan kondisi fotoperiode alami dan suhu rata-rata 28,5°C. Akar tanaman sakit sumber inokulum direndam pada bahan uji selama 24 jam untuk mengetahui daya hambat pemerolehan virus, sedangkan untuk mengetahui daya hambat penularan virus akar bibit tanaman padi direndam pada bahan uji selama 24 jam sebelum ditulari virus.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi andrografolid, pimeetrozin dan imidakloprid nyata mengurangi pemerolehan dan penularan virus tungro oleh *N. virescens*. Aplikasi pimeetrozin, andrografolid masing-masing konsentrasi 20 ppm pada tanaman sakit menekan proporsi vektor viruliferus menjadi hanya rata-rata 17%. Peningkatan konsentrasi menjadi 40 ppm untuk kedua bahan tersebut tidak berpengaruh nyata menekan proporsi vektor viruliferus. Aplikasi imidakloprid konsentrasi 0,01 maupun 0,02 ppm pada tanaman sakit menggagalkan wereng hijau memperoleh virus. Aplikasi 20 ppm pimeetrozin maupun andrografolid pada bibit tanaman mengurangi keberhasilan *N. virescens* menularkan virus menjadi rata-rata 69%, sedangkan perlakuan imidakloprid dapat menekan penularan virus menjadi 25% dan 39% pada konsentrasi masing-masing 0,01 dan 0,02 ppm. Peningkatan konsentrasi pimeetrozin menjadi 40 ppm nyata menekan penularan virus, tetapi peningkatan dosis andrografolid menjadi 40 ppm tidak nyata menekan penularan virus. Dari percobaan ini diketahui imidakloprid mempunyai daya hambat pemerolehan dan penularan virus paling tinggi dibandingkan andrografolid dan pimeetrozin.

Kata kunci : penghambat makan *N. virescens*, penyakit tungro

## PENGANTAR

Wereng hijau, *Nephotettix virescens* (Distant) adalah vektor penyakit tungro yang paling efektif (Hibino & Cabunagan, 1986). Sama *et al.* (1991) melaporkan bahwa penyakit tungro di Sulawesi Selatan berhasil dikendalikan pada daerah yang waktu tanamnya dapat diatur, dengan cara memadukan waktu tanam yang tepat dan pergiliran varietas tahan terhadap vektor. Hasil analisis lebih lanjut tentang faktor yang paling dominan mempengaruhi keberhasilan pengendalian diketahui bahwa pengaturan waktu tanam lebih dominan pengaruhnya dibandingkan dengan pergiliran varietas. Pada daerah yang waktu tanamnya sulit diatur seperti pada daerah pola tanam tidak serempak di Bali dan Jawa, penerapan metode di atas menemui berbagai masalah. Pulau Jawa dan Bali menyumbang lebih dari 60% produksi beras nasional sehingga perlu dicari strategi lain untuk mengendalikan tungro di daerah tersebut.

Kepadatan populasi *N. virescens* pada pola tanam tidak serempak di Bali rendah karena aktivitas pemencaran yang tinggi dan adanya aktivitas parasitoid dan predator telur (Widiarta, 1993; Widiarta *et al.*, 1992). Hal tersebut sangat menguntungkan sebab populasi vektor tidak perlu dikendalikan karena tidak

menimbulkan kerusakan bernilai ekonomi akibat kerusakan secara langsung oleh hisapan *N. virescens*. Di lain pihak kemampuan pemencaran yang tinggi adalah sifat *N. virescens* yang tidak menguntungkan, karena meskipun padat populasinya rendah bila terdapat sumber virus akan sangat efektif menyebarkan penyakit tungro. Dengan demikian berdasarkan karakter dinamika populasi vektor, strategi yang perlu ditempuh untuk mencegah wabah tungro di daerah tersebut adalah dengan menekan proporsi vektor viruliferus melalui pengurangan sumber inokulum dan daya penularan virus oleh vektor.

Salah satu komponen pengendalian yang dapat dipakai untuk mengurangi daya penularan virus oleh vektor adalah dengan memanipulasi kebiasaan makan atau menekan aktivitas makan wereng hijau dengan antifidan tanpa membunuh serangga tersebut. Andrografolid adalah salah satu komponen dari ekstrak daun sambilata (*Andrographis paniculata*) diketahui sebagai obat dibidang kedokteran, untuk pertama kali dilaporkan memiliki aktivitas penghambat makan pada *Plutella xylostella* (Hermawan *et al.*, 1993; 1994) dan *N. cincticeps* yaitu spesies wereng hijau yang dominan di daerah empat musim (Widiarta *et al.*, 1997) dan telah dilaporkan aktivitasnya terhadap *N. virescens* spesies yang

dominan di daerah tropika (Widiarta *et al.*, dalam penerbitan). Pimetrozin dilaporkan dapat mengurangi aktivitas makan pada kutu daun *Aphis gossypii*, *Myzus persicae* dan *M. nicotiana* (Fuog *et al.*, 1996). Bahan aktif insektisida imidakloprid telah diketahui memiliki aktivitas penghambat makan terhadap wereng hijau *N. cincticeps* (Widiarta *et al.*, 1997). Insektisida sintetik pimetrozin dan imidakloprid diketahui juga memiliki aktivitas penghambat makan terhadap *N. virescens* (Widiarta *et al.*, dalam penerbitan).

Makalah ini melaporkan hasil pengujian daya hambat pemerolehan dan penularan virus tungro oleh bahan penghambat makan *N. virescens* andrografolid dan dua jenis insektisida sintetik, yaitu pimetrozin dan imidakloprid. Pengujian bertujuan untuk mengetahui efektivitas bahan penghambat makan *N. virescens* yang dapat menghambat penularan virus tungro, sebagai bagian dari upaya untuk mengembangkan daya hambat penularan virus tungro oleh *N. virescens* tanpa mematakannya sehingga meminimalkan pengaruh insektisida terhadap jaring-jaring makanan.

## BAHAN DAN METODE

Percobaan dilakukan di rumah kaca Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan, Bogor dengan kondisi cahaya alami 12 jam terang dan 12 jam gelap dan suhu rata-rata 28,5°C, dari tanggal 10 Juli - 28 Agustus 1997.

**Koloni wereng hijau.** Wereng hijau yang dipakai berasal dari koloni wereng hijau yang telah dipelihara 5 generasi mulai bulan Juni 1996 di Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan, Bogor. Serangga dipelihara dalam kurungan mika (37 cm x 25 cm x 36 cm), diberi makan bibit tanaman padi Cisadane umur 2-3 minggu setelah sebar.

**Penyiapan bahan uji.** Bahan yang diuji adalah andrografolid, bahan aktif pimetrozin dan imidakloprid. Andrografolid dibeli dari "Wako Purechemical Industries Ltd.", Jepang. Pimetrozin didapat dari Ciba, Indonesia sedangkan imidakloprid diperoleh dari "Nihon Bayer Agrochemical", Jepang. Ketiga bahan yang diuji dalam bentuk bahan aktif murni.

Andrografolid terlebih dahulu dilarutkan dengan sedikit etanol 99% untuk mempercepat kelarutan dalam air, bahan uji lainnya langsung dilarutkan dalam air karena mudah larut dalam air. Larutan bahan uji dicampur dengan air sehingga menjadi konsentrasi uji yang dikehendaki. Andrografolid dan pimetrozin diuji pada konsentrasi 20 dan 40 ppm. Imidakloprid diuji pada konsentrasi 0,01 dan 0,02 ppm (Tabel 1). Pemilihan konsentrasi didasarkan pada hasil pengujian sebelumnya terhadap wereng hijau spesies *N. cincticeps* (Widiarta *et al.*, 1997).

Tabel 1. Perlakuan daya hambat akuisisi dan inokulasi virus tungro oleh penghambat makan *N. virescens*

Bahan uji	Kode	Konsentrasi (ppm)
Andrografolid	A 2	20
	A 4	40
Pimetrozin	P 2	20
	P 4	40
Imidakloprid	I 1	0,01
	I 2	0,02
Kontrol	C	0

**Pengujian daya hambat pemerolehan virus.** Tanaman bergejala tungro hasil inokulasi di rumah kaca direndam akarnya dalam larutan uji dari berbagai konsentrasi seperti tercantum pada Tabel 1 selama 24 jam. Hari berikutnya tanaman ditanam pada pot plastik dan dimasukkan ke dalam kurungan mika. Imago wereng hijau dilepaskan untuk melakukan pemerolehan virus selama 1 jam.

Setelah periode pemerolehan virus, dua ekor imago wereng hijau dimasukkan ke dalam tabung pemeliharaan yang berisi satu batang bibit tanaman umur 15 hari setelah sebar, imago dibiarkan melakukan penularan virus selama 24 jam. Seluruh wereng hijau dikeluarkan dan dimatikan setelah melakukan penularan virus. Bibit tanaman kemudian ditanam pada ember plastik diameter 30 cm, 10 batang setiap ember sebagai satu ulangan. Setiap perlakuan diulang 5 kali. Tanaman dipelihara sampai umur 1 bulan setelah tanam. Gejala tungro diamati pada saat tanaman umur 1 bulan setelah tanam.

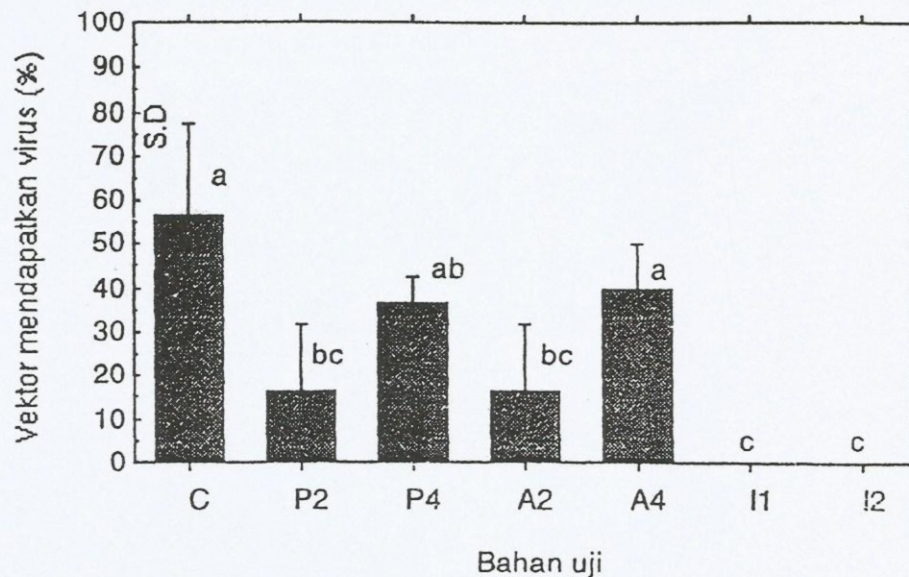
**Pengujian daya hambat penularan virus.** Wereng hijau imago dimasukkan ke dalam kurungan mika yang berisi tanaman sakit untuk melakukan pemerolehan virus selama 24 jam. Wereng hijau yang telah memperoleh virus masing-masing dua ekor/tabung dimasukkan ke dalam tabung pemeliharaan yang berisi bibit tanaman berumur 15 hari setelah sebar yang telah diberi perlakuan dengan bahan yang diuji. Serangga dibiarkan melakukan penularan virus selama 1 jam. Bibit tanaman diperlakukan dengan cara perendaman akar selama 24 jam pada larutan uji dengan konsentrasi yang berbeda dari masing-masing bahan uji seperti tercantum pada Tabel 1. Setelah ditulari virus, bibit ditanam pada ember plastik, 10 batang tiap ember sebagai satu ulangan. Setiap perlakuan diulang 5 kali. Tanaman dipelihara sampai umur 1 bulan setelah tanam. Gejala tungro diamati pada saat tanaman umur 1 bulan setelah tanam.

**Pengolahan data.** Proporsi tanaman menunjukkan gejala dalam persen ditransformasi  $\sqrt{\arcsin x}$ , kemudian diuji dengan sidik ragam. Perbedaan antarperlakuan diuji dengan uji Fisher's-PLSD ("protected lsd") (Steel & Torrie, 1981).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Seluruh serangga dalam keadaan hidup setelah diberi kesempatan pemerolehan dan penularan virus, sehingga dapat dikatakan bahwa kegagalan pemerolehan dan penularan virus bukan karena kematian tetapi disebabkan oleh perbedaan aktivitas makan vektor. Di samping itu juga diketahui bahwa bahan uji pada konsentrasi tersebut adalah antifidan, paling tidak selama 24 jam.

**Daya hambat perolehan virus.** Gambar 1 menunjukkan daya hambat perolehan virus oleh berbagai bahan penghambat makan wereng hijau. Pada tanaman sakit yang tidak diperlakukan, wereng hijau yang berhasil memperoleh virus tungro rata-rata 58%, dengan proporsi tertinggi sampai 79%. Perlakuan tanaman sakit dengan pimetozin dan andrografolid pada konsentrasi masing-masing 20 ppm, rerata proporsi wereng hijau yang mendapatkan virus 20%, rerata tersebut nyata lebih rendah daripada kontrol. Penurunan proporsi vektor viruliferus oleh pimetozin dan andrografolid pada konsentrasi 20ppm mencapai lebih dari 50%. Peningkatan konsentrasi kedua bahan uji menjadi 40ppm tidak memperbaiki daya tekan vektor viruliferus. Uji daya hambat makan *N. virescens* oleh pimetozin dan andrografolid menunjukkan bahwa aktivitas makan pada makanan buatan yang dibuat dari larutan 5% gula, dicampur dengan kedua bahan uji pada konsentrasi 20ppm dan 40ppm tidak berbeda nyata (Widiarta *et al.*, dalam penerbitan). Kesamaan aktivitas makan *N. virescens* pada kedua konsentrasi larutan uji, dapat menjelaskan tidak terjadinya perbaikan daya hambat pemerolehan virus akibat peningkatan konsentrasi dari 20ppm menjadi 40ppm. Tanaman sakit yang diperlakukan dengan imidaklopid pada konsentrasi 0,01 ppm maupun 0,02 ppm menggagalkan wereng hijau memperoleh virus.



Gambar 1. Daya hambat pemerolehan virus tungro oleh bahan penghambat makan *N. virescens*. Histogram dengan huruf abjad sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 95% uji Fisher's-PLSD.

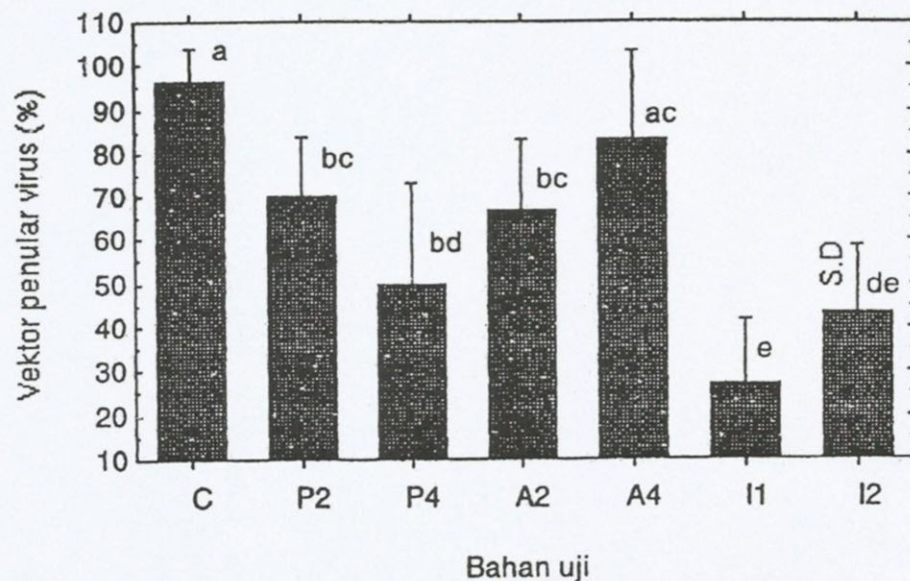
Di antara spesies wereng hijau dan wereng zigzag yang dapat menularkan virus tungro diketahui terdapat perbedaan kemampuan mendapatkan virus (Hibino & Cabunagan, 1986). Mereka melaporkan 80% *N. virescens* sukses mendapatkan virus, sedangkan spesies yang lain seperti *N. nigropictus* hanya 4-40%, *Recilia dorsalis* hanya 8%. Pada kontrol percobaan daya hambat pemerolehan virus, persentase tertinggi populasi mendapatkan virus 79%, hal tersebut sebanding dengan kemampuan *N. virescens* seperti yang telah dilaporkan oleh Hibino & Cabunagan (1986) sebelumnya. Bila dihubungkan antara hasil percobaan ini dengan laporan Hibino & Cabunagan (1986) dapat dipahami implikasinya bahwa aplikasi pimeetrozin dan andrografolid pada tanaman sakit menjadikan kemampuan pemerolehan virus oleh *N. virescens* setara dengan *N. nigropictus*. Sedangkan dengan aplikasi imidakloprid pada tanaman sakit menjadikan kemampuan pemerolehan virus *N. virescens* lebih rendah dari *R. dorsalis*.

Kegagalan pemerolehan virus erat hubungannya dengan kebiasaan makan. Virus tungro terdapat pada jaringan pembuluh floem (Favali *et al.*, 1975). Aplikasi imidakloprid pada tanaman padi menyebabkan wereng hijau lebih banyak istirahat dan berkurang frekuensi mengisapnya dari jaringan pembuluh tempat virus berada (Maruyama & Obinata, 1995), sehingga dengan mengetahui tempat virus berada dan lokasi mengisap wereng hijau dapat dipahami akibat aplikasi imidakloprid pada pemerolehan virus berkurang. Bagaimana cara kerja pimeetrozin dan andrografolid mempengaruhi kebiasaan makan wereng hijau belum diketahui. Dari hasil percobaan Widiarta *et al.* (dalam penerbitan) hanya diketahui bahwa aplikasi kedua bahan tersebut mengurangi frekuensi mengisap terlihat dari berkurangnya jumlah tusukan stilet. Siwi & Tantera (1982) melaporkan bahwa perubahan masalah tungro erat kaitannya dengan perubahan dominasi dari spesies *N. nigropictus* ke *N. virescens* yaitu dari spesies dengan

efisiensi penularan rendah ke spesies dengan efisiensi penularan tinggi. Dengan demikian hasil penelitian ini menunjukkan adanya peluang intervensi menggunakan antifidan untuk menekan efisiensi perolehan virus tungro oleh *N. virescens*.

**Daya hambat penularan virus.** Wereng hijau yang telah memperoleh virus dari tanaman sakit rata-rata 95% dapat menularkan virus kepada tanaman sehat yang tidak diberi perlakuan seperti terlihat dari Gambar 2. Lebih lanjut dari Gambar 2 dapat diketahui bahwa vektor viruliferus yang diberi kesempatan menularkan virus pada tanaman yang diperlakukan dengan pimetrozin dan andrografolid masing-masing pada konsentrasi 20 ppm menekan penularan virus dengan rerata tanaman tertular 69%, rerata tersebut nyata lebih rendah dari kontrol. Peningkatan konsentrasi larutan pimetrozin menjadi 40 ppm menghasilkan rerata penularan virus menjadi 50%, nyata lebih rendah dari

kontrol. Tetapi peningkatan konsentrasi larutan andrografolid menjadi 40 ppm tidak memperbaiki kemampuan daya tekan bahan tersebut terhadap penularan virus oleh wereng hijau. Tanaman yang diberi perlakuan imidakloprid 0,01 ppm maupun 0,02 ppm menekan penularan virus dengan rerata tanaman tertular 25% dan 39% untuk dosis 0,01 ppm dan 0,02 ppm, nyata lebih rendah daripada kontrol. Peningkatan konsentrasi imidakloprid dari 0,01 ppm menjadi 0,02 ppm tidak berpengaruh nyata terhadap daya tekan penularan virus. Peningkatan konsentrasi dua kali lipat dari andrografolid dan imidakloprid pada percobaan ini tidak memperbaiki daya tekan penularan virus, hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh tidak berkurangnya aktivitas makan *N. virescens* secara nyata dilihat dari jumlah konsumsi makanan buatan yang dicampur dengan bahan uji pada kisaran peningkatan konsentrasi tersebut (Widiarta *et al.*, dalam penerbitan).



Gambar 2. Daya hambat penularan virus tungro oleh bahan penghambat makan *N. virescens*. Histogram adalah rerata + 1 S.D. Histogram dengan huruf abjad sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 95% uji Fisher's-PLSD.

Penularan virus tungro oleh wereng hijau bersifat semipersisten (Ling, 1979). Masa makan inokulasi efektif berkisar antara 5-30 menit (Singh, 1969; Rivera & Ou, 1965). Dari percobaan sebelumnya diketahui bahwa meskipun bahan yang dicoba mengurangi aktivitas makan, tetapi *N. virescens* masih sempat menusukkan stiletnya, terlihat dari sisa kulit stilet pada membran (Widiarta *et al.*, dalam penerbitan). Dengan demikian dapat dipahami bahwa tidak ada bahan uji yang dapat menekan penularan virus sampai 0%. Hal yang sama juga terjadi pada virus semipersisten lainnya seperti pada penyakit virus yang ditularkan oleh afid yang bersifat semipersisten (Fuog *et al.*, 1996). Derivat mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) di samping sebagai insektisida juga dilaporkan dapat digunakan sebagai antifidan terhadap *N. virescens* (Khan & Saxena, 1985). Kemampuan derivat mimba untuk menghambat insiden tungro juga terbatas tidak sampai membuat tanaman bebas dari insiden tungro (Mariappan & Saxena, 1983).

Penurunan dosis insektisida yang dicoba pada percobaan ini dapat menekan pemerolehan maupun penularan virus. Hal tersebut erat hubungannya dengan kemampuan insektisida tersebut pada dosis sub-letal mampu mengurangi aktivitas makan *N. virescens* (Widiarta *et al.*, dalam penerbitan). Implikasi dari kedua fakta di atas adalah adanya peluang untuk menggunakan insektisida dengan dosis sub-letal tanpa membunuh *N. virescens* tetapi dapat mengurangi penyebaran tungro. Penggunaan dosis sub-letal beberapa jenis insektisida seperti deltamethrin, parathion dan pertan untuk mengendalikan wereng cokelat dilaporkan dapat meningkatkan kemampuan bertelur wereng tersebut (Chelliah *et al.*, 1980). Dalam hubungan pemakaian insektisida sub-letal dosis terhadap wereng hijau masih perlu diteliti lebih lanjut pengaruhnya terhadap keperidian dan tingkat parasitasi parasitoid telur terhadap telur wereng hijau.

## KESIMPULAN

1. Dari hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa andrografolid dan pimeprozin pada konsentrasi masing-masing 20 ppm dan 40 ppm, imidaklopid pada konsentrasi 0,01 ppm dan 0,02 ppm nyata menekan proporsi vektor viluriferus.
2. Andrografolid pada konsentrasi 20 ppm nyata menekan penularan virus. Begitu juga pimeprozin konsentrasi 20 ppm dan 40 ppm, imidaklopid konsentrasi 0,01 ppm dan 0,02 ppm.
3. Imidaklopid mempunyai kemampuan paling baik menekan *N. virescens* memperoleh maupun menularkan virus tungro dibandingkan dengan andrografolid dan pimeprozin.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis pertama mengucapkan terima kasih kepada Dr. F. Nakasuji dan Wawan Hermawan masing-masing professor dan mahasiswa pasca-sarjana Universitas Okayama, Jepang yang telah memberikan andrografolid. Terima kasih juga diucapkan kepada Ir. Agus Triwiyono dari Ciba, Indonesia yang telah menyediakan pimeprozin dan mendukung pelaksanaan pengujian ini. Imidaklopid diberikan oleh K. Iwaya dari "Bayer Agrochemical, Japan" dan atas bantuannya diucapkan terima kasih. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Asoko Wardoyo yang telah membantu dalam pelaksanaan percobaan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

Chelliah, S., L. Fabellar & E.A. Heinrichs. 1980. Effect of sub-lethal doses of three insecticides on the reproductive rate of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* on rice. *Environ. Entomol.* 9: 778-780.

- Favali, M.A., S. Pellegrini & M. Bassi. 1975. Ultra structural alterations induced by tungro virus in rice leaves. *Virology* 66: 502-507.
- Fuog, D., R. Senn & M. Bolsinger. 1996. Pymetrozine: a novel aphicide with a new mode of action. *XX International Congress of Entomology*, August 25-31, 1996, Florence, Italy.
- Hermawan, W., R. Tsukuda, K. Fujisaki, A. Kobayashi & F. Nakasuji. 1993. Influence of crude extracts from a tropical plant, *Andrographis paniculata* (Acanthaceae), on suppression of feeding by diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) and oviposition by azuki bean weevil *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae). *Appl. Entomol. Zool.* 28:251-254.
- Hermawan, W., S. Kajiyama, R. Tsukuda, K. Fujisaki, A. Kobayashi & F. Nakasuji. 1994. Antifeedant and antioviposition activities of the fraction of extract from a tropical plant, *Andrographis paniculata* (Acanthaceae), against diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Appl. Entomol. Zool.* 29: 533-538
- Hibino, H. & R.C. Cabunagan. 1986. Rice tungro associated viruses and their relation to host plants and vector leafhopper. *Trop. Agr. Res. Ser.* 19: 173-182.
- Khan, Z. R. & R. C. Saxena. 1985. Behavior and biology of *Nephotettix virescens* (Homoptera: Cicadellidae) on tungro virus-infected rice plants: Epidemiology implication. *Environ. Entomol.* 14: 297-304.
- Ling, K.C. 1979. *Rice virus disease*. IRRI, Los Banos, Philippines. 142p.
- Mariappan, V. & R. C. Saxena. 1983. Effect of custard-apple oil and neem oil on survival of *Nephotettix virescens* (Homoptera: Cicadellidae) and on rice tungro virus transmission. *J. Econ. Entomol.* 76: 573-576.
- Maruyama, M. & T. Obinata. 1995. Effect of admire to suppress feeding activity and virus transmission by leaf-plant hopper. "Noyaku kenkyu" 42: 19-26 (Bahasa Jepang)
- Rivera, C. T. & S.H. Ou. 1965. Leafhopper transmission of "tungro" disease of rice. *Plant. Dis. Rep.* 49: 127-131.
- Sama, S., A. Hasanuddin, I. Manwan, R.C. Cabunagan & H. Hibino. 1991. Integrated rice tungro disease management in South Sulawesi, Indonesia. *Crop Protection* 10: 34-40.
- Singh, K. G. 1969. Virus vector relationship in penyakit merah of rice. *Phytopathol. Soc. Japan, Ann.* 35:322-324.
- Siwi, S.S. & I.D.M. Tantera. 1982. Pergeseran dominasi spesies wereng hijau di Indonesia serta kemungkinan perannya dalam penyebaran virus tungro. *J. Penel. dan Pengemb. Pert.* 1(2): 57-67.
- Steel, R.G.D. & J. H. Torrie. 1981. *Principle and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach*. McGraw Hill, London, Singapore, Tokyo.
- Widiarta, I. N., Y. Suzuki, K. Fujisaki & F. Nakasuji. 1992. Comparative population dynamics of green leafhopper in paddy field of the tropics and temperate regions. *JARQ* 26: 115-123.
- Widiarta, I N. 1993. Comparative population dynamics of green leafhopper, *Nephotettix virescens* and *N. cincticeps*. "Shokubutsu-boeki" 47:396-39 (Bahasa Jepang).
- Widiarta, I. N., W. Hermawan, S. Oya, S. Nakajima & F. Nakasuji. 1997. Antifeedant activity of constituents of *Andrographis paniculata* (Acanthaceae) against the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler (Hemiptera: Cicadellidae). *Appl. Entomol. Zool.* 32: 561-566.
- Widiarta, I.N., N. Usyati & D. Kusdianan. Aktivitas penghambat makan andrografolid dan tiga jenis insektisida sintetik terhadap wereng hijau, *Nephotettix virescens* Distant (Hemiptera: Cicadellidae). *Buletin Hama dan Penyakit Tumbuhan, HPT IPB*. (in press).