

Pemurnian Wereng Coklat Biotipe Laboratorium

Ifa Manzila, Habib Rijzaani, dan Bahagiawati

Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian

ABSTRAK

Hasil penelitian biotipe wereng coklat (WBC) tahun 1999/2000 mengindikasikan bahwa biotipe WBC laboratorium Balitbio tidak murni. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan biotipe yang murni sekaligus metode pemurnian yang sesuai. Pemurnian dilakukan dengan menyeleksi WBC biotipe-1 (yang sudah dianggap tidak murni) dengan uji *honeydew* pada varietas Mudgo dan ASD7. WBC yang menunjukkan kecocokan pada satu varietas padi, sebagai mana dilihat dari banyaknya *honeydew* yang dikeluarkan, dipisahkan dan dipelihara pada inang yang disukai. Setelah 3-4 generasi, keturunan biotipe tersebut dikonfirmasi karakter biotipenya dengan uji diferensial dan *honeydew* pada beberapa varietas padi pembeda. Dengan teknik ini, telah diperoleh populasi biotipe-1 yang relatif murni. Namun demikian, teknik ini belum menghasilkan populasi biotipe-2 dan 3 yang murni. Dari sini terlihat bahwa teknik ini masih perlu disempurnakan untuk menghasilkan biotipe WBC yang murni.

Kata kunci: Wereng coklat, pemurnian biotipe, uji diferensial, uji *honeydew*

ABSTRACT

The study of brown planthopper (BPH) biotypes in 1999/2000 indicated that the laboratory BPH biotypes in Balitbio need to be purified. For that reason, this experiment was conducted to purify the BPH biotypes and at the same time to obtain a proper biotype purification technique. The technique was to select reputed biotype-1 BPH individuals using honeydew tests on Mudgo and ASD7. The individuals that showed preferential feeding on a particular rice plant, as judged by the amount of honeydew secreted, were separated and reared on their preferred host. After being reared on their preferred hosts for 3-4 generations, the biotype characteristics of the resulting populations were confirmed using differential and honeydew tests on several differential rice varieties. A purified biotype-1 population was obtained from this experiment. However, the technique used was not able to generate pure BPH biotype-2 and biotype-3 populations. It seems that for generating pure BPH biotypes, the technique needs to be modified.

Key words: Brown planthopper, biotype purification, differential test, honeydew test

PENDAHULUAN

Wereng batang coklat (WBC) atau *Nilaparvata lugens* (Stål) (Homoptera: Delphacidae), merupakan salah satu hama utama padi. Selain merusak tanaman padi dengan cara menghisap cairan pembuluh tapis, hama ini juga bertindak sebagai vektor virus penyebab penyakit kerdil rumput dan kerdil hampa (Bahagiawati *et al.*, 1983).

Serangan WBC mulai dikenal sejak tahun 1960-an dan berpotensi menurunkan produksi padi. Pada tahun berikutnya terjadi epidemi serangan di daerah Sumatera Utara, sebagian besar Jawa, dan Bali, serta berlanjut ke hampir seluruh wilayah Indonesia kecuali Irian Jaya dan Maluku (Mochida, 1978; 1979). Pada musim tanam 1976/77 lebih dari 450.000 ha sawah terserang WBC dengan intensitas serangan di atas 60% (Oka, 1983). Sejalan dengan diterapkannya pengendalian hama terpadu (PHT) sejak 1986, intensitas dan luas serangan WBC mulai menurun (Bahagiawati dan Oka, 1987). Namun serangan WBC pada skala yang lebih kecil telah dilaporkan pula terjadi pada dekade terakhir di jalur pantai utara Jawa Barat dan Jawa Tengah (Baehaki *et al.*, 1992).

Komponen utama yang digunakan dalam PHT adalah introduksi dan penanaman berbagai varietas unggul tahan wereng (VUTW). PB26, IR28, IR30, dan IR34 yang termasuk VUTW I, mulai ditanam pada tahun 1975 untuk mengatasi wabah wereng biotipe lapang (biotipe-1) dengan hasil yang cukup memuaskan. Namun setelah 4-5 musim tanam, varietas tersebut mulai patah ketahanannya menghadapi ledakan serangan WBC di Sumatera Utara, Banyuwangi, dan Badung-Bali yang ternyata telah beradaptasi menjadi biotipe-2 (Oka dan Bahagiawati, 1984). VUTW II, seperti IR32, PB36, IR38, dan PB42, kemudian dilepas untuk mengatasi serangan ini. Hingga kini, di samping kedua kelompok VUTW tersebut telah dilepas berbagai varietas unggul baru di daerah-daerah intensifikasi, di antaranya yang populer adalah Cisadane dan IR64.

Kemampuan adaptasi WBC tersebut merupakan ancaman bagi stabilitas produksi padi dan ketahanan suatu varietas di lapang. Karena telah tersedia berbagai varietas yang mempunyai ketahanan terhadap biotipe yang berbeda dari WBC maka pergiliran varietas dapat digunakan untuk memperlambat proses adaptasi ini. Di samping itu, diperlukan pendeteksi dini dominansi biotipe di suatu daerah sehingga dapat diketahui varietas apa yang cocok ditanam di daerah tersebut untuk menekan populasi WBC yang sedang dominan (Oka, 1980).

Di laboratorium Balitbio, Bogor ada beberapa biotipe wereng coklat yang dipelihara secara terus menerus. Wereng coklat ini diperlukan untuk penelitian, baik skrining varietas tahan WBC maupun penelitian mendasar lain seperti pencarian markah untuk deteksi biotipe dan markah untuk deteksi varietas tahan WBC. Hasil penelitian tahun 1998/99 menunjukkan bahwa beberapa biotipe WBC yang dipelihara di laboratorium telah tercampur atau dengan perkataan lain sudah tidak murni lagi. Pemurnian kembali WBC ini sangat diperlukan untuk keberhasilan penelitian yang berkenaan dengan WBC lainnya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan metode pemurnian biotipe wereng coklat dan populasi/biotipe wereng coklat yang murni.

BAHAN DAN METODE

Berbagai biotipe WBC telah diperbanyak di Laboratorium Kelompok Peneliti RPI, Balitbio. Namun biotipe tersebut perlu dimurnikan kembali karena diduga telah terkontaminasi sesamanya. Pemurnian dilakukan dengan memilih dan memperbanyak individu yang subur dan cepat menjadi dewasa pada inang padi yang memiliki gen tahan tunggal tertentu. Pemilihan individu-individu ini didasarkan pada luas ekskreta WBC pada uji *honeydew* (Paguia *et al.*, 1980).

Biotipe-1 sebanyak 50 ekor betina *virgin* dan jantan *virgin* dikurung satu per satu pada varietas padi Mudgo dan dibiarkan makan selama 24 jam. Ekskreta wereng ditampung pada kertas saring (Whatman No. 1) yang telah diberi perlakuan *bromocresol green* (2 mg *bromocresol green*/ml ethanol). Luas ekskreta ini dihipotesiskan berkorelasi dengan jumlah wereng coklat makan pada varietas di mana ia dikurung (Paguia *et al.*, 1980). Wereng coklat yang makan banyak (luas ekskreta besar) pada Mudgo berpotensi sebagai biotipe-2 (bio-2?) dan yang makan sedikit atau tidak makan adalah bio-1(?) atau bio-3(?). Bio-2(?) dipelihara pada IR26, sedangkan bio1(?) dan bio3(?) dipelihara di TN1. Setelah serangga dewasa, dilakukan uji *honeydew* kembali tetapi kali ini pada varietas ASD7. Bio-2(?) kembali dikonfirmasi di ASD7; WBC bio-2(?) yang makan sedikit di ASD7 berpotensi sebagai bio-2. Campuran bio-1(?) dan bio-3(?) (WBC yang makan sedikit pada Mudgo) dipisahkan dengan uji *honeydew* kembali pada ASD7 dan yang banyak makan pada ASD7 berpotensi sebagai bio-3 dan yang makan sedikit adalah biotipe-1. Wereng ini kemudian diperbanyak selama 3-4 generasi. Biotipe-1 di TN1, biotipe-2 di IR26, dan biotipe-3 di ASD7. Setelah generasi keempat di mana populasi WBC telah cukup untuk uji diferensial maka uji ini dilakukan untuk konfirmasi biotipe. Setelah itu, dilakukan uji *honeydew* kembali pada satu set varietas diferensial. Secara singkat metode pemurnian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Uji Diferensial

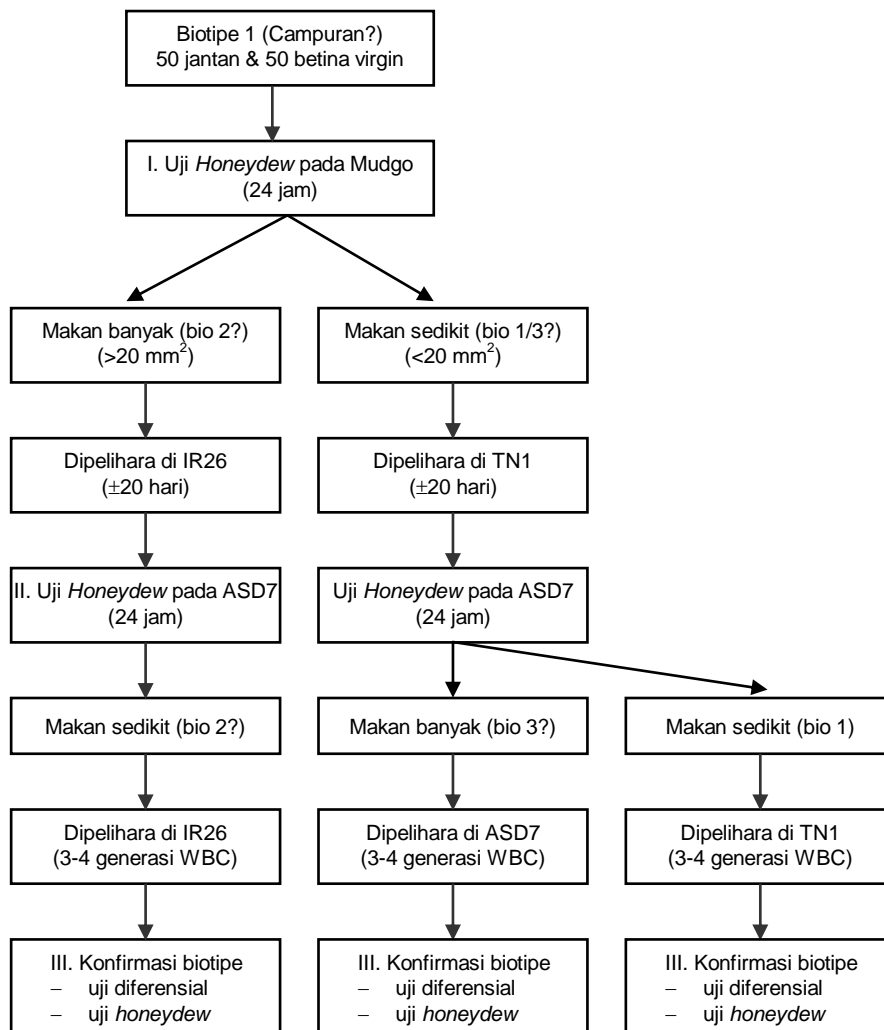
Penelitian dilaksanakan dengan rancangan acak penuh (*completely rando-mized design*) dengan 4 ulangan. Setiap varietas pembeda (diferensial) ditanam pada satu alur yang berada dalam bak plastik ukuran 35 cm x 25 cm, varietas tersebut ditanam secara berbaris, tiap baris terdiri dari 15-20 kecambah. Untuk menjaga kesuburan tanaman, sebelum tanam tanah dipupuk dengan pupuk NPK. Varietas pembeda yang digunakan adalah TN1 (tanpa gen bph), Mudgo (Bph1), ASD7 (bph2), Rathu Heenati (Bph3), dan PTB33 (Bph1 dan bph2). Setiap bak plastik diletakkan dalam sebuah kurungan terbuat dari plastik transparan yang kedap serangga dan berventilasi baik.

Setelah berumur 7-10 hari, tanaman diinfestasikan dengan nimfa wereng coklat instar 2-3 sebanyak 3-4 ekor per tanaman. Penilaian derajat kerusakan mulai dilakukan setelah tanaman pembanding peka (TN1) mati.

Penilaian ini berdasarkan standar IRRI (1980) seperti disajikan pada Tabel 1. Setelah itu, perkembangan gejala diamati setiap hari selama 4 kali pengamatan.

Uji *Honeydew*

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan tanaman yang diuji terhadap suatu populasi/biotipe wereng coklat berdasarkan luas ekskreta (*honeydew*) yang dikeluarkan oleh wereng coklat yang makan pada varietas uji selama 24 jam. Varietas diferensial yang digunakan adalah TN1 (tidak mempunyai gen tahan), Mudgo (Bph1), ASD7 (bph2), Rathu Heenathi (Bph3), dan Babawee (bph4). Benih dari tiap varietas ditanam dan diuji *honeydew* setelah tanaman berumur 30 hari.



Gambar 1. Bagan teknik pemurnian wereng coklat

Pengujian dilakukan dengan menginfestasikan seekor wereng coklat umur 2-3 hari dan masih virgin ke dalam kurungan plastik (tabung makan) yang menyungkup bagian batang sebelah bawah dari tanaman yang diuji. Di bagian bawah tabung makan ini telah diset kertas saring (Whatman No. 1) yang telah diperlakukan dengan *bromocresol green* 2 mg/ml ethanol. Kertas saring yang telah diperlakukan dengan *bromocresol* berwarna jingga. Ekskreta yang dikeluarkan oleh wereng coklat berupa *honeydew* tertampung pada kertas saring dan membentuk bercak berwarna biru/ungu. Bercak *honeydew* dipindai dan luasnya diukur dengan program analisis

Tabel 1. Skala kerusakan tanaman berdasarkan standar IRR1

Skala/nilai	Gejala
0	Tidak ada kerusakan
1	Garis-garis menguning pada daun pertama
3	Daun pertama dan kedua menguning
5	Daun-daun mengering dan pertumbuhan tanaman terhambat
7	Lebih dari separuh jumlah tanaman mati dan yang hidup kelihatan kerdil
9	Semua tanaman mati

gambar Scion <http://www.scion.com>. Luas area ini diduga berkorelasi positif dengan banyaknya cairan pembuluh tapis yang disedot oleh serangga.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Makalah ini menyajikan hasil pengujian diferensial dan *honeydew* untuk konfirmasi biotipe wereng coklat yang telah mengalami proses pemurnian.

Uji Diferensial

Hasil konfirmasi biotipe wereng coklat dengan uji diferensial dapat dilihat pada Gambar 2. Dalam gambar tersebut terlihat kerusakan yang ditimbulkan oleh biotipe wereng coklat hasil pemurnian pada varietas padi pembeda. Data skala kerusakan dari 4 ulangan untuk tiap biotipe ditampilkan pada Gambar 3.

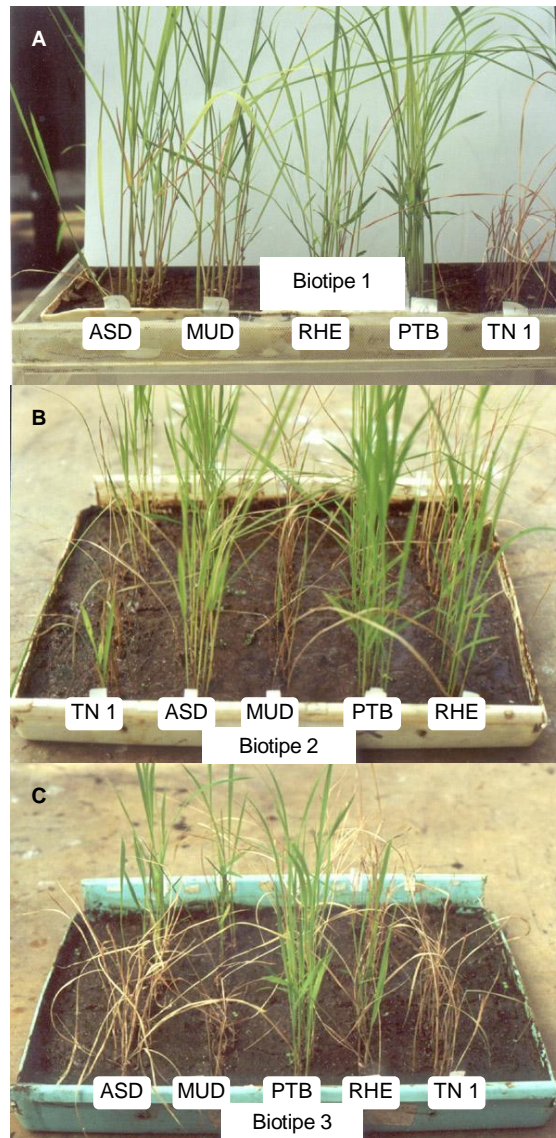
Gambar 2A memperlihatkan hanya TN1 saja yang memberikan reaksi rentan di mana semua tanaman kering dan mati (*hopperburn*). Dari Gambar 3A terlihat bahwa hanya TN1 yang bereaksi rentan dengan skala kerusakan 8-9 sedangkan varietas lain bereaksi tahan dengan tingkat kerusakan 1-3. Skala kerusakan TN1 berbeda sangat nyata dengan skala kerusakan varietas Mudgo, ASD7, Rathu Heenati, dan PTB33.

Pada Gambar 2B terlihat bahwa varietas TN1 dan Mudgo bereaksi rentan, sedangkan ASD7 bereaksi agak tahan. Sementara itu, Rathu Heenati dan PTB33 masih terlihat segar dengan sedikit tanda-tanda kerusakan. Walaupun demikian, hasil rata-rata yang diuji dengan uji statistik memperlihatkan bahwa Mudgo (skala 6) dan ASD7 (skala 7) bereaksi rentan dan tidak berbeda nyata dengan reaksi pada TN1 (Gambar 3B), sedangkan Rathu Heenati dan PTB33 yang memperlihatkan reaksi tahan (skala 1-3).

Gambar 3C memperlihatkan bahwa Rathu Heenati dan PTB33 bereaksi tahan dengan skala kerusakan 1-3. TN1, Mudgo, dan ASD7 bereaksi rentan dengan skala kerusakan 9.

Uji *Honeydew*

Hasil konfirmasi biotipe WBC dengan uji *honeydew* dapat dilihat pada Gambar 4.

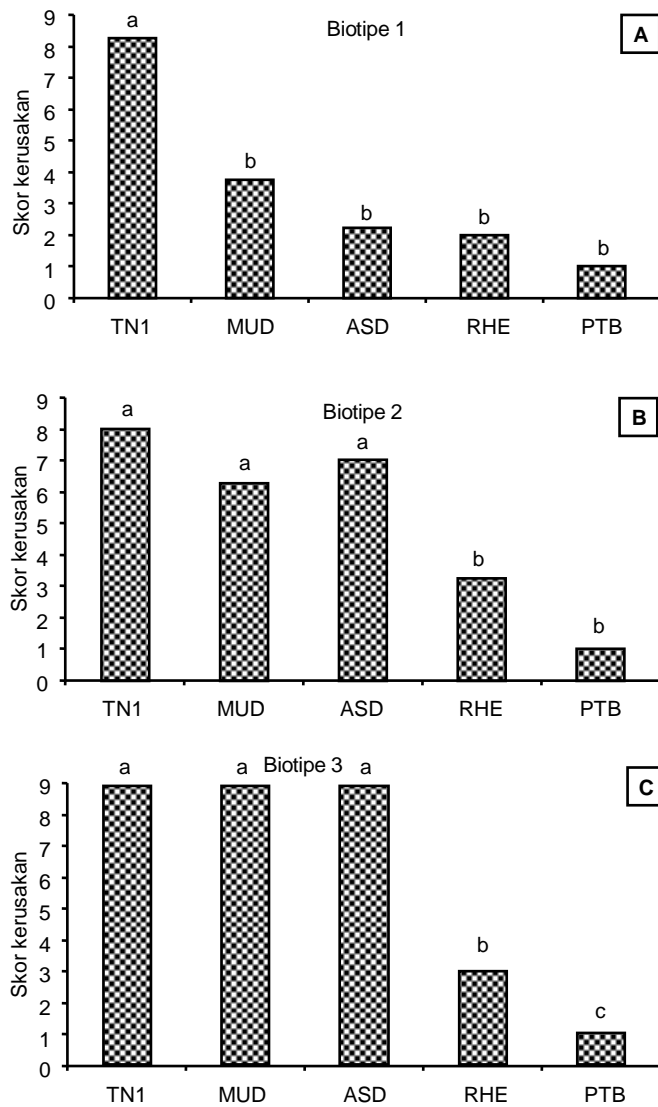


Gambar 2. Respon varietas pembeda terhadap wereng coklat biotipe-1, 2, dan 3 dalam uji diferensial

Wereng coklat bio-1(?) yang makan pada TN1 dan ASD7 mengeluarkan ekskreta dengan ukuran relatif besar, yaitu lebih kurang dari 22 mm², sedangkan luas ekskreta yang dikeluarkan WBC bio-1(?) yang makan pada Mudgo, Rathu Heenati, dan Babawee relatif kecil (0-3 mm²). Luas ekskreta pada ASD7 relatif lebih kecil daripada luas ekskreta pada TN1, yaitu hanya 11

mm². Secara statistik perbedaan luas bercak ini adalah sangat nyata satu dengan lainnya (Gambar 4A).

Wereng coklat yang makan pada TN1 memberikan luas ekskreta terbesar dan berbeda nyata dengan luas ekskreta WBC yang makan pada varietas uji lain-nya. Luas ekskreta yang relatif kecil (< 3 mm²) terlihat pada ekskreta yang dike-luarkan oleh WBC yang makan pada Rathu Heenati dan Babawee. Luas ekskreta WBC yang makan pada Mudgo dan ASD7 adalah masing-masing ± 5 dan 10 mm². Luasan ini sangat nyata berbeda dengan luas ekskreta pada TN1 (27 mm²) (Gambar 4B).

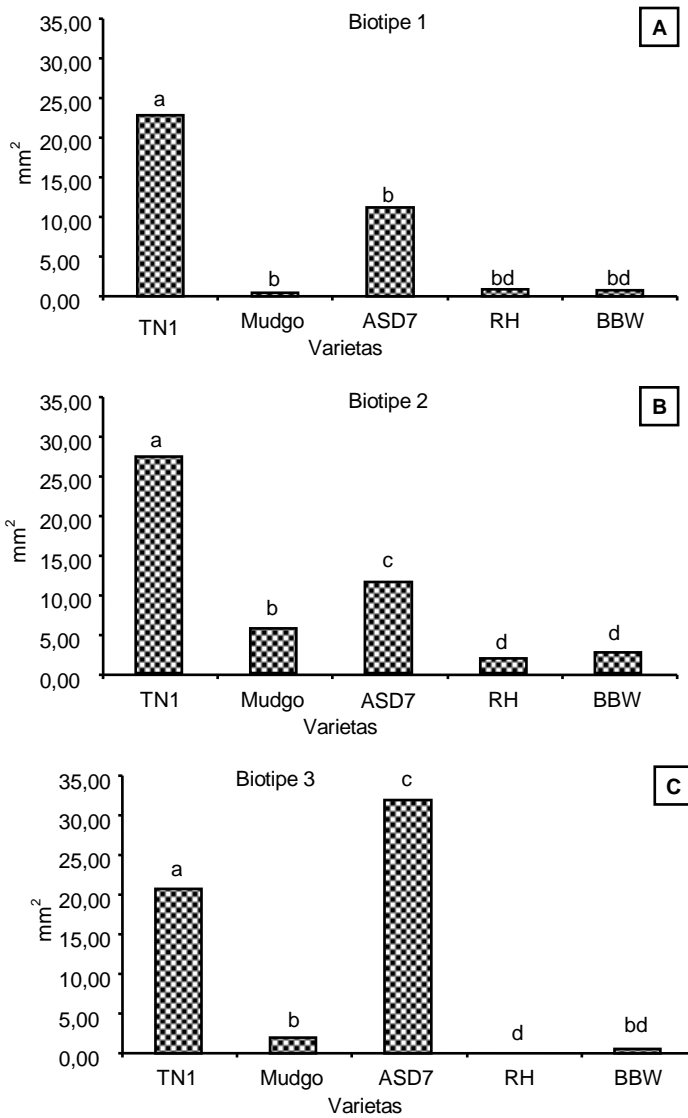


Gambar 3. Skor kerusakan varietas pembeda setelah dimakankan pada wereng coklat biotipe-1, 2, dan 3 hasil pemurnian laboratorium

Luas ekskreta yang dikeluarkan oleh WBC yang makan di TN1 dan ASD7 relatif besar (20-30 mm²) (Gambar 4C). Hal ini sesuai dengan yang diharapkan/se-harusnya. Luas ekskreta yang dikeluarkan oleh WBC yang makan pada Mudgo, Rathu Heenati, dan Babawee relatif kecil (0-2 mm²).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat kerusakan varietas pembe-da terhadap biotipe-1(?) sesuai dengan yang diharapkan, yaitu hanya



Gambar 4. Luas ekskreta wereng coklat yang makan pada varietas pembe-da (hasil uji *honeydew*)

TN1 yang bereaksi rentan (skala kerusakan 8-9) terhadap WBC bio-1(?) sedangkan Mudgo, ASD7, Rathu Heenati, dan PTB 33 bereaksi tahan dengan skala kerusakan 1-3 (IRRI, 1976; Mochida 1979; Sudana dan Iman, 1980). Jika dilihat dari hasil uji *honeydew*, terlihat bahwa respon yang serupa juga ditemui. WBC bio-1(?) yang mampu makan dan menghasilkan luas ekskreta yang besar pada TN1 (sekitar 22 mm²) dan kecil (0-3 mm²) pada Mudgo, Rathu Heenati, dan PTB33. WBC bio-1(?) mampu makan pada ASD7 meskipun secara statistik luas ekskreta yang dihasilkannya 11 mm², nyata lebih kecil dibandingkan pada TN1. Dengan demikian, hasil uji *honeydew* mendukung hasil yang diperoleh dari uji diferensial.

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa telah berhasil diperoleh biotipe-1 yang relatif murni dari WBC biotipe-1 (campuran?) yang digunakan sebagai bahan pada penelitian ini.

Hasil yang kurang sesuai harapan diperlihatkan oleh biotipe-2(?) dan biotipe-3(?) hasil pemurnian. Dari penelitian terdahulu, ASD7 bereaksi tahan terhadap biotipe-2 sedangkan Mudgo bereaksi tahan terhadap biotipe-3 pada uji diferensial (IRRI, 1976; Mochida, 1979; Sudana dan Iman, 1980). Dalam penelitian ini, hasil rata-rata dari 4 ulangan menunjukkan ASD7 bereaksi rentan terhadap bio-2(?) dan Mudgo bereaksi rentan terhadap bio-3(?). Hasil uji *honeydew* juga memperlihatkan WBC bio-2(?) hanya makan dalam jumlah sedikit (5 mm²) pada Mudgo, namun makan lebih banyak pada ASD7 (11 mm²). Hasil uji *honeydew* untuk bio-3(?) sesuai dengan yang diharapkan di mana bio-3(?) makan banyak pada TN1 dan ASD7 dan makan sedikit di Mudgo, Rathu Heenati, dan Babawee (IRRI, 1976). Namun hasil uji *honeydew* bio-3(?) tidak didukung oleh hasil uji diferensial sehingga kemurnian bio-3(?) belum meyakinkan.

Khusus untuk bio-2(?) dan bio-3(?) tidak menunjukkan korelasi antara reaksi varietas pada uji diferensial dengan uji *honeydew* untuk Mudgo dan ASD7. Penelitian ini menunjukkan bahwa hanya varietas yang memperlihatkan reaksi yang ekstrim saja yang masih memberikan reaksi yang konsisten dengan hasil penelitian terdahulu (IRRI, 1976; Mochida, 1979; Sudana dan Iman, 1980). Varietas tersebut adalah TN1 (tanpa gen bph dan peka pada semua biotipe WBC), Rathu Heenati (Bph3 dan tahan terhadap semua biotipe WBC), PTB33 (Bph1 dan bph2 serta tahan terhadap semua biotipe WBC) serta Babawee (bph4). Mudgo dan ASD7 menunjukkan reaksi yang tidak konsisten.

Jika dilihat dari sejarah, perbanyakkan WBC maupun varietas padi sumber plasma nutfah (ASD7, Mudgo, Rathu Heenati, PTB33, dan Babawee) telah dilakukan di Balitbio (dulu Balittan) sejak tahun 1970-an sehingga timbul pertanyaan apakah mungkin terjadinya ketidakkonsistenan reaksi semacam itu disebabkan oleh tercampurnya biotipe atau benih varietas pembeda yang digunakan?

Kasus di mana diduga ada ketidakkemurnian suatu populasi WBC tidak hanya terjadi di Indonesia namun juga di IRRI, usaha pemurnian kembali WBC biotipe-1 di IRRI dilakukan pada tahun 1987/88 (lebih kurang 15 tahun

setelah perbanyak populasi asal dimulai). Ketidakmurnian ini dapat terjadi karena tercampurnya populasi serangga dengan biotipe lainnya secara tidak sengaja atau karena perubahan yang terjadi karena *inbreeding* yang terlalu lama di dalam populasi serangga tersebut.

Di masa mendatang, penyaringan varietas/galur padi untuk ketahanan terhadap WBC tidak memerlukan populasi murni apa lagi apabila dilihat bahwa populasi WBC di lapang saat ini reaksinya hanya sedikit berbeda satu dengan yang lain (Suyono *et al.*, 2000). Namun demikian, untuk penelitian yang bersifat fundamental, seperti pencarian latar belakang genetik dari pembagian biotipe wereng coklat, masih tetap diperlukan suatu populasi yang murni. Untuk itu, kemurnian suatu populasi harus tetap dijaga. Untuk menjaga kemurnian ini tentunya diperlukan suatu teknik perbanyak yang menjamin tidak tercampurnya suatu populasi dengan populasi lain. Hal ini dapat dilakukan misalnya dengan mengisolasi tempat pemeliharaan satu biotipe dan memisahkannya dengan jarak yang cukup dengan biotipe yang lain. Pengisolasian dan pemisahan serupa juga perlu dilakukan pada perbanyak varietas padi pembeda yang dipakai. Untuk itu, diperlukan kondisi rumah kaca baik untuk pemeliharaan tanaman makanan wereng maupun tempat perbanyak wereng coklat. Rumah kaca tersebut harus sesuai dengan standar di mana tidak terjadi kontaminasi dengan organisme atau sesama wereng dari populasi lain. Namun demikian, terjadinya perubahan suatu sifat dalam suatu populasi karena *inbreeding* tentu akan sulit untuk dihindari.

Dengan diperolehnya biotipe-1 saja dari proses pemurnian sepertinya tidak mengejutkan karena asal populasi serangga yang dimurnikan adalah biotipe-1 yang diduga telah tercampur. Untuk memurnikan biotipe-2 sebaiknya populasi serangga asal adalah WBC biotipe-2 (campuran?) dan WBC tersebut diperbanyak pada Mudgo bukan pada IR26 karena Mudgo mempunyai ketahanan yang lebih tinggi terhadap WBC biotipe-2 dibandingkan dengan IR26 sehingga terjadi proses seleksi yang tinggi. Untuk biotipe-3 timbul pertanyaan apakah harus tetap mempunyai biotipe-3 mengingat biotipe-3 tidak ada di alam (hanya ada di laboratorium?). Bahagiawati *et al.* (1989) menyarankan untuk menggunakan WBC populasi yang berkembang di alam daripada populasi yang hanya ada di laboratorium untuk menskrining varietas/galur padi yang nantinya akan ditanam di lapang karena populasi alam inilah yang nyatanya berkembang di lapang dan harus dihadapi oleh varietas yang akan dilepas tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Penelitian ini telah berhasil memurnikan biotipe-1 WBC biotipe laboratorium di mana penelitian ini memakai biotipe-1 (campuran?) sebagai populasi WBC yang dimurnikan.

2. Telah diperoleh metode untuk memurnikan biotipe-1, yaitu dengan seleksi dengan menggunakan uji *honeydew* pada varietas tahan.
3. Untuk memurnikan biotipe-2 dan 3 maka teknik pemurnian yang digunakan pada penelitian ini harus dimodifikasi kembali.
4. Untuk menjamin kemurnian biotipe WBC tidak hanya memerlukan populasi WBC yang murni, namun juga sarana pemeliharaan WBC lainnya seperti rumah kaca yang kedap serangga untuk memperbanyak tanaman makanan wereng coklat dan memperbanyak wereng coklat itu sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Baehaki S.E., D. Kartoseputro, dan S. Kartaatmaja. 1992.** Status hama wereng coklat di jalur pantura Jawa Barat, 1991/1992. Pertemuan Teknis Penyuluhan Pertanian Spesialis, Provinsi Jawa Barat. Lembang, 25-26 Februari 1992. 16 hlm.
- Bahagiawati dan I N. Oka. 1987.** Perkembangan biotipe wereng coklat (*Nilaparvata lugens* Stål) di Indonesia. Edisi Khusus. Wereng Coklat 1:31-42.
- Bahagiawati, Sembiring, dan I. Yunata. 1983.** Perbandingan reaksi wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens* Stål) populasi Sulawesi Tengah dan Sumatera utara terhadap varietas padi pembeda. Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan. Bogor, 10-11 Desember 1986. 10 hlm.
- Bahagiawati, E.A. Heinrich, and F.G. Medrano. 1989.** Effect of host plant on level of virulence of *Nilaparvata lugens* (Hom.: Delphacidae) on rice cultivars. Environmental Entomology 18(3):489-493.
- International Rice Research Institute. 1976.** IRRI Annual Report for 1976. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.
- International Rice Research Institute. 1980.** Standard evaluation system for rice. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.
- Mochida, O. 1978.** Brown planthopper "hama wereng" problems on rice in Indonesia. Report Made under Request of Government of Indonesia dan The World Bank. 76 p.
- Mochida, O. 1979.** Brown planthopper reduce rice production. Indon. Agric. Res. Dev. J. 1(1 and 2):2-7.
- Oka, I.N. 1980.** Brown planthopper survey technique. Rice Improvement in China and other Asian Countries. The International Rice Reserach Institute and Chinese Academy of Agricultural Sciences. p. 187-291.
- Oka, I.N. 1983.** The potential for the integration of plant resistance, agronomic, biological, physical, mechanical techniques and pesticide for pest control in farming systems. Indon. Agric. Res. J. 5(1 and 2):8-17.

- Oka, I.N. and Bahagiawati. 1984.** Development and Management of a new brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål) biotype in North Sumatra, Indonesia. Contr. CRIA No. 71. 33 p.
- Sudana, M. dan M. Iman. 1980.** Pengujian ketahanan horizontal beberapa varietas padi terhadap hama wereng coklat *Nilaparvata lugens* Stal. Seminar Intern No. 125. Bagian Hama dan Penyakit, Lembaga Pusat Penelitian Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 5 Juli 1980.
- Suyono, M. Iman, Sutrisno, Dedi Suwenda, dan Isak. 2000.** Karakterisasi populasi WBC dengan varietas diferensial. Laporan Hasil Penelitian. Balitbio 1999/2000.
- Paguia, P., M.D. Pathak, and E.A. Heinrichs. 1980.** Honeydew excretion measurement technique for determining differential feeding activity of biotypes of *Nilaparvata lugens* on rice varieties. J. Econ. Entomol. 73:35-40.