

HAMA WERENG DAN CARA PENGENDALIANNYA PADA TANAMAN PADI

Baehaki S.E. dan I. Nyoman Widiarta

Balai Besar Penelitian Tanaman Padi

1. PENDAHULUAN

Produksi padi pada tahun 2008 mencapai 60.093 juta ton GKG, merupakan suatu keberhasilan yang diperoleh dengan menerapkan berbagai macam teknologi yang telah dikembangkan Sekolah Lapang-Pengelolaan Tanaman Terpadu (SL-PTT) di 65.000 unit. Namun demikian salah satu kendala yang masih membayangi keberhasilan peningkatan produksi beras adalah hama wereng.

Beberapa jenis wereng merupakan hama utama padi dan tersebar luas di dunia. Di Indonesia, populasi wereng sering ditemukan dalam jumlah yang tinggi sehingga mengakibatkan keringnya tanaman padi atau disebut *hopperburn*. Jenis wereng yang sangat merusak adalah wereng cokelat, *Nilaparvata lugens* Stal. dan wereng punggung putih, *Sogatella furcifera* (Horvath) yang termasuk famili Delphacidae, serta wereng hijau (*Nephotettix* spp.) yang termasuk famili Cicadellidae, dan wereng loreng (zigzag) yang termasuk famili Cicadellidae.

Wereng cokelat selain merusak tanaman secara langsung, juga merupakan hama penular penyakit virus kerdil hampa, kerdil rumput tipe I, dan kerdil rumput tipe II. Oleh sebab itu, hama tersebut harus mendapat perhatian yang serius, karena merupakan hama utama di pertanaman padi. Di lain pihak wereng hijau serangannya tidak langsung merusak tanaman padi, tetapi wereng ini cukup penting untuk diperhatikan karena dapat menularkan penyakit virus tungro yang dapat menurunkan produktivitas padi di daerah endemik.

2. WERENG COKELAT

2.1 Karakteristik Wereng Cokelat

Pada saat ini wereng cokelat tersebar luas di Indonesia mulai dari Aceh sampai daerah Maluku dan Irian Jaya. Akibat serangan wereng cokelat sangat dirasakan di berbagai tingkat kebijakan, karena hama tersebut sulit dikendalikan sehingga menimbulkan kerugian yang tidak sedikit. Baehaki (2008) menyebutkan beberapa sifat istimewa dari wereng cokelat sebagai hama padi sebagai berikut:

1. Wereng cokelat merupakan hama r-strategik dengan ciri: (a) serangga kecil yang cepat menemukan habitatnya, (b) berkembang biak dengan cepat dan mampu mempergunakan sumber makanan dengan baik sebelum serangga lain ikut berkompetisi, dan (c) mempunyai sifat menyebar dengan cepat ke habitat baru sebelum habitat lama tidak berguna lagi.
2. Pola perkembangan hama mengikuti jam biologi (*biological clock*) artinya wereng cokelat dapat berkembang biak dan merusak tanaman padi disebabkan lingkungan yang cocok baik musim hujan maupun musim kemarau. Pada era sebelum tahun 1994 merupakan serangga di musim hujan, tetapi setelah tahun 1994 serangga ini merupakan serangga yang menyerang tanaman padi di musim hujan dan musim kemarau, apabila hujan berlanjut ke musim kemarau atau adanya fenomena *La Nina*.
3. Wereng cokelat mampu melemahkan kerja insektisida yang dianggap ampuh sebelumnya. Penggunaan pestisida menyebabkan resisten dan resurgensi terhadap wereng cokelat. Resistensi dimaksudkan sebagai kemampuan wereng cokelat menahan dosis insektisida yang tinggi dan berkembang dari spesies yang rentan. Resistensi biasanya spesifik terhadap satu insektisida atau golongan insektisida tertentu. Resurgensi adalah suatu peningkatan populasi wereng cokelat pada tanaman yang diberi perlakuan insektisida melebihi populasi hama pada tanaman yang tidak diaplikasi insektisida dan berbeda nyata pada taraf uji 10%.
4. Wereng cokelat juga merupakan hama latent dan dapat mentransfer virus kerdil hampa (VKH = *ragged stunt*) dan virus kerdil rumput (VKR = *Grassy Stunt*) yang serangannya lebih besar dari serangan wereng cokelat itu sendiri, dan bahkan saat ini wereng cokelat sedang aktif bekerja menularkan penyakit kerdil rumput tipe 2 (*Grassy Stunt Type 2* = GST2).
5. Wereng cokelat adalah serangga yang mempunyai plastisitas genetik tinggi, sehingga akan lebih mudah dan cepat membentuk biotipe baru. Timbulnya biotipe wereng cokelat merupakan tantangan yang tidak akan mudah diatasi. Pengalaman menunjukkan bahwa untuk mengatasi wereng cokelat biotipe 1 telah digunakan varietas tahan IR26 yang ditanam secara luas, ternyata ketahanan IR26 tersebut hanya dapat bertahan 4–5 musim saja.
6. Wereng cokelat dipandang sebagai hama padi utama, karena wereng cokelat merupakan serangga dengan genetik plastisitas yang tinggi sehingga mampu beradaptasi dengan berbagai lingkungan pada waktu yang relatif singkat. Hal ini terbukti dengan timbulnya biotipe/populasi baru yang dapat mengatasi sifat ketahanan tanaman atau hama tersebut menjadi resisten terhadap insektisida. Sifat demikian sering menimbulkan ledakan dan menghebohkan karena menurunnya produksi padi nasional secara drastis.

2.2 Biologi Wereng Cokelat

Wereng cokelat berkembang biak secara seksual, masa prapeneluran 3–4 hari untuk brakhiptera (bersayap kecil), dan 3–8 hari untuk makroptera (bersayap panjang) (Mochida, 1977). Telur biasanya diletakkan berkelompok dalam pangkal pelepah daun, tetapi kalau populasinya tinggi, telur diletakkan di ujung pelepah daun dan tulang daun. Jumlah telur yang diletakkan beragam, dalam satu kelompok antara 3–21 butir (Baehaki, 1987). Telur menetas antara 7–11 hari dengan rata-rata 9 hari (Mochida, 1977).

Metamorfosis wereng cokelat sederhana atau bertingkat disebut heterometabola. Serangga muda yang menetas dari telur disebut nimfa dan makanannya serupa dengan induknya. Nimfa mengalami lima kali pergantian kulit (instar), dan rata-rata waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan stadium nimfa adalah 12,8 hari. Lamanya waktu untuk menyelesaikan stadium nimfa beragam tergantung dari bentuk dewasa yang akan muncul.

Nimfa dapat berkembang menjadi dua bentuk wereng dewasa. Bentuk pertama adalah makroptera (bersayap panjang) yaitu wereng cokelat dewasa, baik betina maupun jantan, mempunyai sayap depan dan sayap belakang normal. Bentuk kedua adalah brakhiptera (bersayap kerdil) yaitu wereng cokelat dewasa baik betina maupun jantan mempunyai sayap depan dan sayap belakang tumbuh tidak normal, terutama sayap belakang sangat rudimenter. Umumnya wereng brakhiptera bertubuh lebih besar, mempunyai tungkai dan peletak telur lebih panjang (Baehaki, 1985).

Hasil kopulasi antara jantan brakhiptera dengan betina brakhiptera atau betina makroptera dan hasil kopulasi antara jantan makroptera dan betina brakhiptera atau betina makroptera pada generasi ke-1 menghasilkan jantan makroptera dan brakhiptera dari kedua jenis kelamin. Munculnya betina makroptera pada setiap kombinasi kopulasi terjadi pada generasi ke-2 pada saat kepadatan cukup tinggi (Baehaki, 1984a) dan rusaknya tanaman (Saxena *et al.*, 1981). Pada pemeliharaan lima ekor nimfa/batang hanya muncul betina brakhiptera, jantan makroptera, dan jantan brakhiptera, sedangkan kemunculan betina makroptera terjadi pada pemeliharaan 20 ekor nimfa/batang (Baehaki, 1985).

Kemunculan makroptera lebih banyak pada tanaman tua daripada tanaman muda, dan kemunculan makroptera lebih banyak pada tanaman setengah rusak daripada tanaman sehat (Saxena *et al.*, 1981). Wigglesworth mengajukan hipotesis bahwa semua sifat dibawa oleh kromosom, dan oleh karena itu secara luas sifat yang dipunyai organisme ditentukan oleh gen. Dia menekankan, meskipun perubahan antara brakhiptera dan makroptera ditentukan oleh faktor genetik, sifat ini juga mungkin dipengaruhi oleh lingkungan.

Perubahan bentuk sayap ini penting sekali ditinjau dari tersedianya makanan pokok di lapangan. Pada pertanaman yang telah dipanen makanan wereng

menjadi kurang, sehingga wereng menghadapi katastrofi. Sebelum terjadinya bencana, wereng cokelat segera mengubah posisi membentuk wereng makroptera untuk emigrasi mencari tempat baru yang cocok untuk perkembangannya (Baehaki, 1985). Adanya wereng makroptera merupakan penyesuaian untuk migrasi, berkembang pada populasi berdesak-desakan, dan kurang tanaman inang (Johno, 1963). Meningkatnya wereng makroptera menunjukkan ciri umum adanya kepadatan populasi selama stadium nimfa di tempat perkembangbiakannya (Yoshimeki, 1966).

Adanya dua bentuk sayap pada wereng dewasa menunjukkan bahwa wereng brakhiptera berfungsi untuk berkembang biak di tempat asal perkembangbiakannya (*breeding site*) dan tetap tinggal di tempat itu. Fungsi dari wereng makroptera adalah untuk migrasi ke tempat yang jauh dari tempat perkembangbiakan semula, untuk menghindarkan katastrofi, mencari tempat baru, dan berkembangbiak membentuk wereng brakhiptera pada generasi pertamanya (Baehaki, 1985).

Tingkat perkembangan wereng betina brakhiptera dapat dibagi menjadi masa prapeneluran 2–8 hari, masa bertelur 9–23 hari, dan masa pascapeneluran beberapa jam sampai 3 hari. Sedangkan masa pradewasa adalah 19–23 hari (Baehaki, 1984b). Lee dan Park (1977) melaporkan bahwa umur serangga dewasa 20–30 hari, tetapi pada tanaman yang resisten akan lebih pendek.

2.3 Perkembangan Populasi Wereng Cokelat

Di pertanaman padi, populasi wereng cokelat terbentuk karena adanya kopulasi acak antara bentuk sayap, tetapi wereng yang datang pertama kali ke pertanaman adalah bentuk makroptera sebagai wereng imigran (Baehaki, 1984a). Secara alami permulaan wereng datang di pertanaman yang sudah lilir, dan biasanya serangga datang pada dua minggu pertama setelah tanam, sedangkan Kisimoto (1977) melaporkan bahwa serangga tertarik pada tanaman padi berumur 10–20 hari setelah tanam.

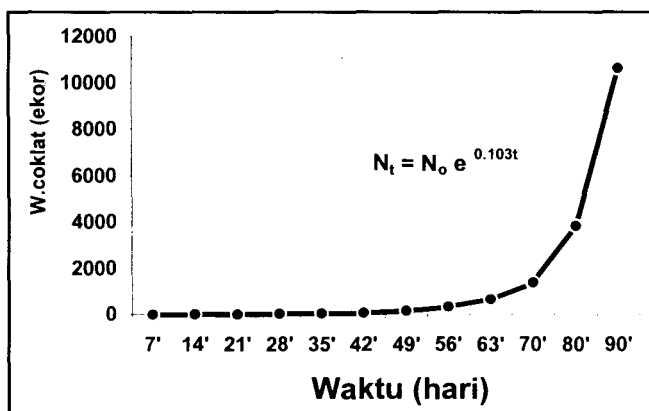
Di daerah beriklim sedang, pada awalnya kepadatan populasi wereng cokelat rendah, kemudian populasi tersebut naik dengan cepat. Hasil pengamatan 1961–1968 rata-rata kepadatan populasi dari tanaman yang tidak disemprot di Kyushu Jepang adalah sekitar 0,01 ekor/rumpun (Kuno, 1973), demikian juga populasi awal wereng imigran di Korea hanya 0,016 ekor/rumpun (Hokyo *et al.*, 1975). Di Filipina, populasi awal wereng imigran mencapai 70 ekor/rumpun, hampir 7.000 kali wereng imigran di Jepang dan Korea (Kenmore, 1979). Di Sukamandi Jawa Barat, pada musim hujan 1983/84 populasi awal wereng cokelat pada varietas IR26 hanya 0,02 ekor/rumpun. Rendahnya populasi awal ini karena wereng biotipe 1 tidak berkembang pada IR26. Namun demikian, walaupun populasinya rendah di awal generasi, tetapi wereng cokelat dengan

mantap mencapai generasi ke-3. Populasi pada generasi ke-3 mencapai 500 kali populasi generasi awal, sehingga terjadi ledakan pada generasi ini. Penelitian pada kurungan besar di tengah sawah pada kepadatan populasi 0,0038 ekor/rumpun contoh, pada generasi ke-2 akan berkembang mencapai 868 kali populasi generasi awal, dan pada generasi ke-3 mencapai 7.844 kali populasi generasi awal (Baehaki, 1985).

Pemeliharaan di laboratorium Sukamandi menunjukkan bahwa dari satu pasang wereng makroptera, pada generasi ke-1 mencapai 174,5 wereng dewasa dan pada generasi ke-2 mencapai 3.780 ekor wereng dewasa (Baehaki, 1985). Cepatnya perkembangan populasi wereng cokelat disebabkan oleh tingginya fekunditas yang mencapai 805–908 telur/betina pada generasi ke-3 (Kuno, 1968).

Atribut populasi wereng cokelat pada kisaran suhu 24–33,5° C dengan kelembaban 60–99% diantaranya adalah laju pertumbuhan intrinsik sebesar $r = 0,103$, membentuk laju pertumbuhan eksponensial $N_t = N_0 e^{0,103t}$ dengan N_t = Populasi pada waktu ke t , N_0 = Populasi awal, t = Waktu (hari), dan e = Bilangan dasar logaritma 2,7183 (Baehaki, 1984c).

Kurva eksponensial (Gambar 1) menunjukkan kurva pertumbuhan pada kondisi pasokan makanan tidak terbatas. Berdasarkan persamaan di atas, maka selama 70 hari satu ekor induk betina dapat menghasilkan anak betina sebanyak 1.353 ekor, dan selama tiga bulan akan menghasilkan 10.615 ekor anak betina (Baehaki, 1984c).



Gambar 1. Laju pertumbuhan intrinsik wereng cokelat di laboratorium (Baehaki, 1984c).

2.4 Biotipe Wereng Cokelat

Biotipe didefinisikan sebagai suatu populasi atau individu yang dibedakan dari populasi atau individu lain bukan karena sifat morfologi, tetapi didasarkan pada kemampuan adaptasi, perkembangan pada tanaman inang tertentu, daya tarik untuk makan, dan meletakkan telur (Baehaki, 2008).

2.4.1 Terjadinya Biotipe

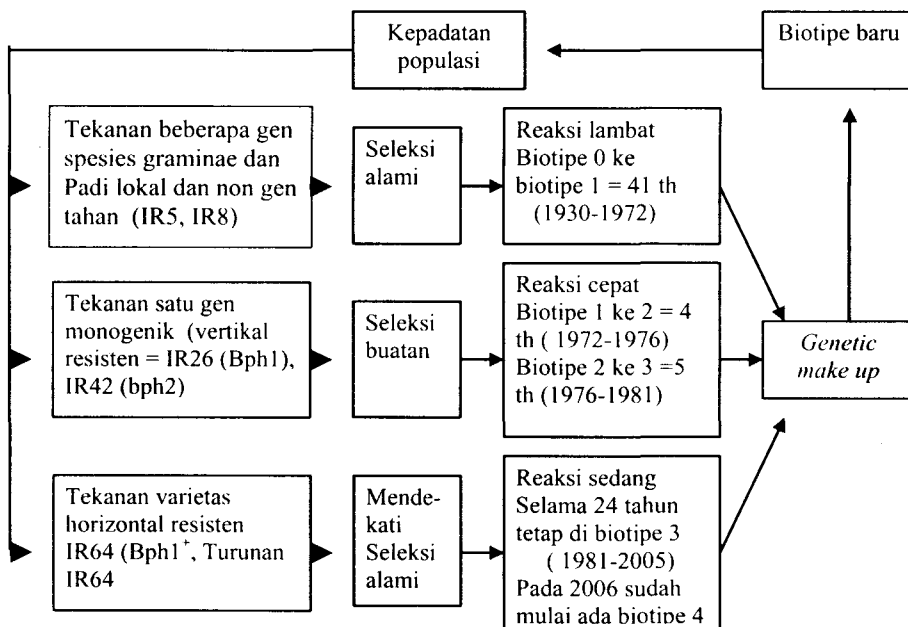
Terjadinya biotipe disebabkan adanya ketidak seimbangan genetik di dalam populasi wereng cokelat yang akan merubah sifat keganasan wereng cokelat, di antaranya dengan introduksi varietas tahan ke lapangan cenderung mempengaruhi terjadinya penyimpangan, seolah-olah ada suatu seleksi populasi wereng cokelat oleh varietas. Hasil seleksi akan meningkatkan arah dan kemampuan populasi serangga dalam menginfeksi populasi tanaman tertentu. Keadaan yang demikian disebut sebagai seleksi terarah (*directional selection*). Populasi serangga lama pada varietas lama akan mengalami seleksi terarah pada varietas baru yang menghasilkan populasi baru. Populasi baru ini sifatnya ada yang sama dengan biotipe yang telah ditetapkan, sehingga disebut biotipe asal, atau menyimpang dari biotipe asal yang telah ditetapkan menjadi biotipe baru atau tetap populasi berdasarkan kepada ekosistem setempat. Dengan adanya varietas dengan gen tahan tunggal (monogenik = vertikal resisten) akan menyebabkan hubungan gen untuk gen (*gene for gene relationship* = GGR) terhadap gen hamanya. Setiap gen mayor untuk ketahanan spesies inang berhubungan erat dengan gen untuk keganasan (virulensi) pada spesies hama. Reaksi tahan tanaman inang jika mempunyai gen tahan dan hama mempunyai gen avirulen pada lokus yang bersesuaian. Jika hama mempunyai gen virulen pada locus yang sesuai, maka tanaman inangnya akan rentan. Hubungan *gene for gene* tersebut dikenal sebagai *matching gene theory*.

Penelitian di laboratorium menunjukkan pembentukan koloni baru wereng cokelat setelah empat generasi (Baehaki, 1987). Pada penelitian seleksi varietas di Sub Balittan Pasar Miring Sumatera Utara terhadap wereng cokelat koloni IR42 dan Bah Bolon, ternyata IR64 mempunyai daya seleksi yang lebih besar yaitu 0,167, disusul IR46 (0,075), Bah Butong (0,052), dan Pelita I/1 (0,016). Koefisien seleksi Pelita I/1 adalah yang terkecil, karena varietas ini tidak mempunyai gen tahan terhadap wereng cokelat, tetapi tetap mempunyai daya seleksi. Varietas Bah Bolon tidak mempunyai daya seleksi karena berhadapan dengan wereng cokelat asal Bah Bolon, padahal bila berhadapan dengan wereng koloni lain ketahanan Bah Bolon setaraf dengan ketahanan Bah Butong terhadap wereng cokelat. Demikian juga IR42 tidak mempunyai daya seleksi, bila varietas tersebut berhadapan dengan wereng cokelat koloni IR42 (Baehaki, 1987).

Dari kenyataan tersebut di atas, membuktikan wereng cokelat yang terus menerus dipelihara pada suatu varietas mampu mematahkan ketahanan varietas dan menghilangkan daya seleksi varietas yang ditempatinya. Di lapangan dengan penanaman varietas padi yang mempunyai gen tahan tunggal secara terus menerus dapat mempercepat timbulnya biotipe baru, sehingga tanaman padi yang pada awal pelepasan tahan, dengan segera akan patah ketahanannya. Oleh karena itu, dalam mengendalikan wereng cokelat perlu adanya pergiliran varietas untuk menunda seleksi terarah. Pergiliran varietas adalah bagian dari pergiliran tanaman, tetapi dengan tanaman sejenis yang berbeda ketahanannya.

Dari Gambar 2 (Baehaki, 2008) terlihat bahwa jalur 1, lamanya periode seleksi lama sekali dapat mencapai lebih dari 41 tahun, yaitu sejak dilaporkan adanya wereng cokelat pada tahun 1930, baru timbul biotipe 1 tahun 1971, hal ini disebabkan tekanan seleksinya sangat rendah yang disebabkan oleh beberapa gen spesies gramineae, padi lokal, dan padi nongen tahan (IR5, IR8). Namun setelah itu, wereng tersebut memperlihatkan kemampuan menyusun konstitusi genetik baru (*genetic make up*) untuk membentuk biotipe baru. Biotipe baru ini memiliki kecepatan perkembangan biakan yang luar biasa, berkoloni dengan kepadatan populasi yang tinggi, segera dapat beradaptasi dengan lingkungannya.

Pada jalur 2 timbulnya biotipe 2 cepat sekali, yaitu hanya dalam waktu 4 tahun akibat tekanan varietas IR26 yang mempunyai gen dominan Bph1, demikian juga pada jalur 2 ini timbul biotipe 3 hanya dalam waktu 5 tahun



Gambar 2. Proses terjadinya biotipe (Baehaki, 2008).

akibat tekanan seleksi dari varietas IR42 yang mempunyai gen resesif bph2. Varietas IR26 (Bph1) dan IR42 (bph2) adalah varietas yang ketahanannya dikendalikan secara monogenik atau memiliki ketahanan yang bersifat vertikal (*vertical resistance*). Varietas tipe ini memiliki tekanan seleksi sangat kuat terhadap wereng cokelat, sehingga timbulnya biotipe baru wereng cokelat sangat cepat. Pada jalur 3 tekanan seleksinya mendekati seleksi alami, perkembangan biotipe diredam oleh varietas yang ketahanannya bersifat horizontal IR64 (Bph1+) (Baehaki, 2008). Dengan adanya IR64 dan turunan IR64 maka biotipe 3 dapat bertahan sampai 24 tahun sejak 1981, karena pada 2006 sudah mulai ada biotipe 4 di Asahan, Sumatera Utara (Baehaki dan Munawar, 2007).

Berkaitan dengan hal tersebut di atas, wereng cokelat mempunyai tingkat keganasan yang sangat beragam sehingga akan selalu menimbulkan masalah, baik terhadap pemuliaan varietas padi maupun penggunaan varietas secara luas. Untuk mengatasi hal tersebut, perilaku dan biologi wereng telah dipelajari dengan seksama. Berbagai cara pengendalian secara terpadu telah dikembangkan. Pengendalian dengan menggunakan varietas resisten merupakan cara yang ideal, karena mudah digunakan, murah, dan tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Telah banyak varietas-varietas resisten dihasilkan. Namun demikian hasil pengembangan varietas resisten ini tidak dapat bertahan lama, karena timbulnya biotipe baru yang dapat mematahkan ketahanannya. Selain itu, varietas yang tahan wereng cokelat belum tentu mampu bertahan terhadap wereng lainnya.

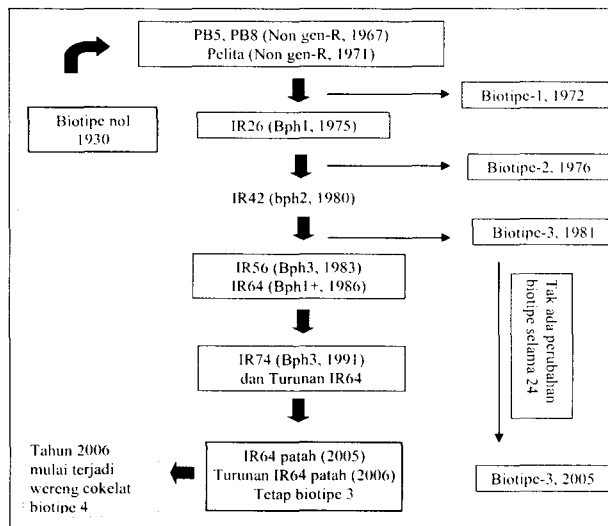
Pada pengujian terhadap varietas yang dirakit di dalam negeri terhadap wereng dari Tuban, Jawa Timur (wereng cokelat biotipe 3) menunjukkan bahwa semua varietas yang dirakit Balai Besar Penelitian Tanaman Padi bereaksi agak tahan. Hasil pengujian ini mengisyaratkan bahwa varietas padi yang beredar di petani saat ini sangat rawan terhadap serangan wereng cokelat.

2.4.2 Sejarah Perubahan Biotipe Wereng Cokelat dan Patah Ketahanan Varietas

Wereng cokelat sudah mulai menyerang pertanaman padi di Indonesia pada kurun waktu 1931–1940. Pada tahun 1967 diintroduksi varietas padi unggul ajaib IR5 dan IR8 yang tidak mempunyai gen ketahanan terhadap wereng cokelat, namun berproduksi tinggi yaitu lebih dari 2 kali lipat produksi padi yang telah ada saat itu. Dua jenis padi tersebut walaupun produksinya tinggi namun mempunyai tekstur nasi pera, sehingga pada tahun 1971 dilepas varietas Pelita I/1 dengan rasa nasi enak dan pulen, namun juga tidak mempunyai gen ketahanan terhadap wereng cokelat. Ketiga varietas tersebut rupanya menjadi pemicu timbulnya biotipe baru setelah stagnasi ledakan selama 41 tahun, karena pada 1972 terjadi ledakan pada varietas-varietas tersebut, hal ini karena ada perubahan

biotipe wereng cokelat menjadi wereng cokelat biotipe 1 (Gambar 3) (Baehaki, 2008).

Pada tahun 1975, untuk menghadapi wereng biotipe 1 telah diintroduksi varietas IR26 (gen tahan Bph1) dari IRRI, yang ditanam luas di sentra produksi padi, namun pada tahun 1976 terjadi ledakan yang hebat di beberapa daerah sentra produksi padi tersebut, karena ada perubahan wereng cokelat biotipe 1 ke wereng cokelat biotipe 2. Pada tahun 1980, untuk menghadapi wereng biotipe 2 diintroduksi lagi varietas IR42 (gen tahan bph2) dari IRRI, yang ditanam luas karena produksinya yang tinggi, namun pada tahun 1981 terjadi ledakan yang hebat di Simalungun, Sumatera Utara dan beberapa daerah lainnya karena ada perubahan wereng cokelat biotipe 2 ke wereng cokelat biotipe 3. Untuk menghadapi wereng cokelat biotipe 3 telah diintroduksikan varietas padi IR56 (gen tahan Bph3) pada 1983 dan IR64 (gen tahan Bph1⁺) tahun 1986 (Gambar 3). Sejak tahun itu banyak varietas padi buatan bangsa Indonesia yang dilepas untuk menghahapi wereng cokelat di pertanaman. Ternyata varietas IR64 ini sukses diterima petani, karena mempunyai rasa nasi enak, produksi tinggi, dan tahan wereng cokelat biotipe 3 selama 24 tahun, sehingga petani menjadi tenang bila menanam varietas tersebut. Di lain pihak varietas IR56 kurang beruntung karena tak banyak disukai petani. Selanjutnya sebagai antisipasi lebih cepat terjadinya biotipe 4, maka pada tahun 1991 diintroduksi varietas IR74 (gen tahan Bph3) untuk mempertinggi keragaman genetik atau pertanaman mosaik. Namun demikian, varietas IR74 yang mempunyai tekstur nasi pera tidak banyak ditanam petani.



Gambar 3. Sejarah perubahan biotipe wereng cokelat di Indonesia (Baehaki, 2008).

Kestabilan wereng cokelat bertahan selama 41 tahun sebelum menjadi wereng cokelat biotipe 1. Perubahan wereng cokelat biotipe 1 ke wereng cokelat biotipe 2 hanya dalam waktu 4 tahun, dan perubahan wereng cokelat biotipe 2 ke wereng cokelat biotipe 3 hanya dalam kurun waktu 5 tahun. Setelah terjadinya wereng cokelat biotipe ke-3 sampai 2005 sudah 24 tahun masih tetap didominasi wereng cokelat biotipe 3, namun pada 2006 sudah mulai ada wereng cokelat biotipe 4 di Asahan, Sumatera Utara (Baehaki dan Munawar, 2008).

Keberadaan wereng cokelat biotipe 3 yang cukup lama, disebabkan adanya varietas IR64 (Bph1⁻) yang merupakan varietas memiliki ketahanan yang bersifat durabel (*durable resistance*) sebagai penyangga perubahan wereng cokelat ke biotipe yang lebih tinggi, juga disebabkan tidak berkembangnya varietas IR74 (Bph3) yang akan menyulit terbentuknya biotipe baru.

Hal ini mengisyaratkan bahwa varietas padi yang dirakit harus sebaik IR64 yang mempunyai gen mayor dan minor untuk menangkal wereng cokelat, bahkan harus diprogramkan pembentukan varietas dengan ketahanan digenik.

Komposisi biotipe wereng cokelat di Indonesia sudah banyak berubah sejak 1985, di Sumatera Utara dan Pidie (NAD) sudah masuk biotipe 3 sejak 1986. Demikian juga komposisi wereng cokelat di Jawa sudah berubah seperti Jawa Barat (Subang, Karawang, Indramayu, Cirebon, Ciamis), Jawa Tengah (Pati, Pemalang, Klaten, Purwokerto), Jawa Timur (Blambangan-Banyuwangi) sudah masuk wereng cokelat biotipe 3 (Baehaki dkk., 1992).

Hasil evaluasi biotipe yang dilakukan pada tahun 2006 menunjukkan bahwa biotipe wereng cokelat di Jawa Barat (Subang, Indramayu, dan Cirebon), Jawa Tengah (Demak, Kudus, pati), Jawa Timur (Lamongan dan Tuban), Sulawesi Selatan (Maros), Sumatera Selatan (Ogan Komering Ulu = OKU) masih tetap biotipe 3, kecuali wereng cokelat di Sumatera Utara (Asahan) adalah campuran biotipe 3 dan 4 (Baehaki dan Munawar, 2008). Pada pengujian biotipe yang dilakukan tahun 2007, menunjukkan bahwa wereng cokelat di Jawa Barat (Cianjur), Jawa Tengah (Pati, Kudus, Klaten), Yogyakarta (Bantul dan Kulon Progo), dan Jawa Timur (Ngawi) adalah biotipe 4 (Baehaki dan Munawar, 2007).

2.5 Pemencaran dan Penyebaran Wereng Cokelat

Di lapangan, wereng cokelat bergerak dari tanaman satu ke tanaman lain dan gerakan dewasa lebih banyak pada akhir pertanaman (Hsieh, 1972). Pergerakan dari pertanaman satu ke pertanaman lainnya dilakukan oleh makroptera. Gerakan pemencaran ini menunjukkan adanya wereng cokelat yang meninggalkan tanaman tua atau memencar pada akhir generasi ke-3 menuju tanaman muda. Sebenarnya wereng cokelat sudah mulai memencar pada generasi ke-2 dan mencapai puncaknya pada generasi ke-3 pada tanaman mendekati panen atau rusak. Pemencaran wereng cokelat dibagi menjadi 3 macam, yaitu (i)

pemencaran jarak pendek dalam pertanaman yang dilakukan oleh nimfa, wereng brakhiptera, dan wereng makroptera; (ii) pemencaran jarak pendek antarpertanaman yang dilakukan oleh wereng makroptera; dan (iii) pemencaran jarak jauh atau emigrasi yang dilakukan oleh wereng makroptera (Baehaki, 1985). Pemencaran maksimum terjadi sebelum panen (Baehaki, 1984b; MacQuillan, 1975; Mochida, 1977), tetapi pemencaran dari tanaman muda pun dapat terjadi bila tanaman tersebut mengalami mati kering (IRRI, 1979).

Wereng cokelat imigran menyebar secara acak dan serangga tersebut biasanya ditemukan pada pangkal batang (Hoppe, 1973; Kalode, 1976). Selama pertanaman mungkin terjadi perkembangan agregat dan wereng betina sering beragregasi di lapangan (Otake dan Hokyo, 1976). Di Filipina, pola penyebaran wereng imigran adalah berkelompok (Kenmore, 1979).

Wereng imigran pada umumnya ditangkap dengan perangkap lampu. Jumlah wereng imigran yang tertangkap lampu ada hubungannya dengan jumlah wereng imigran di pertanaman (Kuno, 1968). Ledakan hama sesudah berbunga dapat terjadi bila wereng yang tertangkap antara 100–500 ekor, dan nilai ambang ledakan tercapai bila wereng imigran yang tertangkap sebanyak 50 ekor (Gyawali, 1983).

Baehaki (1985) telah mengemukakan persamaan regresi antara waktu setelah wereng imigran (X) dan banyaknya wereng keturunan yang tertangkap perangkap lekat (*Sticky trap*) saat pemencaran keturunan imigran (Y) adalah $Y = 0,29715 e^{0,1381X}$ dengan $r_{\log Y,X} = 0,846$.

Persamaan tersebut di atas adalah eksponensial, dengan asumsi bahwa log wereng yang tertangkap per minggu proporsional dengan wereng yang tertangkap pada awal minggu yang bersangkutan.

Selanjutnya, Baehaki (1985) telah membuat hubungan antara banyaknya wereng cokelat makroptera yang tertangkap dengan perkembangan populasi wereng dipertanaman dibagi sebagai berikut: Banyaknya nimfa muda (nimfa instar 1–3) per rumpun pada dua minggu yang lalu sebagai peubah bebas M_{-2} , Banyaknya nimfa tua (nimfa instar 4–5) per rumpun pada satu minggu yang lalu sebagai peubah bebas T_{-1} , Banyaknya wereng brakhiptera pada saat pengamatan perangkap lekat per minggunya sebagai peubah bebas B_0 , banyaknya wereng cokelat makroptera per rumpun pada saat pengamatan perangkap likat per minggunya sebagai peubah bebas P_0 , dan musim sebagai peubah boneka D (D = 0 untuk musim kemarau, dan D = 1 untuk musim hujan). Wereng yang memencar dari pertanaman yang tertangkap perangkap lekat pada ketinggian kurang dari 50 cm adalah $Y_{d<50}$ dan wereng cokelat yang memencar dari pertanaman yang tertangkap perangkap likat pada ketinggian antara 50–200 cm adalah Y_{50-200} . Maka persamaan tersebut sebagai berikut: $Y_{d<50} = 4,29347 - 0,09460 M_{-2} + 0,16520 T_{-1} - 0,85567 B_0 + 1,51853 P_0 + 0,37607 D$ ($R^2 = 0,826$).

$$Y_{50-200} = 1,92220 - 0,41004 M_{-2} + 0,36047 T_{-1} - 0,51760 B_0 + 2,14002 P_0 - 1,03267 D \quad (R^2 = 0,967).$$

Persamaan tersebut menunjukkan adanya hubungan yang erat antara banyaknya wereng cokelat makroptera yang tertangkap perangkap lekat dengan M_{-2} , T_{-1} , B_0 , P_0 , dan peubah boneka D .

2.6 Kerusakan Akibat Wereng Cokelat

Ledakan wereng cokelat yang luas pada tanaman padi di Indonesia terjadi sejak dasa warsa 1960–1970 mencapai 52.000 ha, yang terinci merusak tanaman padi di daerah Jawa Tengah (Tegal, Brebes, Klaten) seluas 2.000 ha dan di Jawa Barat (Subang dan Indramayu) seluas 50.000 ha (Soehardjan, 1973).

Pada tahun 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, luas serangan wereng cokelat berturut-turut sekitar 35.500, 25.700, 51.900, 352.100, 317.000, dan 526.900 ha. Taksiran kehilangan hasil tahun 1977 dinilai dengan uang kira-kira mencapai 81 miliar rupiah, bila BUUD/KUD membeli padi dari petani dengan harga Rp 71/kg gabah kering (Mochida, 1979). Setelah dikompilasi serangan wereng cokelat pada dasa warsa 1971–1980 mencapai 2.510.680 ha. Sejak 1981–1990 hanya tercatat 54.770 ha. Pada dasa warsa 1991–2000 serangannya terus berlanjut mencapai areal seluas lebih 250.000 ha. Pada 2001–2006 data Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan menunjukkan bahwa serangan wereng cokelat mencapai 134.045 ha di antaranya 4.598 ha puso.

Hama wereng cokelat merupakan hama laten, di samping merusak langsung mengisap cairan tanaman dengan alat mulut yang khusus untuk menusuk dan menghisap, juga sebagai vektor yang dapat menularkan penyakit virus. Penyakit virus kerdil hampa (VKH) dan virus kerdil rumput tipe I (VKRT-I) yang ditularkan wereng cokelat terjadi pada 1970-an. Sejak 2006 wereng cokelat juga menularkan virus kerdil rumput tipe II (VKRT-II). Serangan virus kerdil rumput tipe II tersebut sudah meluas di sentra produksi padi di Pulau Jawa, bahkan pada awal 2008 VKRT-II ditemukan di Simalungun, Sumatera Utara (Baehaki, 2008).

Penyakit virus kerdil hampa sudah tercatat di beberapa daerah di Indonesia sejak 1976/77, seperti Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Bali, Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Lombok, Kalimantan Selatan, dan Sulawesi Selatan. Pada MH 1997/78 setelah 20 tahun stagnasi, penyakit ini mulai terlihat di Jawa Barat secara luas, walaupun keberadaan penyakit ini hampir dipastikan ada sepanjang tahun dengan luas serangan yang terbatas. Pada MH 1998/99 penyakit VKH menyerang 10.573 ha pertanaman padi di Jawa Barat, bahkan pada MK 1999 penyakit virus kerdil hampa (VKH) menyerang tanaman padi di Jawa Barat seluas 11.865 ha (Baehaki dkk., 1999).

Ledakan hama wereng cokelat dan mengganasnya penyakit virus kerdil hampa selama ini terjadi pada pertanaman padi di lahan sawah, tetapi tidak banyak dilaporkan serangan wereng cokelat dan virus kerdil hampa pada padi gogo. Namun serangan wereng cokelat pada lahan padi gogo telah di laporkan pada 1994, pada saat itu ledakan wereng cokelat pada lahan gogo terjadi pada tanaman padi lokal di Desa Pasirjadi, Kecamatan Purwadadi, Kabupaten Subang. Pada MH 1999/2000 terjadi lagi ledakan wereng cokelat di lahan padi gogo pada varietas padi unggul nasional (Limboto, Cirata, Towuti, Jatiluhur, Way Larem), Lokal, dan pada galur cadangan strategis (S4325d-1-2-2-1 dan S4325g-1-2-3-1) di Desa Marengmang, Kecamatan Purwadadi, Kabupaten Subang. Wereng cokelat yang ada di daerah tersebut setelah diuji tingkat keganasannya terhadap varietas padi diferensial, dapat digolongkan sebagai wereng cokelat biotipe 2 (Baehaki dkk., 2001).

Kerusakan dan kehilangan hasil yang diakibatkan serangan wereng cokelat cukup tinggi. Pemeliharaan 1 dan 4 wereng cokelat/batang pada masa tanaman padi sedang bunting selama 30 hari menurunkan hasil berturut-turut 20% dan 37%. Pemeliharaan 4 ekor wereng cokelat/batang pada masa pemasakan buah selama 30 hari dapat menurunkan hasil sebesar 28%. Pemeliharaan 1 dan 4 ekor wereng cokelat/batang pada periode anakan selama 30 hari dapat menurunkan hasil 35% dan 77% (Kenmore, 1979).

Kumpulan imago dan nimfa hama wereng cokelat mengisap cairan tanaman, mengakibatkan tanaman menjadi merana, tumbuh kedil, daun-daun mulai kuning, layu dan akhirnya menimbulkan gejala serangan wereng cokelat disebut *hopperburn* atau mati kering.

Tanaman yang rusak akibat wereng cokelat biasanya terjadi oleh populasi hama generasi ke-3, pada generasi ini, nimfanya sangat banyak dan hidup berdesakan, pada satu rumpun padi dapat mencapai 400–1.000 ekor wereng. Bila populasinya sangat tinggi jumlah nimfa dapat mencapai lebih 1.000 ekor/rumpun dan werengnya bergerak ke arah daun.

Standar nilai kerusakan akibat hama wereng cokelat dan wereng punggung putih di lapangan dijelaskan pada Tabel 1 (Baehaki, 1985).

Penurunan hasil akibat wereng cokelat dan wereng punggung putih pada beberapa varietas padi telah dikemukakan Baehaki dan Kartohardjono (2005), bahwa keberadaan wereng cokelat pada tanaman padi sangat berpengaruh terhadap penurunan hasil. Ada tiga tujuan pokok dalam melihat pengaruh dari hama wereng cokelat dan wereng punggung putih, yaitu (a) mempelajari kelimpahan populasi wereng cokelat dan wereng punggung putih, (b) menilai gejala kerusakan tanaman padi akibat hama, dan (c) hubungan tingkat kerusakan dengan hasil.

Tabel 1. Skor Kerusakan Akibat Serangan Wereng Cokelat dan Wereng Punggung Putih

Skor	Tampilan	Uraian
0	Sehat	Rumpun padi tidak ditempati wereng/tidak ditemukan wereng pada rumpun tersebut
1	Rusak sangat ringan	Rumpun padi yang ditempati wereng belum memperlihatkan mati pelepah, exuvia (selongsong) sedikit, batang padi belum ditumbuhi jamur <i>Dematium</i> dan <i>Cladosporium</i> yang mengikuti serangan wereng coklat
3	Rusak ringan	Rumpun padi yang ditempati wereng sudah memperlihatkan mati pelepah, exuvia banyak, batang padi ditumbuhi jamur <i>Dematium</i> dan <i>Cladosporium</i> yang mengikuti serangan wereng coklat
5	Rusak berat	Rumpun padi yang ditempati wereng memperlihatkan kerusakan yang ditandai banyak pelepah mati, exuvia banyak, tumbuh kerdil, batang padi kelihatan hitam banyak ditumbuhi jamur <i>Dematium</i> dan <i>Cladosporium</i> .
7	Mati sebagian	Sebagian batang pada rumpun padi mati atau rumpun tersebut layu akibat serangan wereng
9	Mati kering	Rumpun padi mati kering akibat serangan wereng

Sumber: Baehaki, 1985a.

3. WERENG PUNGGUNG PUTIH

3.1 Biologi Wereng Punggung Putih

Wereng punggung putih meletakkan telur secara berkelompok pada jaringan pelepah daun, tetapi apabila populasinya tinggi, telur akan diletakkan pula pada jaringan tulang daun. Serangga muda disebut nimfa yang mirip dengan serangga dewasanya. Perkembangan dari nimfa menjadi dewasa mengalami empat kali pergantian kulit, sehingga jumlah instarnya sama dengan jumlah ganti kulit ditambah satu, menjadi lima instar.

Lamanya stadium nimfa tergantung pada bentuk wereng yang akan muncul (Tabel 2). Stadia nimfa yang akan menjadi wereng jantan paling rendah yaitu 11,45 hari dan menunjukkan bahwa wereng dewasa yang mula-mula muncul adalah jantan makroptera. Dari pengamatan hanya ditemukan makroptera dari kedua jenis kelamin, betina brakhiptera, dan tidak ditemukan jantan brakhiptera (Baehaki, 1984c).

Tabel 2. Lama Stadium Nimfa dari Masing-masing Bentuk Sayap dan Jenis Kelamin Wereng Punggung Putih

Nimfa untuk kelamin wereng	Instar nimfa (hari)					Lama stadium nimfa (hari)
	I	II	III	IV	V	
Jantan makroptera	2,22	1,78	1,89	2,00	3,56	11,45
Betina makroptera	2,11	2,11	2,11	2,33	3,44	12,10
Betina brakhiptera	2,11	2,11	2,44	2,33	3,44	12,32
Rata-rata	2,15	2,00	2,15	2,22	3,48	11,96

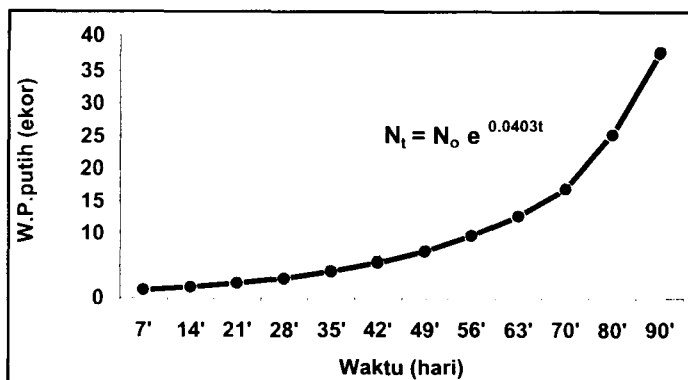
Sumber: Baehaki, 1984c.

Banyaknya wereng jantan makroptera, wereng betina makroptera, dan wereng betina brakhiptera yang muncul pada pemeliharaan 1 ekor nimfa per batang adalah 56,5%, 17,5%, dan 26,0%. Masa prapeneluran, masa bertelur dan masa pascapeneluran betina makroptera berturut-turut 3–7 hari, 2–15 hari, dan 0–3 hari. Masa hidup betina makroptera 1–23 hari (Baehaki, 1984c).

3.2 Perkembangan Populasi Wereng Punggung Putih

Wereng yang pertama kali datang di pertanaman adalah wereng imigran makroptera yang tertarik pada tanaman umur dua minggu. Kepadatan populasi wereng imigran pada IR26 adalah 0,097 ekor/rumpun. Hokyo *et al.* (1975) melaporkan bahwa di Korea wereng punggung putih imigran mencapai 0,25 ekor/rumpun. Di Kyusu, Jepang populasi awal wereng punggung putih 0,121 ekor/rumpun, kemudian populasi itu meningkat sampai generasi ke-2 dan pada generasi ke-3 populasi itu turun lagi (Kuno, 1973). Pada generasi ke-2, kepadatan itu hanya 4,1 kali kepadatan populasi awal. Pada pertanaman IR26 MH 1983/1984 di Sukamandi kepadatan wereng punggung putih dewasa pada generasi ke-3 mencapai 121,5 kali populasi awal.

Penelitian di laboratorium pada suhu 21–34,5° C dengan kelembaban 30–90% menunjukkan laju pertumbuhan intrinsik yang rendah dengan nilai $r = 0,0403$ (Baehaki, 1984c). Dari nilai r tersebut dapat dibentuk persamaan eksponensial $N_t = N_0 e^{0,0403t}$ dengan N_t = populasi pada waktu ke- t , N_0 = populasi awal, t = waktu (hari), dan e = bilangan dasar logaritma (2,7183). Model pertumbuhan eksponensial tersebut menunjukkan laju pertumbuhan pada kondisi lingkungan tanpa faktor pembatas (Gambar 4).



Gambar 4. Pertumbuhan populasi wereng punggung putih di laboratorium pada tanaman padi Pelita I-1, pada suhu 21–34,5° C dengan kelembaban 30–90%. Sukamandi, 1983 (Baehaki, 1984c).

3.3 Kerusakan Akibat Wereng Punggung Putih

Pathak dan Dhaliwal (1961) melaporkan bahwa wereng punggung putih berangsur-angsur menjadi hama yang perlu diperhatikan dan telah menimbulkan kerusakan. Di Kathmandu, Lalipur, Bhahtapus, Nepal pada MH 1982 hama ini telah merusak tanaman padi seluas 2.709 ha (Gyawali, 1983). Untuk menanggulangi hama tersebut, di daerah ini digunakan methil parathion 0,05% dan hasilnya cukup efektif. Di India hama ini telah menyerang pertanaman padi sejak tahun 1969 dan serangan yang luas terjadi pada tahun 1972 dan 1977 (Verma *et al.*, 1979). Di Punjab, Pakistan wereng punggung putih menyerang tanaman padi cukup berat dan menurunkan hasil sampai 40–50%.

Selama tahun 1980, wereng ini menyerang pertanaman padi di Indonesia seluas 528 ha. Tahun 1981 serangan mencapai 1.166,5 ha yang tersebar di tujuh provinsi, yaitu Sumatera Utara seluas 815 ha; Sumatera Barat 0,6 ha; Jawa Barat 223,1 ha; Bali 9,5 ha; Kalimantan Barat 0,5 ha; Sulawesi Selatan 27,8 ha dan Sulawesi Tengah 90 ha (Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan, 1982). Pada MH 1982/83, hama ini telah menyerang pertanaman padi berumur 2–3 minggu setelah tanam seluas 500 ha di Perum Sang Hyang Seri. Varietas yang diserang ialah Cisadane, Cipunagara, Krueng Aceh, dan galur GH147. Kerusakan langsung yang diakibatkan wereng punggung putih hampir sama dengan kerusakan yang diakibatkan oleh wereng cokelat, namun wereng punggung putih tidak menularkan penyakit kerdil rumput dan kerdil hampa.

4. WERENG HIJAU

Wereng hijau atau wereng daun (*green leafhoppers*), termasuk dalam genus *Nephotettix* spp. mempunyai nilai ekonomi tidak saja merusak akibat menghisap cairan tanaman, tetapi juga merupakan penular penyakit virus. Kehadiran werengnya sering melimpah di pertanaman padi di daerah tropis. Wereng ini dapat berkembang biak di rumput-rumputan. Ada lima spesies wereng hijau yang umumnya merusak tanaman yaitu *N. cincticeps*, *N. nigropictus*, *N. virescens*, *N. parvus*, dan *N. malayanus*.

4.1 Biologi Wereng Hijau

Wereng betina meletakkan telurnya pada pelepah daun padi muda dan telur diletakkan berkelompok, biasanya 8–16 butir. Banyaknya telur yang diletakkan 200–300 butir. Umur serangga dewasa 20–30 hari, dan telur menetas 6–7 hari. Nimfa mengalami 5 instar dan lamanya stadium nimfa 16–18 hari. Nimfa dewasa menghisap cairan makanan dari jaringan xylem pada helai daun dan pelepah daun. Stadium nimfa dapat juga merupakan vektor penyakit virus.

4.2 Perkembangan Populasi Wereng Hijau

N. virescens berkembang pada tanaman padi sawah di Indonesia, mulai pada tanaman padi yang baru ditanam atau tanaman inang lainnya (Fachrudin, 1980). Serangga betina bertelur pada tanaman padi, terus menetas menjadi nimfa dan akhirnya menjadi dewasa. Pola demikian berlangsung sampai panen. Sesudah panen wereng ini hidup pada tunas-tunas tanaman padi atau tumbuhan lainnya. Populasi awal sangat rendah, mulai meningkat pada minggu ke-3 sampai minggu ke-4 sesudah tanam dan populasi tertinggi tercapai pada saat tanaman berumur 6–11 minggu setelah tanam. Pada satu musim tanam bisa dicapai 3 generasi. Populasi awal rendah kemudian meningkat pada generasi ke-1 dan mencapai puncaknya pada generasi ke-2, kemudian menurun lagi pada generasi ke-3 (Kuno dan Hokyō, 1970).

4.3 Kerusakan Akibat Wereng Hijau

Kerusakan padi secara langsung karena hilangnya cairan tanaman akibat hisapan wereng hijau sampai mati kering tidak pernah dilaporkan. Namun yang banyak dilaporkan adalah kerusakan tanaman padi oleh penyakit kerdil padi, kerdil padi kuning, tungro, penyakit merah serta gejala daun menguning (*transitory yellowing*) ditularkan oleh wereng hijau (*Nepotettix* sp.).

N. cincticeps merupakan vektor dari virus penyakit kerdil padi (*rice dwarf*), kerdil padi kuning (*rice yellow dwarf*), dan gejala daun menguning (*transitory yellowing*). Di Jepang ledakan serangga ini telah tercatat sejak tahun 1880 dan serangan yang diikuti oleh penyakit kerdil terjadi pada permulaan tahun 1900 (Kuno, 1973).

N. nigropictus merupakan vektor penyakit kerdil padi, kerdil padi kuning, *transitory yellowing*, dan tungro, tetapi kemampuan menularkan penyakit ini kurang dibandingkan dengan wereng hijau lainnya. Populasi *N. virescens* lebih tinggi dan efisien dalam menularkan penyakit tungro yang kadang-kadang disebut virus kuning. Di Filipina pada tahun 1970–1971 beberapa hektar tanaman padi telah terserang tungro.

Di Indonesia, penyakit tungro cukup serius. Serangan penyakit ini banyak dilaporkan dari Indonesia Bagian Tengah dan Timur. Di Indonesia Bagian Barat penyakit ini sering melanda pertanaman di Purwokerto dan Karesidenan Solo di Jawa Tengah. Serangan terjadi pada pertanaman vegetatif sampai generatif. Di daerah ini, biasanya tanaman yang terserang dibabat, kemudian langsung ditanami lagi, sehingga menimbulkan stadia pertanaman yang tidak teratur.

Pada tahun 1972–73 terjadi ledakan tungro pada pertanaman padi Pelita di Sulawesi Selatan seluas 99.152 ha. Pada tahun 1980 terjadi ledakan tungro di Bali dan Nusa Tenggara Barat seluas 5.562 ha dan tahun 1982 ledakan tungro di Sulawesi Tengah, Utara, dan Tenggara seluas 8.400 ha. Ledakan tungro yang cukup besar pada tahun 1990-an di Jawa Tengah seluas 12.000 ha menyerang tanaman padi IR64 dan varietas lainnya.

Di lapangan baik di pertanaman padi maupun di lahan rumput-rumputan Klaten, Jawa Tengah dan Subang, Jawa Barat masih ditemukan wereng hijau bermata merah (*Athysanini* sp.) yang belum dipelajari secara mendalam baik biologi atau fungsi keberadaannya di pertanaman padi (Baehaki dkk., 1987). Di lain pihak *Thaia orizicola* dan wereng zigzag (*Recilia dorsalis*) sudah hilang dari jalur pantura, sehingga kemungkinan besar akan merubah dan mempengaruhi sistem rantai makanan (*food chain*) yang dikhawatirkan akan terjadi dominasi spesies dan menimbulkan kerusakan besar pada tanaman padi (Baehaki, 2002). Bila populasi wereng yang mengisap cairan makanan itu tinggi, maka tanaman padi menjadi layu dan mati kering (*hopperburn*).

5. WERENG ZIGZAG

5.1 Biologi Wereng Zigzag

Wereng zigzag adalah serangga polyvoltin yang dapat menurunkan beberapa generasi dalam satu tahun. Telur-telur diletakkan oleh alat peletak telur (ovipositor) pada jaringan tanaman dan akan menetas antara 8–3 hari.

Rata-rata umur nimfa wereng betina sekitar 13,5 hari, dan untuk nimfa serangga jantan berumur 12,7 hari (Tabel 3).

Dalam perkembangannya menjadi dewasa, nimfa tidak ada yang berkembang menjadi wereng brakhiptera. Semuanya berkembang menjadi makroptera dengan nisbah jantan dan betina 2:1. Masa prapeneluran antara 6–13 hari, masa bertelur 10–41 hari, dan masa pascapeneluran 1–6 hari. Walaupun masa bertelur cukup panjang, produksi telur per harinya sangat kecil, sehingga telur yang diletakkan hanya mencapai 98 butir. Lama hidup wereng zigzag jantan adalah 1–42 hari, sedangkan wereng betina antara 1–45 hari (Baehaki, 1986).

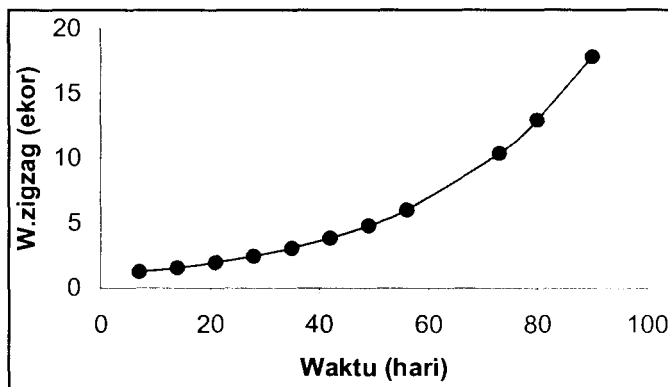
5.2 Perkembangan Populasi Wereng Zigzag

Perkembangan populasi wereng zigzag di pertanaman maupun di laboratorium belum banyak diteliti, terutama di Indonesia. Di laboratorium laju pertumbuhan instrinsik wereng zigzag rendah, yaitu $r = 0,032$ (Baehaki, 1986). Persamaan pertumbuhan eksponensialnya $N_t = N_0 e^{0,032t}$, dengan N_t = populasi pada waktu ke- t , N_0 = populasi, t = waktu (hari), e = bilangan dasar logaritma (2,7183). Dari persamaan tersebut kurva pertumbuhan pada lingkungan tanpa batas seperti Gambar 5.

Tabel 3. Waktu Stadium Nimfa yang Berkembang Menjadi Dewasa (hari)

Nimfa untuk kelamin	Instar nimfa (hari)					Lama stadium (hari)
	I	II	III	IV	V	
Betina	1,73	2,23	2,55	2,77	4,23	13,51
Jantan	1,56	2,15	2,46	2,54	4,03	12,74
Rata-rata	1,65	2,19	2,51	2,65	4,13	13,13

Sumber: Baehaki, 1986.



Gambar 5. Pertumbuhan populasi wereng zigzag di laboratorium pada padi Pelita I-1, pada suhu 23,5–34 °C dengan kelembaban 30–98%. Sukamandi, 1986.

5.3 Kerusakan Akibat Wereng Zigzag

Belum dilaporkan adanya penurunan hasil akibat serangan langsung hama wereng zigzag. Tanaman yang terserang wereng ini ujung daunnya menjadi kering, kedua sisi daunnya menguning, kemudian seluruh daun menjadi kering. Daun pinggir menggulung ke atas (Baehaki, 1986).

Wereng zigzag dilaporkan sebagai vektor penyakit virus kerdil padi (*virus rice dwarf*) dan kerdil padi kuning di Malaysia, Muangthai, dan Filipina (Pathak, 1968a; 1968b). Dari survei di Jawa ditemukan kepadatan wereng zigzag lebih tinggi daripada wereng hijau, karena itu kelimpahan dari wereng zigzag harus dipandang mempunyai potensi merusak yang menimbulkan ledakan dari dua penyakit virus di atas (Soehardjan, 1973).

6. PENGENDALIAN HAMA WERENG

6.1 Pengendalian Wereng Cokelat dan Wereng Punggung Putih

Teknologi pengendalian wereng dapat beraneka ragam dan dapat disesuaikan dengan komponen pengendali yang ada mulai dari cara bercocok tanam, pergiliran varietas, manipulasi musuh alami, dan penggunaan pestisida.

6.1.1 Perbaikan Cara Bercocok Tanam

Dalam pengendalian melalui perbaikan cara bercocok tanam, hal-hal berikut perlu diperhatikan:

1. Tanam dilakukan tepat waktu, dikombinasikan dengan dikembangkannya peramalan datangnya hama.
2. Tanam serentak sangat berguna untuk mengurangi manipulasi hama dan dapat menekan biaya pengendalian.
3. Tanam dalam barisan yang teratur sesuai anjuran untuk memperlancar gerakan angin dan cahaya matahari masuk ke dalam pertanaman. Hal ini dapat meniadakan iklim mikro yang cocok bagi perkembangan wereng cokelat. Lin (1972) melaporkan bahwa relung ekologi yang cocok bagi perkembangan wereng cokelat adalah pada ketinggian 0–10 cm di atas permukaan air. Hal ini dapat terjadi kalau kanopi tanaman terlalu rimbun sehingga sinar matahari dan angin tidak bergerak bebas.

6.1.2 Pergiliran Varietas

Pengendalian dengan varietas resisten merupakan cara yang paling mudah dilaksanakan, murah, tidak menyebabkan polusi, dan umumnya kompetibel

dengan pengendalian lain (Oka dan Bahagiawati, 1983). Namun demikian, penggunaan varietas resisten harus dilakukan secara hati-hati dan tidak terlalu ditekankan pada satu varietas saja karena mengurangi keragaman genetik di pertanaman. Tekanan mono varietas terbukti dengan ditanamnya IR26 secara luas di Sumatera Utara. Varietas ini hanya bertahan 4–5 musim saja karena timbul biotipe 2 dari wereng cokelat (Oka dan Bahagiawati, 1983). Oleh karena itu, perlu adanya pertanaman yang multi varietas di pesawahan, seperti halnya daerah pantai utara Pulau Jawa pada tahun 1980-an. Penanaman multi varietas di daerah ini belum menunjukkan hal-hal yang mengkhawatirkan, karena paling tidak dapat memperlambat proses perkembangbiakan biotipe baru yang tekanannya dapat mendekati seleksi alami. Dalam program pengendalian *artificial selection* harus dihindari, dan selanjutnya dipelajari cara untuk mendapatkan metode pendekatan seleksi alami (Baehaki dan Imam, 1991).

Varietas yang dihasilkan pemulia sampai saat ini merupakan varietas yang bersifat vertikal resisten, yang dirakit berdasarkan keberadaan gen mayor. Varietas yang demikian sangat kuat menekan populasi wereng cokelat, sehingga wereng keturunannya akan cepat beradaptasi dan mempercepat patahnya ketahanan varietas itu. Salah satu cara untuk mengatasi kerusakan oleh hama wereng adalah pergiliran tanaman untuk memutus proses perubahan virulensinya dan atau menunda timbulnya biotipe/populasi baru.

Pergiliran varietas harus disesuaikan dengan keadaan musim, pengairan, dan juga sifat werengnya. Karena itu, sejak awal harus mulai ditentukan distribusi varietas tahan dan distribusi insektisida berdasarkan pada sifat wereng.

Varietas-varietas yang mempunyai gen tahan biotipe 2 (bph 2) seperti varietas Cisadane di Purwokerto telah patah ketahanannya sejak tahun 1986 (Baehaki, 1986; 1987), sedangkan IR42 telah terserang oleh wereng cokelat di Sumatera Utara sejak tahun 1981 (Oka dan Bahagiawati, 1980).

Berdasarkan pengujian yang diadakan tahun 1988, 1989, dan 1990, IR64 (Bph 1⁺) yang disukai petani masih tahan terhadap wereng cokelat biotipe 3 di Jawa Barat (Indramayu, Subang, Ciamis, Pandeglang), Jawa Tengah (Purwokerto dan Klaten), D.I. Yogyakarta (Bantul), dan Sumatera (Deli Serdang) (Baehaki dan Fagi, 1989). Varietas Cisadane dan IR42 yang memiliki gen ketahanan bph 2, walaupun telah patah ketahanannya, namun masih disukai petani, karena rasanya enak dan produksinya tinggi. Oleh karena itu, agar di satu pihak pengendalian wereng dapat dilaksanakan, dan di lain pihak petani masih dapat menanam varietas yang telah patah ketahanannya namun masih disukai mereka, maka perlu rotasi varietas. Salah satu cara yang telah populer adalah dengan pola pergiliran tanaman yang baik, yaitu menanam varietas tahan pada musim hujan dan menanam varietas rentan wereng cokelat pada musim kemarau. Ini dapat dilaksanakan untuk seluruh daerah pengembangan padi dengan memperhatikan pada tingkat biotipe wereng cokelatnya (Baehaki dan Fagi, 1989).

Pola pergiliran tanaman didasarkan atas gen ketahanan yang dikandungnya. Varietas tanpa gen tahan, peka terhadap semua biotipe wereng cokelat. Varietas dengan gen Bph1 tahan terhadap wereng cokelat biotipe 1 dan 3, tetapi peka terhadap wereng cokelat biotipe 2 dan 4. Varietas dengan gen bph2 tahan terhadap wereng cokelat biotipe 1 dan 2, tetapi peka terhadap wereng cokelat biotipe 3 dan 4. Varietas dengan gen Bph3 tahan terhadap wereng cokelat biotipe 1, 2, dan 3 tetapi peka terhadap wereng cokelat biotipe 4. Varietas dengan gen bph4 tahan terhadap wereng cokelat biotipe 1, 2, 3, dan 4.

Perkembangan populasi wereng cokelat lebih tinggi pada musim hujan dibanding pada musim kemarau, sehingga ledakan biasanya terjadi pada musim hujan. Oleh karena itu, dalam melaksanakan rotasi varietas, pada musim hujan ditanam varietas yang masih tahan dan pada musim kemarau dapat ditanam varietas yang sudah patah ketahanannya. Rendahnya populasi wereng pada musim kemarau, disebabkan iklim mikro yang tidak mendukung perkembangbiakan hama ini. Hal lain yang menekan perkembangan populasi wereng cokelat di musim kemarau adalah populasi parasitoid telur dan predator tetap tinggi.

6.1.2.1 Pergiliran varietas antarmusim

Pengendalian wereng cokelat dengan pergiliran varietas antarmusim perlu dilakukan, hal ini berhubungan dengan sifat dari wereng cokelat yang mudah beradaptasi dengan varietas tahan yang baru dilepas. Varietas tahan yang terus menerus ditanam secara luas, makin lama akan makin mudah terserang wereng cokelat, karena wereng cokelat berusaha mengatasi varietas yang tahan dengan membentuk biotipe baru. Baehaki (1992) telah membuat pedoman pergiliran varietas berdasarkan ketahanan varietas diselaraskan dengan biotipe wereng yang ada di suatu daerah sebagai berikut.

6.1.2.1.1 Pergiliran varietas pada daerah wereng cokelat biotipe 1

Pada MH dapat ditanam varietas yang mempunyai gen Bph1 (IR46 dan IR64), bph2 (IR32, IR36, IR38, IR40, IR42, Cisadane, Ciliwung, Cisanggarung, Way Seputih), Bph3 (Way Apo Buru, Memberamo, Maros, IR56, IR72, IR74), serta bph4 (IR66). Pada pertanaman MK dapat ditanam varietas padi yang tidak mempunyai gen tahan. Pada daerah ini sebaiknya tidak menanam varietas padi yang mempunyai gen tahan bph2, Bph3, dan bph4 supaya tidak terjadi tekanan seleksi yang berat terhadap wereng cokelat.

6.1.2.1.2 Pengendalian wereng cokelat pada daerah biotipe 2

Pada MH dapat ditanam varietas yang mempunyai gen bph2 (IR42, Cisadane, Ciliwung), Bph3 (Way Apo Buru, Memberamo, Maros, IR56, IR72, IR74), bph4 (IR66), selanjutnya pada MK dapat ditanam varietas yang mempunyai gen Bph1.

Pada daerah ini sebaiknya tidak menanam varietas padi yang mempunyai gen tahan Bph3 dan bph4 untuk mengurangi tekanan terhadap wereng cokelat.

6.1.2.1.3 Pengendalian wereng cokelat pada daerah biotipe 3

Pada MH dapat ditanam varietas dengan gen Bph1+ (hanya IR64), Bph3 (Way Apo Buru, Memberamo, Maros, IR56, IR72, IR74), bph4 (IR66). Pada MK dapat ditanam varietas dengan ketahanan gen Bph1 dan bph2. Pada daerah ini sebaiknya tidak diintroduksi varietas padi yang mempunyai gen bph 4.

6.1.2.1.4 Pengendalian wereng cokelat pada daerah biotipe 4

Pada MH dapat ditanam varietas dengan gen Bph3 (Way Apo Buru, Memberamo, Maros, IR56, IR62, Kelara, Bah Bolon, Bah Butong, IR72, IR74), dan bph4 (IR66). Pada MK dapat ditanam varietas dengan ketahanan gen Bph1 dan bph2.

6.1.3 Teknologi Pengendalian Hama Menggunakan Ambang Ekonomi Berdasarkan Musuh Alami

Manipulasi musuh alami adalah usaha manusia untuk membantu musuh alami agar menetap atau menjadi efektif dalam mengendalikan hama. Ada beberapa hal yang paling mudah untuk membantu perkembangan musuh alami, antara lain:

1. Menggunakan insektisida semprotan harus secara bijaksana, yaitu pada saat hama mencapai kepadatan tertentu, pada saat terjadinya ambang ekonomi.
2. Pemakaian insektisida baik yang sistemik maupun kontak harus efektif terhadap hama sasaran, dan sedapat mungkin meminimalkan pengaruhnya terhadap musuh alami.
3. Selesai panen perlu adanya habitat alternatif tempat musuh alami untuk tetap berkembang biak.

Musuh-musuh alami yang telah populer dapat mengendalikan hama terdiri atas parasitoid, predator, dan patogen. Parasitoid yang menyerang telur wereng

cokelat adalah, *Anagrus flaveolus* Warterhouse, *A. optabilis* Perkins, *A. perforator* Perkins (Claridge *et al.*, 1987), *Mymartaprobanicum*, *Polynema* spp., dan *Gonatocerus* spp. Parasitisasi *A. flaveolus* terhadap wereng cokelat dapat mencapai 45–67%. Di persawahan Sukamandi parasitasi parasitoid *Anagrus* spp., dan *Oligosita* sebagai parasitoid terhadap telur wereng cokelat mencapai 87%. Parasitoid yang menyerang nimfa dan dewasa adalah *Elenchus* spp., dan *Haplogonatopus orientalis*.

Predator *Cyrtorhinus lividipennis*, predasinya mencapai 67%. Predator lain termasuk *Microvelia douglasi*, *Ophionea indica*, dan *Paederus fuscipes*. Jenis laba-laba yang ditemukan di persawahan ialah *Lycosa pseudoannulata* (Wolf spider), *Tetragnatha* sp. (four jawed spider), *Clubiona javonicola* (sack spider), *Aranes inustus* (orb spider), *Calitrichia formosana*, *Oxyopes japonus*, dan *Agriope catenulata*. Penggunaan musuh alami ini, walaupun tidak dilakukan inundasi, dapat juga dilakukan dengan meningkatkan peran mereka. Peningkatan peran musuh alami ini dilakukan dengan monitoring, yaitu untuk menentukan parasitasi atau predasinya. Karena itu pada saat aplikasi insektisida harus sudah diperhitungkan banyaknya musuh alami di pertanaman.

Setelah mempelajari peranan musuh alami khususnya predator wereng cokelat selama 2 musim di Cilamaya dan Karawang ternyata teknologi pengendalian wereng cokelat menggunakan ambang ekonomi berdasarkan musuh alami dapat mengurangi pemakaian insektisida dan meningkatkan pendapatan (Baehaki dkk., 1996).

6.1.3.1 Penentuan ambang ekonomi wereng cokelat terkoreksi

Pengendalian wereng cokelat menggunakan ambang ekonomi berdasarkan musuh alami dapat digunakan pada semua daerah serangan hama (Baehaki, 1996). Kegiatan yang mesti dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pengamatan di lapangan setiap 1–2 minggu sekali terhadap 20 rumpun arah diagonal, dalam satu hamparan pertanaman padi yang berumur sama.
2. Catat populasi wereng cokelat, wereng punggung putih, laba-laba, *Paederus fuscipes*, *Ophionea nigrofasciata*, *Coccinella*, *Cyrtorhinus lividipennis*.
3. Masukkan data hasil pengamatan ke dalam Tabel 4 di bawah ini, sebagai contoh dari data pengamatan pada padi umur 30 HST.

Tabel 4. Kertas Kerja Formula Baehaki 1996

No. rumpun	Wereng coklat + wereng punggung putih	Semua predator (laba-laba+Paederus +Ophionea+Coccinella)	Kepik Cyrtorhinus
1	20	2	1
2	30	3	3
3	23	4	5
4	25	5	6
5	13	6	7
6	17	0	8
7	18	1	11
8	30	2	12
9	35	4	13
10	37	2	1
11	28	3	2
12	29	0	3
13	30	3	5
14	34	4	3
15	35	6	5
16	22	3	8
17	13	4	9
18	14	2	10
19	17	1	7
20	25	1	8
Total	A _i = 495	B _i = 56	C _i = 127

4. Masukkan jumlah hama dan predator pada rumus Baehaki (1996) di bawah ini:

$$D_i = \frac{A_i - (5B_i + 2C_i)}{20}$$

$$D_i = \frac{495 - (5 \times 56 + 2 \times 127)}{20} = -1,95 \text{ ekor wereng terkoreksi per rumpun.}$$

A_i: Populasi wereng (wereng coklat + wereng punggung putih) pada 20 rumpun pada minggu ke-i.

B_i: Populasi predator laba-laba + *Ophionea nigrfasciata* + *Paederus fuscifex* + *Coccinella* pada 20 rumpun pada minggu ke-i.

C_i: Populasi *Cyrtorhinus lividipennis* pada 20 rumpun pada minggu ke-i

D_i: Wereng coklat terkoreksi musuh alami per rumpun.

6.1.3.2 Keputusan aplikasi insektisida

Aplikasi insektisida yang direkomendasikan dilakukan jika dan hanya jika nilai $D_i = >5$ ekor wereng cokelat terkoreksi/rumpun pada padi berumur <20 HST atau jika nilai $D_i = >10$ ekor wereng cokelat terkoreksi/rumpun pada padi berumur $20-40$ HST atau jika nilai $D_i = >20$ ekor wereng cokelat terkoreksi/rumpun pada padi berumur >40 HST.

Jika dan hanya jika nilai $D_i = <5$ ekor wereng cokelat terkoreksi/rumpun pada padi berumur <20 HST, atau jika nilai $D_i = <10$ ekor wereng cokelat terkoreksi/rumpun pada padi berumur $20-40$ HST atau nilai $D_i = <20$ ekor wereng cokelat terkoreksi/rumpun pada padi berumur >40 HST tidak perlu diaplikasi dengan insektisida, tetapi teruskan amati pada minggu berikutnya. Seperti halnya hasil pengamatan di atas, jika nilai D_i sebesar $-1,95$ ekor wereng terkoreksi musuh alami/rumpun pertanian tidak perlu dikendalikan dengan insektisida.

Pada ambang kendali berdasarkan musuh alami terabaikan, perhitungannya sama dengan di atas. Perbedaannya yaitu jika nilai D_i mendekati 5 ekor wereng cokelat terkoreksi/rumpun pada padi berumur <20 HST atau nilai D_i mendekati 20 ekor wereng cokelat terkoreksi/rumpun pada padi berumur >40 HST tidak perlu diaplikasi dengan insektisida dan dibiarkan sampai pengamatan minggu berikutnya. Apabila hasil analisis minggu berikutnya menunjukkan nilai D_i lebih besar dari nilai D_i minggu yang lalu, maka perlu dikendalikan dengan insektisida. Apabila hasil analisis minggu berikutnya menunjukkan nilai D_i lebih kecil atau sama dengan nilai D_i minggu yang lalu, maka pertanian tidak perlu diaplikasi dan amati lagi pada minggu selanjutnya (Baehaki, 1996).

6.1.3.3 Insektisida yang dapat dipakai

Insektisida yang dianjurkan untuk pengendalian wereng yang sudah mencapai ambang ekonomi pada tanaman padi menurut Inpres No. 3, 1986 adalah senyawa pengatur pertumbuhan buprofezin, BPMC, MIPC, karbofuran. Dari penelitian terakhir sebaiknya menggunakan insektisida fipronil yang berdaya tangkal rangkap untuk mengendalikan wereng cokelat dan penggerek, sedangkan imidakropid sangat baik untuk mengendalikan wereng cokelat dan wereng hijau sebagai serangga. Insektisida-insektisida tersebut dapat dipakai untuk mengendalikan wereng cokelat karena tidak menimbulkan resistensi. Pada saat wereng cokelat masih generasi ke-1 gunakanlah Applaud, tetapi bila sudah generasi ke-2 dan selanjutnya gunakan insektisida semprotan yang lain. Pada saat ada serangan wereng cokelat tidak diperbolehkan menggunakan insektisida yang dilarang.

6.1.4 Teknologi Pengendalian Berdasarkan Ambang Ekonomi Populasi Hama dan Kerusakan Tanaman

Biasanya para petani enggan mengamati populasi musuh alami hama, yang diutamakan mereka hanya mengamati populasi hama atau kerusakan bagian tanaman yang disebabkan oleh hama, sehingga pengendalian hanya berdasarkan ambang ekonomi populasi hama atau kerusakan tanaman.

Insektisida seharusnya diberikan 20–25 hari setelah masa imigrasi, bila kepadatan populasi imigrasi tinggi. Insektisida yang diberikan akan membunuh nimfa yang dihasilkan wereng imigran sebelum nimfa itu berkembang menjadi dewasa dan meletakkan telur. Jika penggunaan insektisida terlambat, telur yang diletakkan oleh generasi ke-1 tidak akan terbunuh, sehingga menjadi sumber ledakan pada generasi berikutnya. Bila wereng imigran rendah, maka penggunaan insektisida ditujukan untuk membunuh nimfa generasi ke-2 setelah hampir seluruh telur menetas. Pada kondisi seperti itu penggunaan Ovisidal yang mempunyai efek sisa panjang, tidak berguna (Hirao, 1979).

Untuk pengendalian hama secara efektif diperlukan adanya pengamatan dan peramalan perkembangan populasi wereng cokelat setelah wereng imigran datang di lapangan dan berkembang menurunkan generasinya. Saat pengendalian/aplikasi insektisida adalah 5 ekor wereng/rumpun pada tanaman muda dan 25 ekor/rumpun pada tanaman tua (Verma *et al.*, 1979).

Di Filipina ambang ekonomi untuk pengendalian wereng cokelat adalah 1 ekor/rumpun pada tanaman berumur sampai 20 hari setelah tanam (HST), 10 nimfa/rumpun pada tanaman 20 sampai 40 HST, dan 20 dewasa + nimfa/rumpun pada tanaman padi berumur lebih dari 40 HST (Claridge *et al.*, 1987). Reissig *et al.* (1985) melaporkan bahwa pengendalian wereng cokelat dan wereng punggung putih dilakukan pada semua stadia tanaman, apabila ditemukan 1,5 nimfa tua/batang. Di Jepang, ambang ekonomi ditentukan juga dengan meramalkan apakah populasi serangga akan mampu mencapai kepadatan toleransi (*tolerance level damage*). Wereng cokelat dikendalikan sebelum mencapai tingkat kepadatan toleransi tercapai, yaitu (a) jumlah serangga 2–5 ekor/rumpun pada generasi yang mendahuluinya; (b) jumlah serangga 5 ekor/rumpun selama generasi ke-2; (c) jumlah brakhiptera mencapai 0,25–0,33 ekor/rumpun.

Ambang ekonomi wereng cokelat terbaru berdasar kajian analisis ekonomi harus didasarkan pada 3 fase pertumbuhan tanaman padi. Aplikasi insektisida yang direkomendasikan dilakukan jika wereng cokelat >5 ekor/rumpun pada padi berumur <20 HST atau jika jumlah wereng cokelat >10 ekor/rumpun pada padi berumur 20–40 HST atau jika jumlah wereng cokelat >20 ekor/rumpun pada padi berumur > 40 HST (Baehaki, 2001).

Serangan wereng cokelat dengan wereng punggung putih dapat terjadi pada waktu yang bersamaan. Oleh karena itu, untuk kedua wereng ini telah

diformulasi ambang ekonomi ganda yang dapat dipakai saat ada campuran wereng cokelat dan wereng punggung putih yang tertera pada Gambar 6 dan 7 (Baehaki dan Baskoro, 2000).

Ambang ekonomi ganda digambarkan dalam absis sebagai populasi wereng cokelat/rumpun dan dalam ordinat digambarkan sebagai populasi wereng punggung putih/rumpun. Antara absis dan ordinat dihubungkan oleh satu garis iso-loss. Garis tersebut memuat kombinasi ambang ekonomi ganda antara wereng cokelat dan wereng punggung putih. Pengendalian wereng bila angka kombinasinya ada pada garis iso-loss atau di atas garis iso-loss, sedangkan bila angka kombinasinya ada di bawah garis iso-loss tidak perlu dikendalikan.

6.2 Pengendalian Wereng Hijau dan Wereng Zigzag

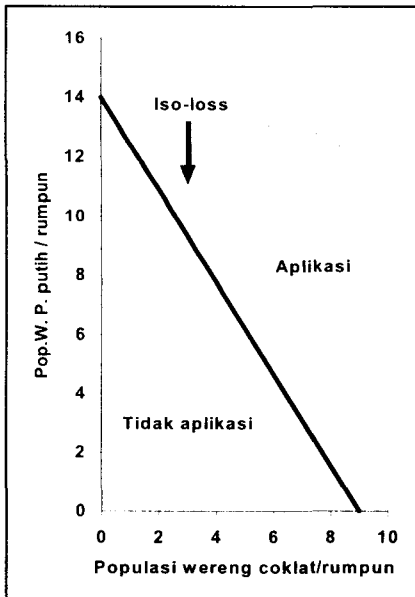
6.2.1 Budi Daya Tanaman

6.2.1.1 Tanam serempak

Tanam serempak dapat memperpendek waktu keberadaan sumber inokulum atau waktu perkembangbiakan wereng hijau. Tanam serempak mengurangi sumber tanaman sakit dan membatasi waktu berkembang biak vektor penular patogen. Untuk mengurangi serangan penyakit tungro, tanaman serempak dianjurkan minimal seluas 20 ha berdasarkan gradasi penyebaran penyakit (*disease gradient*) dari satu sumber inokulum (Widiarta dkk., 1997).

6.2.1.2 Waktu tanam tepat

Tanam pada saat yang tepat dimaksudkan untuk membuat pada saat fase tanaman peka, tanaman terhindar dari serangan. Waktu tanam tepat digunakan untuk mengendalikan penyakit tungro (Sama *et al.*, 1982; Sama *et al.*, 1991). Tanaman padi diketahui peka terhadap infeksi virus tungro saat tanaman berumur kurang dari satu bulan setelah tanam. Dengan mengamati pola fluktuasi populasi wereng hijau dan intensitas serangan tungro sepanjang tahun, akan diketahui saat-saat ancaman paling serius oleh penyakit tungro. Waktu tanam diatur sehingga pada saat ancaman tungro serius, tanaman sudah berumur lebih dari 1 bulan setelah tanam. Waktu tanam tepat hanya efektif mengendalikan penyakit tungro di daerah dengan pola tanam serempak. Waktu tanam serempak berhasil mengendalikan luas serangan tungro di Sulawesi Selatan, namun sulit untuk diterapkan pada daerah yang tanam padinya tidak serempak seperti di Bali. Waktu tanam yang tepat dapat menghindarkan tanaman dari serangan wereng maupun infeksi virus tungro (Sama *et al.*, 1982; Yulianto dan Hasanuddin, 1997). Di Maros, penanaman padi pada awal musim hujan (Desember–Januari) atau



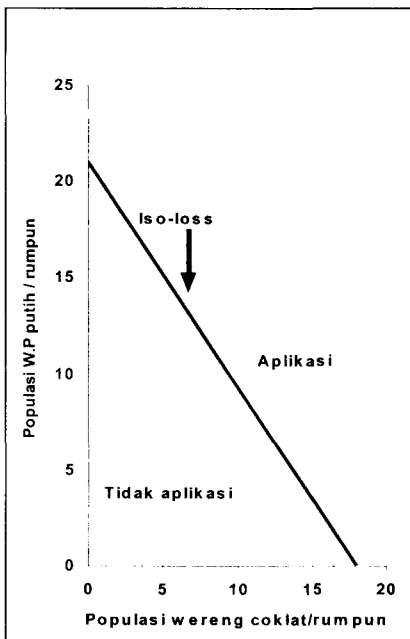
Gambar 6. AEG (iso-loss) = 9-0-14 untuk wereng coklat dan wereng punggung putih pada fase vegetatif.

Keterangan Gambar 6.

AE wereng coklat pada saat wereng punggung putih nol adalah 9 ekor wereng coklat/rumpun. AE wereng punggung putih pada saat wereng coklat nol adalah 14 ekor wereng punggung putih/rumpun. Titik-titik AEG terletak pada garis iso-loss.

Contoh pengambilan keputusan

- Bila hasil pengamatan didapat wereng coklat 6 ekor/rumpun dan wereng punggung putih 8 ekor/rumpun, koordinat dua angka ini ada di atas garis iso-loss, sehingga keputusannya harus diaplikasi.
- Bila hasil pengamatan didapat wereng coklat 6 ekor/rumpun dan wereng punggung putih 3 ekor/rumpun, koordinat dua angka ini ada di bawah garis iso-loss, sehingga keputusannya tidak perlu diaplikasi.
- dan seterusnya tergantung hasil pengamatan.



Gambar 7. AEG (iso-loss) = 18-0-21 untuk wereng coklat dan wereng punggung putih pada fase generatif.

Keterangan Gambar 7.

AE wereng coklat pada saat wereng punggung putih nol adalah 18 ekor wereng coklat/ rumpun. AE wereng punggung putih pada saat wereng coklat nol adalah 21 ekor wereng punggung putih/rumpun. Titik-titik AEG terletak pada garis iso-loss.

Contoh Pengambilan Keputusan

- Bila hasil pengamatan didapat wereng coklat 10 ekor/rumpun dan wereng punggung putih 15 ekor/rumpun, koordinat dua angka ini ada di atas garis iso-loss, sehingga keputusannya harus diaplikasi.
- Bila hasil pengamatan didapat wereng coklat 10 ekor/rumpun dan wereng punggung putih 5 ekor/rumpun, koordinat dua angka ini ada di bawah garis iso-loss, sehingga keputusannya tidak perlu diaplikasi.
- dan seterusnya tergantung hasil pengamatan pada 20 rumpun.

musim kemarau (Juni–Juli) dapat terhindar dari serangan wereng dan tungro yang serius (Sama *et al.*, 1982).

6.2.1.3 Sanitasi

Gulma, singgang, ceceran gabah saat panen yang tumbuh (voluntir) dapat menjadi inang serangga maupun patogen pada saat tanaman padi tidak ada di pertanaman. Wereng cokelat hanya dapat berkembang dengan baik pada tanaman padi, singgang, dan voluntir. Wereng hijau spesies *N. virescens* yang paling efisien sebagai vektor tungro, hanya dapat melengkapi siklus hidupnya dengan baik pada tanaman padi. Sedangkan wereng hijau spesies lainnya seperti *N. nigropictus* dan *N. malayanus* lebih baik perkembangannya pada gulma. Virus tungro di samping dapat menginfeksi padi, juga bisa ditularkan oleh wereng hijau pada gulma (Yulianto dan Hasanuddin, 1997). Keberadaan ketiga wereng hijau dan gulma menyebabkan penyakit tungro endemis di lokasi-lokasi tertentu. Pada saat tidak ada tanaman padi, singgang atau voluntir, virus tungro bertahan pada gulma. Wereng *N. nigropictus* dan *N. malayanus* menularkan virus pada gulma dan pada saat mulai ada tanaman padi menularkannya ke tanaman padi. Virus pada tanaman padi disebarkan kembali oleh *N. virescens* sehingga penyakit tungro dapat bertahan terus. Menghilangkan gulma, singgang, dan voluntir akan mengurangi sumber inokulum pada awal pertumbuhan tanaman. Disarankan agar petani membuat pesemaian setelah lahan dibersihkan atau tanam padi dengan cara tabur benih langsung (tabela). Pada cara tanam padi dengan tabela, lahan dibersihkan dan diratakan terlebih dahulu sebelum benih ditabur. Dengan demikian, inokulum tungro khususnya telah berkurang pada awal pertumbuhan tanaman. Tabela akan lebih efektif mengurangi serangan tungro bila dilakukan serempak minimal 20 ha. Tabela yang dilakukan tidak serentak sehamparan akan menjadikan tanaman padi yang ditanam paling lambat mendapat akumulasi vektor maupun inokulum tungro. Di beberapa daerah di Sulawesi Selatan petani telah mempraktekkan tabela, namun karena waktu tabur yang tidak bersamaan menyebabkan serangan tungro tetap meluas.

6.2.1.4 Tanamajar legowo

Tanamajar legowo menyebabkan kondisi iklim mikro di bawah kanopi tanaman kurang mendukung perkembangan patogen. Pada tanaman padi dengan sebaran ruang legowo, wereng hijau kurang aktif berpindah antarrumpun, sehingga penyebaran tungro terbatas (Widiarta *et al.*, 2003). Tikus lebih senang memakan tanaman yang berada di tengah petakan, pada padi yang ditanamajar legowo, tikus kurang betah untuk memakan tanaman. Begitu juga serangan penyakit hawar daun bakteri berkurang.

6.2.1.5 Pengairan

Pengeringan sawah dapat meningkatkan kematian nimfa wereng cokelat. Akan tetapi bila tanaman padi terserang penyakit tungro, pengeringan sawah akan mendorong wereng hijau untuk berpindah tempat (Widiarta *et al.*, 1999). Pengeringan sawah yang terkena tungro akan mempercepat penyebaran penyakit.

6.2.2 Pergiliran Varietas Resisten

Penggunaan varietas resisten merupakan salah satu cara yang efektif dan murah dalam menanggulangi penyakit tanaman dan serangga penularnya. Konsep ini dapat digunakan pada penyakit virus yang dibagi menjadi 4 kategori keresistennya, yaitu: (a) tanaman tidak terinfeksi dalam keadaan bagaimanapun, (b) tahan, faktor dalam dan faktor luar tanaman mengalami perubahan dan derajat infeksi, (c) hipersensitif, virus tidak berkembang pada bagian yang tidak terinfeksi sebab tanaman mengadakan reaksi dengan mati lokal, dan (d) toleran, virus berkembang baik menyebar dalam tanaman, namun segala yang ditimbulkannya dapat diabaikan (Baehaki dan Imam, 1991).

Paling ideal tentu saja padi imun. Tanaman tahan dan hipersensitif cukup baik, sedangkan tanaman toleran sedikit kurang terjamin, sebab tanaman dapat hancur dan memungkinkan terjadinya mutan.

Varietas tahan penyakit tungro diklasifikasikan tahan terhadap wereng hijau sebagai penular patogen tersebut di atas dan tahan terhadap patogen penyebab penyakit tungro. Varietas tahan wereng hijau dikelompokkan berdasarkan sumber gen-tetua tahannya menjadi T1, T2, T3, dan T4 (Sama *et al.*, 1982; Sama dkk., 1991) (Tabel 12).

Tabel 12. Varietas Tahan Wereng Hijau untuk Mengendalikan Penyakit Tungro

Golongan	Varietas	Gen tahan
To	IR5, Pelita, Atomita, Cisadane, Cikapundung, dan Lusi	-
T1	IR20, IR30, IR26, IR46, Citarum, dan Serayu	Glh 1
T2	IR32, IR38, IR36, IR47, Semeru, Asahan, Ciliwung, Krueng Aceh, dan Bengawan Solo	Glh 6
T3	IR50, IR48, IR54, IR52, dan IR64	Glh 5
T4	IR66, IR70, IR72, IR68, Barumun, dan Klara.	glh 4

Daerah dengan pertanaman padi 2 kali setahun dengan menggunakan varietas asal tetuanya sama dapat menderita serangan tungro. Sebaliknya dengan pergantian/ pergiliran varietas yang tetuanya berbeda, terjadinya adaptasi wereng hijau akan diperlambat sehingga pertanaman dapat bebas dari penurunan penyakit tungro. Pola pergiliran varietas pada daerah tungro dilakukan dengan rotasi tetua (T). T0 adalah tetua yang tidak mempunyai gen ketahanan terhadap tungro, T1 adalah tetua dengan gen ketahanan G1h1, T2 adalah tetua dengan gen ketahanan G1h6, dan T3 tetua dengan gen ketahanan G1h5 (Oka dan Bahagiawati, 1983). Pada daerah yang sudah menanam T1, pada musim berikutnya dianjurkan menanam T2, T0 atau T3. Pada daerah yang sudah menanam T2, pada musim berikutnya dianjurkan menanam T0, atau T1. Pada daerah yang sudah menanam T3 pada musim berikutnya dianjurkan menanam T2. Pada daerah yang sudah menanam T0, pada musim berikutnya dianjurkan menanam T3.

Anjuran penggunaan varietas tahan wereng hijau sebagai berikut, di Jawa Barat dapat ditanam varietas tahan golongan T1, T2, dan T4, di Jawa Tengah semua golongan varietas tahan, di Yogyakarta varietas tahan dari golongan T2 dan T4. Di Jawa Timur dan Bali hanya dianjurkan varietas tahan golongan T4. Di NTB dianjurkan untuk menanam varietas tahan virus.

6.2.3 Manipulasi Musuh Alami

Musuh-musuh alami yang telah dilaporkan dapat mengendalikan hama terdiri dari parasit, predator, dan patogen. Parasit yang menyerang telur ialah, *Paracentrobia andoi*, *Anagrus optabilis*, *Oligosita naias*, *Gonatocerus cincticipitis*, dan *Gonatocerus* spp. Parasit yang menyerang nimfa dan dewasa adalah *Pipinculus mutillatus*, *Tomosvaryella oryzaetora*, *Haplogonatopus javonicus*, *Haplogonatopus* spp., dan *Echtrodelpax fairchildii* (Reissig *et al.*, 1985).

Predator telur antara lain adalah *Cyrtorhinus lividipennis*, sedangkan predator nimfa dan dewasa termasuk *Microvelia douglasi*, *Crocothemis servilia*, dan *Agrionemis femina*. Jenis laba-laba yang banyak ditemukan di pesawahan ialah *Lycosa pseudoannulata* (wolf spider), *Tetragnatha maxillosa* (fuor jawed spider) *Clubiona javonica* (sack spider), *Araneus inustus* (orb spider), *Calitrichia formosana*, *Oxyopes javanus*, dan *Argiope catenulata*.

Jenis predator yang andal untuk mengendalikan wereng adalah dari jenis laba-laba (*Lycosa*), kepik (*Cyrtorhinus*, *Microvelia*). Laba-laba sulit dibiakkan massal karena sifatnya yang kanibal. Predator dari jenis kepik dapat diperbanyak dengan cara yang lebih mudah dibandingkan dengan jenis laba-laba, sehingga dapat dilepas dengan teknik inundasi. Walaupun demikian, banyak yang menyarankan untuk melakukan konservasi, bila ingin meningkatkan peran predator. Konservasi dapat dilakukan dengan melakukan rotasi padi dengan

palawija, menaruh mulsa jerami pada pematang atau membersihkan pematang setelah tanaman umur 1 bulan, atau melakukan penyiangan secara selektif terhadap gulma yang berfungsi sebagai inang alternatif saja.

Di lain pihak patogen serangga (*entomopathogen*) dapat diaktifkan untuk mengendalikan serangga wereng hijau. Patogen serangga ada 3 jenis yaitu jamur, bakteri, dan virus. Patogen dari jenis jamur yang telah dikembangkan untuk mengendalikan wereng cokelat, wereng hijau serta lembing batu adalah *Metarrhizium* dan *Beauveria*. Jamur entomopatogen menekan penyakit tungro dengan tiga macam aksi yaitu, menekan kemampuan pemencaran wereng, secara langsung dapat mematikan, dan secara tidak langsung dengan pengurangan keperidian betina.

6.2.4 Penggunaan Insektisida

Penggunaan insektisida untuk mengendalikan serangga penular harus dilakukan lebih awal. Di pesemaian dapat diberi karbofuran formulasi 3G sebanyak 5 g/m². Sebelum tanam, bibit padi direndam pada insektisida karbofuran formulasi 3G sebanyak 3 kg/ha. Di pertanaman diberi karbofuran formulasi 3G sebanyak 15–20 kg/ha pada umur 15, 45, dan 75 hari setelah tanam (Baehaki dkk., 1987). Reissig dkk. (1985) melaporkan bahwa pengendalian wereng hijau dapat dilakukan pada semua stadia tanaman, apabila ditemukan 2 ekor/ayunan jaring, atau 5 ekor/rumpun. Pengendalian wereng zigzag dilakukan pada semua stadia tanaman, apabila ditemukan 2 ekor wereng/batang.

Penyemprotan pestisida nabati dapat menekan populasi wereng hijau yang cukup berarti untuk mengurangi kecepatan penyebaran virus. Pestisida yang dapat digunakan untuk mengendalikan wereng hijau ada yang dari jenis nabati. Bahan kimia dari cairan tanaman tersebut yang diekstrak dari sejumlah tanaman, seperti tembakau, akar tuba, nimba, dan sambilata sudah dikenal sejak lama sebagai pengendali serangga.

DAFTAR PUSTAKA

- Baehaki-S.E. 2008. “Perubahan Wereng Cokelat Mencapai Biotipe 4 di Beberapa Daerah Sentra Produksi Padi”. Simposium PEI Cabang Bogor. 18–20 Maret 2008. 10 p.
- Baehaki-S.E. dan D. Munawar. 2008. “Identifikasi Biotipe Wereng Cokelat di Jawa, Sumatera dan Sulawesi dan Reaksi Ketahanan Kultivar Padi”. Prosiding Apresiasi Hasil Penelitian. 15 p.

- Baehaki-S.E. dan D. Munawar. 2007. "Identifikasi Biotipe Wereng Cokelat di Daerah Endemis". Laporan Hasil Penelitian. 21 p.
- Baehaki-S.E. dan A. Kartohardjono. 2005. "Penilaian Penurunan Hasil berdasar Skor Kerusakan Akibat Wereng Cokelat dan Wereng Punggung Putih". *Prosiding Seminar Nasional dan Kongres Biologi XIII*. Yogyakarta. p. 351–357.
- Baehaki-S.E. 2002. "Perbaikan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) berdasar Pemahaman Biodiversitas Arthropoda pada Berbagai Pola Pertanaman Padi". Seminar Proyek/Bagian Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Partisipatif (The Participatory Development of Agricultural Technology Project/PAATP) Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Baehaki-S.E. dkk. 2001. "Identifikasi Biotipe Wereng Cokelat dan Kerusakan Padi pada Tanaman Tumpangsari di Lahan Padi Gogo". *Implementasi Kebijakan Strategis untuk Peningkatan Produksi Padi Berwawasan Agribisnis dan Lingkungan*. Puslitbangtan-Balitpa. p. 149–154.
- Baehaki-S.E. 2001. "Kasus Penelitian dan Kajian Pengendalian Hama Terpadu". Disampaikan pada Pelatihan PHT mendukung Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT). Bogor, 27 Agustus–7 September 2001.
- Baehaki-S.E. dan Baskoro. 2000. "Penetapan Ambang Ekonomi Hama Ganda pada Varietas Padi Berbeda Umur Masak di Pertanaman". Disampaikan pada Seminar Hasil Kegiatan Manajemen/Operasional melalui dana ARMP II Badan Litbang Pertanian T.A. 2000. Jakarta, 18 Desember 2000. 27 hlm.
- Baehaki-S.E. dkk. 1999. "Efektivitas Penerapan Keputusan Pengendalian Wereng Cokelat Menggunakan Ambang Kendali berdasar Musuh Alami pada IP padi 300". Seminar Hasil Penelitian Superimpose. 34 p.
- Baehaki-S.E. 1996. "Formula Pengendalian Wereng Cokelat Menggunakan Ambang Ekonomi berdasar Musuh Alami. Suatu Sintesis Data Mendasari Rasionalisasi Pengendalian Hama Secara Kuantitatif pada Tanaman Padi". Sukamandi: Balittan. 5 hlm.
- Baehaki-S.E. dkk. 1996. "Pengendalian Hama berdasar Ambang Ekonomi dengan Memperhitungkan Musuh Alami serta Analisis Usaha Tani dalam PHT". Temu Teknologi dan Persiapan Pemasayarakatan PHT. Bandung. 81 hlm.
- Baehaki-S.E. 1992. "Teknik Pengendalian Wereng Cokelat Terpadu". *Prosiding Simposium Penerapan PHT*. Sukamandi. Hlm. 39–49.
- Baehaki-S.E. dkk. 1992. "Penentuan Biotipe Wereng Cokelat di Daerah Sentra Produksi Padi". *Media Penelitian Sukamandi*, 9:26–30.

- Baehaki-S.E. dan M. Imam. 1991. "Status Hama Wereng pada Tanaman Padi dan Cara Pengendaliannya". *Padi Buku 3*. Bogor: Puslitbangtan, Hlm. 681–712.
- Baehaki-S.E. dan A.M. Fagi. 1989. "Usaha Pergiliran Varietas dalam Rangka Pengendalian Terpadu Khusus Wereng Cokelat". Seminar Balittan Sukamandi. 18 p.
- Baehaki-S.E. 1987. "Dinamika populasi wereng cokelat, *Nilaparvata lugens* Stal". Dalam *Wereng Cokelat*. Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor. Edisi Khusus No. 1. 16–30.76 hal.
- Baehaki-S.E. dkk. 1987. "Pengendalian Tungro Menggunakan Kurungan Kasa Nilon di Pesemaian Padi, Dominasi Wereng Hijau Penular Virus Tungro dan Pengendaliannya pada Tanaman Padi". Temu Teknologi dan Persiapan Masyarakat PHT. Subang. 20 p.
- Baehaki-S.E. 1986. "Atribut Populasi Wereng Zigzag *Recilia dorsalis* (Homoptera, Cicadellidae)". *Penelitian Pertanian*, 5(1).
- Baehaki-S.E. 1985. "Studi Perkembangan Populasi Wereng Cokelat (*Nilaparvata lugens* Stal) Asal Imigran dan Pemencarannya di Pertanian". *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor.
- Baehaki-S.E. 1984a. "Pengaruh Kopulasi Acak terhadap Keturunan Wereng Cokelat (*Nilaparvata lugens* Stal)". Seminar Balittan, Sukamandi. 10 p.
- Baehaki-S.E. 1984b. "Laju Pertumbuhan Intrinsik Wereng Cokelat di Laboratorium". *Penelitian Pertanian*, 4(1):8–10.
- Baehaki-S.E. 1984c. "Biologi dan Atribut Populasi Wereng Punggung Putih (*Sogatella furcifera* Horvath). *Penelitian Pertanian*, Vol. 4(3).
- Claridge, M.F. et al. 1987. "Anagrus Egg Parasitoid of Rice-Feeding Planthoppers". *Proc. 6th Auchen. Meeting*. Turin, Italy, 7–11 Sept. 1987: 617–621.
- Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. 1982. "Laporan Bidang Pengamatan dan Peramalan Tahun 1981".
- Fachrudin. 1980. "Bionomi *Nephotettix virescens* (Distant) (Homoptera: Cicadelloidea: Euscelidae)". *Disertasi*. Sekolah Pasca Sarjana. IPB.
- Gyawali, B.K. 1983. "Whitebacked Planthopper Outbreak in Kathmandu Valley, Nepal". *Inter. Rice. Res. New.*, 8 (1): 10.
- Hirao, J. 1979. "Forecasting Brown Planthopper Outbreak in Japan". In *Brown Planthopper: Threat to Rice Production in Asia*. p. 101–112.
- Hokyo, N. et al. 1975. "Some Aspects of Population Dynamics of Rice Leafhopper in Korea". *Korean J. Plant Prot.*, 15 (3): 111–126.

- Hoppe, A.H. 1973. "The Brown Planthopper". *Rat Fighter*, 7:38–39.
- Hsieh, C.Y. 1972. "Migration and Movement of Brown Planthopper *Nilaparvata lugens* Stal". Unpublished Report.
- IRRI. 1979. "Annual Report for 1978". Los Banos. Philippines.
- Johno, S. 1963. "Analysis of the Density Effect as a Determining Factor of the Wing form in the Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens*". *Japan J. Appl. Entomol. Zool.*, 7: 45–48.
- Kalode, M.B. 1976. "Brown Planthopper in Rice and Its Control". *Indian Farming*, 27(5): 3–5.
- Kenmore, P.E. 1979. "Limits of Brown Planthopper Problem. Implication for integrated Pest Management". IRRI Saturday Seminar. 33 p.
- Kisimoto. 1977. "Bionomic Forecasting of Outbreaks and Injury Caused by the Rice Brown Planthopper". The Rice Brown Planthopper. ASPAC. p. 27–40.
- Kuno, E. 1973. "Population Ecology of Rice Leafhopper in Japan". *Rev. Plant Protec. Res.*, 6:1–16.
- Kuno, E. and N. Hokyo. 1970. "Comparative Analysis of the Population Dynamics of Rice Leafhopper, *Nephotetix cincticeps* Uhler and *Nilaparvata lugens* Stal, with Special Reference to Natural Regulation on Their Numbers". *Res. Popul. Ecol.*, 12:154–84.
- Kuno, E. 1968. "Studies on the Population Dynamics of the Leafhopper in Paddy Field". *Bull. Kyushu Agric. Exp. Sta.*, 114: 131–246.
- Lee, J.O and J.S. Park. 1977. "Biology and Control of Brown Planthopper (*Nilaparvata lugens*) in Korea". The Brown Planthopper. ASPAC. p. 199–213.
- Lin, K.S. 1972. "Studies on the Micro Climate Factors in Relation for the Occurrence of the Rice Planthopper". *Plant Prot. Bull.* 12(4): 1984–1989.
- MacQuillan, M.J. 1975. "Seasonal and Diurnal Flight Activity of *Nilaparvata lugens* Stal (Homoptera: Delphacidae) on Guadalcanal". *Appl. Entomol. Zool.*, 10 (3): 185–188.
- Mochida, O. 1979. "Brown Planthopper Reduce Rice Production". *Indonesia Agric. Res. and Dev. Journal*. 1 (1 & 2): 2–7.
- Mochida, O. 1977. "Taxonomy and Biology of *Nilaparvata lugens* (Hom., Delphacidae)". In *Brown Planthopper Symposium*. International Rice Research Institute. Philippines. 76 p.
- Oka, I.N. dan A.H. Bahagiawati. 1983. "Wereng Cokelat dan Pengendaliannya dalam Perspektif". Masalah dan Hasil Penelitian Padi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.

- Oka, I.N. dan A.H. Bahagiawati.1980. "Perkembangan Biotipe Baru Wereng Cokelat *Nilaparvata lugens* di Sumatera Utara". Seri Makalah Pertanian No. 1.
- Otake, A. and N. Hokyo. 1976. "Rice Plant and Leafhopper Insidence in Malaysia and Indonesia". Report of the Research Tour January to March 1976. Shiryo No. 33. Trop. Agric. Res Cent. Tokyo. 64 p.
- Pathak, M.D. 1968a. "Ecology of Common Insect of Rice". *Ann. Rev. Entomol.*, 13: 257–293.
- Pathak, M.D. 1968b. "Insect Pests". IRRI. Los Banos, Philippines. 77 p.
- Pathak, M.D and G.S. Dhaliwal.1961. "Trends and Strategies for Rice Insect Problem in Tropical Asia". Res. Pap. Ser., 64: 15.
- Reissig, W.H. *et al.* 1985. "Illustrated Guide to Integrated Pest Management in Rice in Tropical Asia". IRRI, Philippines. 411 p.
- Sama, S. *et al.* 1991. "Integrated Rice Tungro Disease Management in South Sulawesi, Indonesia". *Crop Protection*, 10: 34–40.
- Sama, S. *et al.* 1982. "Pengaruh Pergiliran Varietas terhadap Pengendalian Wereng Hijau *Nephotettix virescens* sebagai Penular Penyakit Tungro pada Tanaman Padi". Seminar Puslitbang Tanaman Pangan. 20 p.
- Saxena, R.C. *et al.* 1981. "Wing Morphism in the Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens*". *Insect Sci. Applications.*, 1(4): 343–348.
- Soehardjan, M. 1973. "Observation Leaf and Planthopper on Rice in Java". *Contr. CRIA*, Bogor. 3: 1–10.
- Verma, S.K. *et al.* 1979. "Occurance of Brown Planthopper and Whiteback Planthopper in Uthar Pradesh India". *Inter. Rice. Res. News.*, 4(2):8
- Widiarta, I. N. dkk. 2003. "Pemencaran Wereng Hijau dan Keberadaan Tungro pada Pertanaman Padi dengan Beberapa Cara Tanam". *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 22: 129–133.
- Widiarta, I.N. *et al.* 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.
- Widiarta, I.N. dkk. 1997. "Status Penyebaran Penyakit Tungro pada Padi di Jawa Barat". *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia.*, 3: 23–31.
- Yoshimeki, M. 1966. "Economical and Physiological Studies on the Dynamic of Migratory Population of Rice Planthopper and Leafhopper". *Bull. Agric. Exp. St.*, 12 (1&2): 1–78.
- Yulianto dan A. Hasanuddin. 1997. "Identifikasi Gulma sebagai Inang Alternatif Virus Tungro". *Prosiding Kongres Nasional XIV dan Seminar Ilmiah PFI*. Palembang, 27–29 Oktober 1997.