

**DINAMIKA POPULASI *NEPHOTETTIX VIRESCENS* PADA DUA POLA TANAM
PADI SAWAH**

***POPULATION DYNAMICS OF NEPHOTETTIX VIRESCENS IN TWO RICE
PLANTING PATTERNS***

**I Nyoman Widiarta, Dede Kusdianan dan Andi Hasanuddin
Balai Penelitian Tanaman Padi, Jl Raya No. 9 Sukamandi, Subang**

ABSTRACT

Planting pattern of irrigated rice in Indonesia can be categorized generally into consecutive rice-rice-rice and rice-rice-fallow/secondary crop patterns. A study was conducted in farmer's fields in two planting patterns in 1997 and 1998 to elucidate population dynamics of green leafhopper, vector of tungro disease and factors affecting their dynamics.

A susceptible rice variety to green leafhopper was planted three times in one season with monthly interval between planting time. The rice was planted following farmer usual practices except no insecticide was applied. The population of green leafhopper and their natural enemies was surveyed by sweeping net. The egg predator and parasitoid were observed by dissecting the rice stems and incubating the discovered eggs. Life table of the first generation was constructed. The key-factor analysis was conducted to identify the key-mortality factor by regression methods. Numerical response of natural enemies was also analyzed to know the relationship of key-mortality to predator.

Population density of green leafhopper increased mainly during early stage of rice growth in the rice-rice-rice planting pattern, but in the rice-rice-fallow/secondary crop planting patterns showed almost no population increase at all. The nymph mortality including adult disappearance before maturation was the key mortality for the population in both planting patterns. However, there were different in population process between population in different planting patterns. In contrast to the rice-rice-secondary crop, there were no numerical response between nymphal mortality and predator density in the rice-rice-rice planting pattern. In the rice-rice-rice planting pattern adults dispersal played important role. Therefore to control tungro, reducing feeding and inoculation ability of green leafhopper was considered important. In the rice-rice-secondary crop, natural enemies conservation especially the predator was considered important.

Key words: green leafhopper, population dynamics, planting pattern

INTISARI

Pola tanam padi sawah di Indonesia secara garis besar dapat digolongkan menjadi pola tanam padi-padi-padi dan padi-padi-bera/palawija. Suatu percobaan lapangan telah dilakukan tahun 1997 dan 1998 pada sawah petani dengan pola tanam padi-padi-padi dan padi-padi-bera/palawija untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi dinamika populasi wereng hijau yang merupakan vektor penyakit tungro.

Varietas padi peka wereng hijau ditanam pada sawah petani 3 kali dalam satu musim tanam dengan interval tanam setiap bulan, mengikuti kebiasaan budidaya padi oleh petani setempat tanpa menggunakan insektisida. Populasi wereng hijau dan musuh alami diamati dengan jaring serangga, parasitoid dan pemangsa telur diamati dengan membelah pelepah daun kemudian telur diinkubasikan pada suhu ruangan. Neraca hidup generasi pertama disusun, komponen faktor kematian dianalisis dengan analisis faktor kunci Podoler dan Rogers, dilanjutkan dengan analisis tanggap bilangan musuh alami.

Kepadatan populasi wereng hijau kebanyakan hanya meningkat pada saat tanaman muda sampai pertengahan pertumbuhan tanaman pada pola tanam padi-padi-padi, tetapi pada pola tanam padi-padi-bera/palawija kepadatan populasi kebanyakan tidak meningkat sama sekali. Hasil analisis faktor kunci menunjukkan kematian pada periode nimfa termasuk pemencaran imago menjadi faktor kematian kunci untuk populasi wereng hijau pada pola padi-padi-padi maupun padi-padi-bera/palawija. Dari analisis tanggap bilangan diketahui, pada pola tanam padi-padi-padi tidak ditemukan adanya tanggap bilangan antara kematian nimfa dengan kepadatan populasi pemangsa, tetapi tanggap bilangan ditemukan pada pola tanam padi-padi-bera/palawija. Hal tersebut menunjukkan adanya perbedaan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan populasi. Peranan pemencaran imago cukup besar pada pola padi-padi-padi, sedangkan pada pola padi-padi-bera/palawija, pemangsa erat terkait dengan kematian pada periode nimfa. Implikasi dari temuan ini untuk pengendalian tungro adalah pada daerah pola tanam padi-padi-padi, mengurangi kemampuan pemerolehan dan penularan virus oleh wereng hijau dapat dijadikan komponen utama pengendalian, sedangkan pada pola tanam padi-padi-palawija/bera konservasi pemangsa sangat penting untuk menekan populasi wereng hijau.

Kata kunci: Wereng hijau, dinamika populasi, pola tanam

PENGANTAR

Wereng hijau *Nephotettix virescens* Distant adalah vektor yang paling efisien menularkan kompleks virus penyebab penyakit tungro dibandingkan dengan spesies *N. nigropictus*, *N. malayanus* dan *N. parvus* (Hibino & Cabunagan, 1986). Saat ini *N. virescens* mendominasi komposisi spesies wereng hijau di Pulau Jawa dan Bali (Widiarta *et al.*, 1997). *N. nigropictus* terutama pada musim hujan kadang-kadang mendominasi komposisi spesies wereng hijau di Kalimantan Selatan (Siwi & Suzuki, 1989) dan pada beberapa kabupaten di Sulawesi Selatan ada kecenderungan pergeseran dominasi *N. virescens* ke *N. nigropictus* (Widiarta, unpublished).

Penyakit tungro adalah penyakit yang sangat potensial sebagai salah satu kendala pencapaian potensi hasil tanaman padi. Penyakit tungro saat ini menjadi masalah di Pulau Jawa, Bali dan Nusa Tenggara Barat yang merupakan daerah produsen beras di Indonesia terutama pada daerah dengan pola tanam padi-padi-padi. Kehilangan hasil akibat penyakit tungro bervariasi tergantung musim tanam, varietas dan saat tanaman terinfeksi (Anonim, 1992). Fluktuasi insidensi tungro sejalan dengan fluktuasi populasi wereng hijau apabila

sumber inokulum telah tersedia (Suzuki *et al.*, 1992).

Pola tanam padi sawah di Indonesia secara garis besar dapat digolongkan menjadi pola tanam padi-padi-padi dan padi-padi-bera/palawija. Insidensi tungro pada kedua pola tanam tersebut berbeda dan insidensi yang tinggi cenderung terjadi pada pola tanam padi terus menerus. Ledakan serangan tungro pada areal seluas 12.000 ha di Kabupaten Klaten pada MH 1994/1995 terjadi pada areal tanam padi terus menerus (Anonim, 1995). Pola tanam padi-padi-bera/palawija pada saat bera dapat menekan populasi wereng hijau (Widiarta, 1995)

Suatu penelitian untuk memahami dinamika populasi *N. virescens* dan faktor yang mempengaruhinya pada kedua pola tanam tersebut telah dilakukan sejak tahun 1997 dan dilanjutkan tahun 1998.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada sawah petani dengan pola tanam padi-padi-padi dan padi-padi-bera atau beberapa bagian ditanami palawija, untuk memudahkan disebut pola padi-padi-bera/palawija di Subang-Jawa Barat, Klaten-Jawa Tengah dan Gianyar-Bali pada tahun 1997 dan 1998.

Pada lokasi dengan pola tanam padi-padi-bera/palawija, ditanam varietas padi Cisadane, IR26, Ciliwung dan IR64 yang telah menunjukkan tingkat kepekaan yang sama antar varietas terhadap wereng hijau di lokasi percobaan (Siwi *et al.*, 1999) pada petak seluas 10m x 10m dengan waktu tanam tiga kali setiap musim dengan interval satu bulan antar waktu tanam. Pada daerah tanam padi-padi-padi, varietas-varietas padi tersebut juga ditanam pada luasan sama seperti diatas dengan waktu tanam yang sama setiap musim. Praktek budidaya seperti dosis pemupukan, pembersihan gulma dilakukan sesuai kebiasaan petani setempat dengan pengecualian tanpa diaplikasi insektisida. Bibit padi umur 21 hari ditanam dengan jarak tanam 25cm x 25cm.

Pengamatan populasi wereng hijau dan musuh alaminya pada petak percobaan dilakukan pada saat tanaman umur 4 MST, 6 MST dan 8 MST untuk memudahkan selanjutnya disebut generasi G0, G1 dan G2 berurutan mewakili generasi imigran, pertama dan kedua mengikuti identifikasi generasi yang dilaporkan oleh Aryawan *et al.* (1993). Kepadatan populasi diestimasi dari 25 kali ayunan jaring serangga (*sweeping net*). Kepadatan telur generasi G1 diamati saat tanaman umur 5 MST dengan membelah pelepah dari 100 batang padi yang diambil secara acak. Rataan jumlah batang setiap rumpun pada saat pengamatan telur diestimasi dari 20 rumpun. Telur yang ditemukan disimpan dalam cawan petri yang diberi kertas koran dibasahi dengan air, kemudian diinkubasikan pada suhu ruangan untuk mengetahui jumlah telur yang menetas dan faktor yang menyebabkan kematiannya seperti pemangsa atau parasitoid. Imago betina yang terjaring dibelah untuk mengetahui parasitoid yang menyerang.

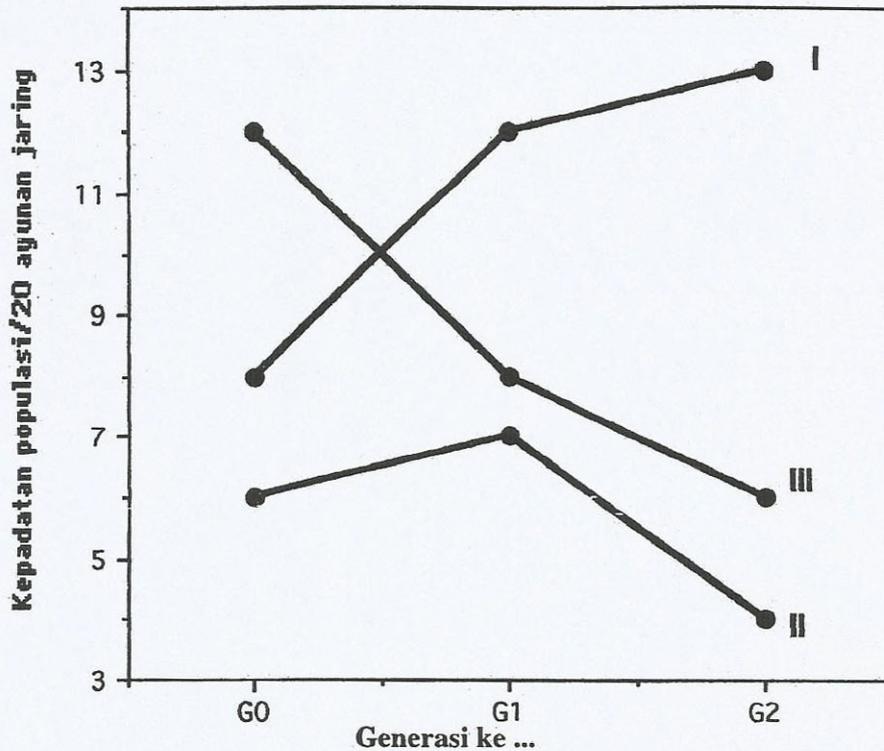
Neraca hidup generasi G1 yaitu generasi yang paling menentukan penularan tungro (Suzuki *et al.*, 1992), disusun dengan menghitung kematian masing-masing stadium pertumbuhan menggunakan rumus yang dipakai oleh Aryawan *et al.* (1993) sebagai berikut: kematian total

(K): $\log (\text{Imago G0} \times 200 / \text{imago G1})$; kematian imago (ka): $\log (\text{Imago G0} \times 200 / \text{telur G1})$; kematian telur (ke): $\log (\text{telur G1} / \text{telur G1 yang menetas})$ dan kematian nimfa (kn): $\log (\text{telur yang menetas} / \text{imago G1})$. Faktor kunci dianalisis dengan metode Podoler & Rogers (1975).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola fluktuasi populasi. Pada lokasi penelitian hanya ditemukan wereng hijau spesies *N. virescens*. Pengamatan ini mendukung laporan Widiarta *et al.* (1997) yang menyatakan bahwa spesies *N. virescens* masih dominan dibanding spesies wereng hijau lainnya di Jawa dan Bali.

Berhasil diidentifikasi 3 pola khas fluktuasi populasi (Gambar 1) sebagai berikut: Pola I adalah pola peningkatan kepadatan populasi terjadi terus menerus, pola II adalah pola pertumbuhan populasi yang dicirikan oleh peningkatan kepadatan populasi hanya sekali dan pola III adalah pola populasi dicirikan oleh kepadatan populasi yang tidak meningkat sama sekali. Dengan melihat frekuensi pola fluktuasi kepadatan populasi secara kuantitatif (Tabel 1) diketahui bahwa kepadatan populasi wereng hijau sebagian besar mengikuti pola II, yaitu 45,8% pada pola tanam padi-padi-padi, sedangkan pada pola tanam padi-padi-bera/palawija 53,4% populasi mengikuti pola III. Dari Tabel 1 juga dapat diketahui bahwa hanya sebagian kecil populasi mengikuti pola I, dengan perincian 20,8% pada pola tanam padi-padi-padi dan 13,3% pada pola tanam padi-padi-bera/palawija. Dengan demikian pola umum pertumbuhan populasi pada pola tanam padi-padi-padi adalah populasi meningkat setelah datangnya generasi imigran kemudian kepadatan populasinya turun, dan pada pola tanam padi-padi-bera/palawija kebanyakan pola pertumbuhan populasi dengan ciri kepadatan populasi tidak meningkat sama sekali setelah datangnya generasi imigran. Populasi wereng hijau pada fase generatif umumnya rendah pada semua pola tanam.



Gambar 1. Contoh tiga pola khas fluktuasi populasi *N. virescens*

Tabel 1. Frekuensi pola fluktuasi kepadatan populasi *N. virescens* pada pola tanam yang berbeda

Pola fluktuasi kepadatan populasi	Pola tanam	
	Padi-padi-padi	Padi-padi-bera/palawija
I Meningkat terus	5 (20,8)	2 (13,3)
II Meningkat sampai pertengahan	11 (45,8)	5 (33,3)
III Tidak meningkat	8 (33,4)	8 (54,4)
Jumlah	24 (100)	15 (100)

Angka dalam kurung adalah persentase

Hasil penelitian ini didukung oleh laporan sebelumnya bahwa keragaman dalam pola pertumbuhan populasi *N. virescens* di daerah tropik adalah ciri khas dari spesies tersebut, karena hal yang serupa juga terjadi di Filipina seperti dilaporkan oleh Cook *et al.* (1989). Berbeda dengan pola pertumbuhan kepadatan populasi *N. cincticeps* di daerah empat musim di Jepang bagian selatan

yang hampir sama hanya ditemukan pola I yaitu kepadatan populasinya meningkat terus sampai menjelang panen (Widiarta *et al.*, 1992). Unikny kedua spesies *N. cincticeps* dan *N. virescens* memiliki parameter bionomik dan demografik yang tidak jauh berbeda (Valle *et al.*, 1986). Hal tersebut memberi petunjuk bahwa faktor lingkungan sangat mempengaruhi pertumbuhan populasi di lapangan. Penelitian ini menunjukkan bahwa pola tanam mempengaruhi pola perkembangan populasinya, disamping keserempakan waktu tanam seperti yang dilaporkan oleh Aryawan *et al.* (1993).

Neraca hidup (*life-table*). Neraca hidup generasi pertama disusun untuk menjelaskan fenomena perbedaan fluktuasi populasi pada kedua pola tanam. Berhasil disusun 20 neraca hidup untuk populasi wereng hijau pada pola tanam padi-padi-padi dan 12 neraca hidup wereng hijau

untuk pola tanam padi-padi-palawija/bera. Rataan faktor kematian pada stadia nimfa, telur dan imago pada pola tanam padi-padi-padi dalam log berturut-turut adalah 2,78; 0,18 dan -0,61. Sedangkan rata-rata faktor kematian pada stadia nimfa, telur dan imago populasi pada pola tanam padi-padi-palawija/bera berturut-turut adalah 2,69; 0,40 dan -0,52. Rataan persentase parasitisasi telur pada pola tanam padi-padi-padi adalah 31,74% dan pada pola tanam padi-padi-bera/palawija sebesar 43,98%.

Faktor penyebab kematian pada telur dan imago lebih mudah diestimasi dibandingkan faktor kematian nimfa. Kematian nimfa dapat disebabkan oleh parasitoid, predator dan emigrasi pada saat pra-oviposisi. Kematian imago disebabkan oleh predator dan parasitoid. Kematian karena pemangsa paling sulit diestimasi secara langsung. Metode estimasi kematian yang diterapkan pada penelitian ini secara langsung tidak dapat melihat faktor penyebab kematian oleh pemangsa pada periode nimfa.

Faktor kematian telur wereng hijau lebih banyak disebabkan oleh parasitoid dibandingkan oleh predator. Predator telur wereng hijau *Cyrtorhynus sp.*, juga merupakan predator telur wereng coklat. Predator tersebut lebih memilih telur wereng coklat dibanding telur wereng hijau (Heong *et al.*, 1990). Parasitoid telur wereng hijau didominasi oleh *Gonatoceros sp.* (Suzuki *et al.*, 1996). Tingkat predasi nimfa dan imago tidak diestimasi secara langsung pada penelitian ini karena keterbatasan waktu, tetapi dilihat secara tidak langsung dari tanggap bilangannya. Kiritani *et al.* (1972) mendemonstrasikan cara estimasi tingkat predasi *Lycosa sp.* terhadap nimfa dan imago wereng hijau. Mereka menunjukkan menu utama *Lycosa sp.* adalah wereng hijau, namun metode yang mereka gunakan sangat menyita waktu dan tenaga.

Faktor kunci (*key-factor*) kematian.

Analisis faktor kunci kematian dilakukan untuk mengetahui komponen kematian yang paling besar kontribusinya terhadap kematian total. Hasil uji faktor kunci kematian dengan metode Podoler & Rogers (1975) memberikan petunjuk bahwa hubungan kn dan K memiliki koefisien regresi masing-masing $b = 0,915$ dan $b = 1,31$ untuk populasi pada pola tanam padi-padi-padi dan padi-padi-palawija, terbesar dibandingkan dengan koefisien regresi hubungan komponen kematian yang lain (Tabel 2). Menurut metode tersebut hubungan regresi yang memiliki koefisien regresi terbesar merupakan faktor kunci. Dengan demikian kematian pada stadium nimfa merupakan faktor kunci untuk kedua populasi.

Tabel 2. Koefisien regresi b dan koefisien korelasi r dalam hubungan regresi antara komponen kematian dan kematian total

Hubungan regresi	Pola tanam			
	Padi-padi-padi		Padi-padi-bera/palawija	
	b	r	b	r
ka- K	-0,321	0,137	0,085	0,148
ke- K	0,061	0,313	-0,091	0,438
kn- K	1,310	0,490	0,915	0,847

K : kematian total
ka : kematian imago
ke : kematian telur
kn : kematian nimfa

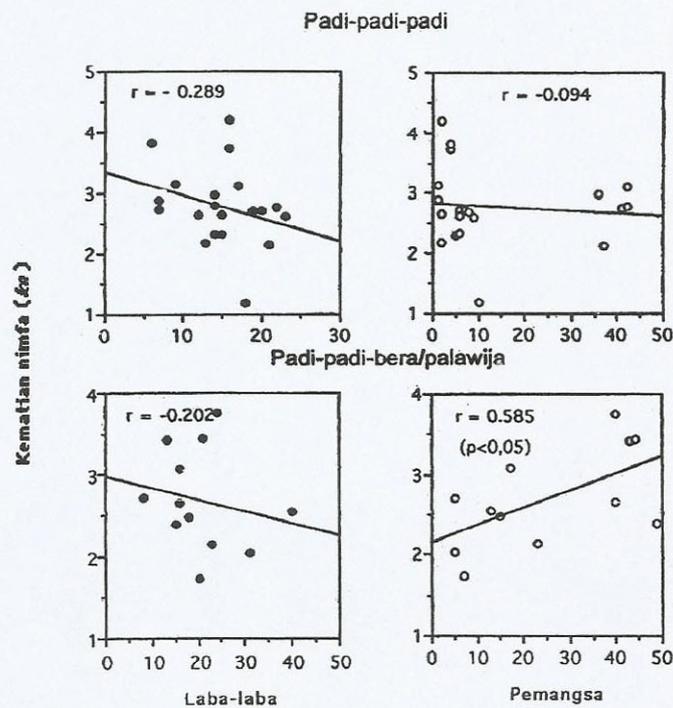
Parasitoid telur merupakan penyebab kematian 31,74% telur pada pola tanam padi-padi-padi dan 43,98% pada pola padi-padi-palawija. Suzuki *et al.*, (1996) melaporkan tingkat parasitasi telur wereng hijau di Padanggalak, Bali berkisar antara 30,4% sampai 66,0%. Hal tersebut sebanding dengan hasil studi ini. Meskipun tingkat parasitasinya cukup tinggi, tetapi kematian pada saat stadium telur bukanlah faktor kunci dari keseluruhan kematian, begitu pula kematian imago oleh parasitoid

karena cenderung bias seperti dikemukakan oleh Astika *et al.* (1992).

Tanggap bilangan (*numerical response*) musuh alami. Uji tanggap bilangan dilakukan untuk mengetahui hubungan faktor kunci kematian dengan pemangsa. Pada pola tanam padi-padi-padi tidak ditemukan hubungan antara kematian nimfa dengan musuh alami baik laba-laba maupun predator lain (Gambar 2). Hal tersebut menunjukkan bahwa kematian nimfa tidak ada hubungannya dengan pemangsa tetapi secara tidak langsung menunjukkan adanya kehilangan imago akibat pemencaran, karena menurut laporan Aryawan *et al.* (1993) dengan metode estimasi kematian yang diterapkan pada analisis ini, kematian nimfa termasuk hilangnya imago. Pada pola tanam padi-padi-bera/palawija kemungkinan kematian nimfa disebabkan oleh pemangsa lain ($r = 0,585$; $p < 0,05$), peranan pemencaran imago lebih kecil.

Aryawan *et al.* (1993) menemukan bahwa pemencaran imago pada pola tanam tidak serempak mempengaruhi fluktuasi populasi, sedangkan pada pola tanam serempak peranan pemencaran lebih kecil. Pola tanam padi-padi-padi pada lokasi percobaan identik dengan pola tanam tidak serempak sedangkan pola tanam padi-padi-palawija/bera lebih dekat pada pola tanam serempak, menyebabkan adanya kesamaan hasil analisis antara pengamatan ini dengan yang dilaporkan oleh Aryawan *et al.* (1993).

Imago wereng hijau keturunan dari populasi yang diambil dari Sukamandi dengan pola padi-padi-bera kurang aktif dibandingkan dengan imago wereng hijau keturunan populasi dari Cianjur dengan pola padi-padi-padi (Widiarta *et al.*, 1999). Kenyataan di atas mendukung bahwa imago wereng hijau pada pola tanam padi-padi-padi lebih aktif melakukan pemencaran dibandingkan dengan wereng hijau pada pola tanam padi-padi-bera.



Gambar 2. Hubungan regresi antara faktor kunci komponen kematian nimfa dengan kepadatan populasi pemangsa

Wereng hijau pada pola tanam padi-padi-padi pola pertumbuhan kepadatan populasinya lebih banyak meningkat sampai generasi pertama kemudian turun, dan proses tersebut ada hubungannya dengan pemencaran imago. Pada pola tanam padi-padi-bera/palawija pola pertumbuhan populasinya kebanyakan tidak meningkat sama sekali, proses ini lebih banyak kaitannya dengan kematian pada saat nimfa yang berkorelasi dengan pemangsa. Implikasi dari pemahaman ini, untuk mengendalikan tungro pada pola tanam padi-padi-padi perlu dikembangkan cara untuk menekan kemampuan wereng hijau dalam pemerolehan dan penularan virus guna meminimalkan dampak pemencaran imago, sedangkan pada pola tanam padi-padi-palawija/bera perlu dikembangkan cara konservasi musuh alami.

KESIMPULAN

1. Pada pola tanam padi-padi-padi fluktuasi kepadatan populasi hanya meningkat dari generasi imigran ke generasi pertama, sedangkan pada pola tanam padi-padi-bera/palawija kebanyakan kepadatan populasi tidak meningkat sama sekali.
2. Terdapat perbedaan faktor yang mempengaruhi proses perkembangan populasi *N. virescens* antar pola tanam. Pada pola tanam padi-padi-padi aktivitas pemencaran imago mempengaruhi fluktuasi populasi sedangkan pemangsa lebih terkait pada pola padi-padi-bera/palawija.
3. Implikasi strategi pengendalian tungro berdasarkan dinamika populasi wereng hijau pada pola tanam padi-padi-padi ditargetkan untuk mengurangi kemampuan pemerolehan dan penularan virus guna meminimalkan efek negatif pemencaran imago, sedangkan pada pola tanam padi-padi-bera/palawija konservasi musuh alami terutama pemangsa untuk menjaga

perannya menekan populasi wereng hijau.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. I. G. N. Aryawan staf Laboratorium Pengamatan Hama dan Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura, Celuk-Gianyar-Bali dan Bapak Suwardi staf Dinas Pertanian Tk. II, Klaten-Jawa Tengah atas bantuan kerjasamanya sehingga penelitian ini dapat dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1992. *Tungro dan Wereng hijau*. Direktorat Bina Perlindungan Tanaman. 194hal.
- Anonim. 1995. *Laporan serangan tungro di Jawa Tengah*. Puslitbangtan. 15p.
- Aryawan, I. G. N., I. G. N. Gede & Y. Suzuki. 1993. Population growth patterns of the green leafhopper, *Nephotettix virescens* (Distant) (Homoptera: Euscelidae), in small-scale synchronous and asynchronous rice fields. *Appl. Entomol. Zool.* 28: 390-393.
- Astika, G. N., N.S. Astika, K.R. Widrawan & Y. Suzuki. 1992. Sweep net efficiency as affected by insect stage and sex, pipunculid parasitism, and rice stage. *IRRN.* 17:20.
- Cook, A. G. & T. J. Perfect. 1989. Population dynamics of three leafhopper vector of rice tungro viruses, *Nephotettix virescens* (Distant), *N. nigropictus* (Stal) and *Recilia dorsalis* (Motschulsky) (Hemiptera: Cicadellidae) in farmer's fields in the Philippines. *Bull. Ent. Res.* 79: 437-451.
- 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.
- Heong, K. L., S. Bleih & A. A. Lazaro. 1990. Predation of *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter on eggs of the green leafhopper and brown planthopper in rice. *Res. Popul. Ecol.* 32: 255-262.

- Kiritani, K., K. Kawahara, T. Sasaba & F. Nakasuji. 1972. Quantitative evaluation of predation by spiders on the green leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler, by a sight count method. *Res. Popul. Ecol.* 13: 187-200.
- Podoler, H. & D. Rogers. 1975. A new method for the identification of key factors from life-table data. *J. Anim. Ecol.* 44:85-114.
- Siwi, S.S. & Y. Suzuki. 1989. A biology of green leafhopper *Nephotettix nigropictus* Stal (Homoptera:Cicadellidae) from South Kalimantan colony. *Contr. Res. Inst. Food Crops Bogor* 77:21-35.
- Siwi, S. S., I. N. Widiarta & A. Hasanuddin. 1999. Daya hidup dan kemampuan koloni *Nephotettix virescens* (Distant) sebagai penular virus tungro. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 18: 6-14.
- Suzuki, Y., I. K. R. Widrawan, I. G. N. Gede, I. N. Raga, Yasis & Soeroto. 1992. Field epidemiology and forecasting technology of rice tungro disease vectored by green leafhopper. *JARQ* 26: 98-104.
- Suzuki, Y., I. G. N. Aryawan, I. N. S. Astika, I. N. Suwela, I. N. Widiarta & Soeroto. 1996. Effect of major biocontrol agents on the population dynamics of the green rice leafhopper *Nephotettix virescens*, the most efficient vector of rice tungro disease. *FFTC Book Series* 47:252-260.
- Valle, R. R., F. Nakasuji & E. Kuno. 1986. A comparative study of different bionomic and demographic parameters of four green leafhoppers, *Nephotettix* spp. (Homoptera:Cicadellidae). *Appl. Ent. Zool.* 21: 571-577.
- Widiarta, I. N., Y. Suzuki, K. Fujisaki & F. Nakasuji. 1992. Comparative population dynamics of green leafhopper in paddy fields of tropics and temperate regions. *JARQ* 26:115-123.
- Widiarta, I.N.1995. Hubungan antara kondisi bera dan populasi wereng imigran saat stadia awal pertumbuhan tanaman padi pada sawah tanam serempak. *Buletin Hama dan Penyakit Tumbuhan* 8: 65-73.
- Widiarta, I. N., Yulianto & M. Muhsin. 1997. Status penyebaran tungro pada padi di Jawa Barat. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 3:23-41.
- Widiarta, I.N., D. Kusdianan & I. G. N. Aryawan. 1999. *Study on dispersal activity of Nephotettix virescens Distant, the most effective vector of rice tungro virus disease.* One day Seminar ITSF. Jakarta 31 January 1999.