

Pola Segregasi Ketahanan Populasi F₂ Padi Ciherang/Swarnalata terhadap Wereng Batang Cokelat (Resistance Segregation Pattern of F₂ Population of a Cross Between Ciherang and Swarnalata to Rice Brown Planthopper)

Slamet* dan Ahmad Warsun

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian, Jl. Tentara Pelajar 3A, Bogor 16111 Indonesia
Telp. (0251) 8337975; Faks. (0251) 8338820; *E-mail: Slamet1969@gmail.com

Diajukan: 4 Februari 2016; Direvisi: 30 Maret 2016; Diterima: 25 Mei 2016

ABSTRACT

Brown planthopper (BPH, *Nilaparvata lugens* Stål) is a serious pest of rice that significantly decreases rice yield in Indonesia. Planting resistant varieties is an easy, inexpensive, effective, environmentally friendly, and in accordance with the concept of integrated pest management, and hence breeders continuously attempt to develop resistant varieties to this pest. The objective of this study was to determine the resistance segregation of F₂ plants derived from Ciherang/Swarnalata cross. The study was preceded by selection of candidate parents and followed by an evaluation of test method developed for individually potted and infested seedlings on artificial segregating populations. Standard seedbox mass screening technique of twelve differential and improved rice varieties consistently identified Ciherang and Swarnalata as susceptible and resistant to BPH populations originated from Klaten (Central Java) and Banyuwangi (East Java), respectively. Resistance evaluation of artificial F₂ and BC₁F₂ progenies of Ciherang/Swarnalata cross using individually potted and infested seedlings method could demonstrate that the segregation patterns of artificial progenies were in accordance with the mixture ratios of resistant and susceptible varieties, i.e. 3 : 1 or 1 : 3 and 1 : 1 assuming inheritance pattern of monohybrid dominant or recessive in F₂ and monohybrid dominant BC₁F₂ populations, respectively. Resistance test of 125 F₂ plants derived from Ciherang/Swarnalata cross using the developed test method showed that the plants segregated into 3 : 1 ratio for resistance and susceptible, indicating that BPH resistance in the donor parent was controlled by a single major dominant gene. The resistant F₂ plants need to be confirmed by molecular markers to ascertain the introgression of the resistance gene and tested for their resistance in advanced generation.

Keywords: Segregation, rice, resistance, brown planthopper.

ABSTRAK

Wereng batang cokelat (WBC, *Nilaparvata lugens* Stål) merupakan hama yang menurunkan produktivitas padi secara signifikan di Indonesia. Penanaman varietas tahan merupakan cara yang mudah, murah, efektif, ramah lingkungan, dan sesuai dengan konsep pengendalian hama terpadu sehingga pemulia berupaya mengembangkan varietas tahan WBC. Penelitian bertujuan menguji ketahanan varietas padi untuk pemilihan calon tetua persilangan, menguji metode evaluasi ketahanan terhadap WBC pada individu tanaman untuk melengkapi metode yang telah ada, dan mempelajari segregasi populasi persilangan dari tetua terpilih. Penapisan ketahanan dua belas varietas padi diferensial dan unggul menggunakan teknik skrining massal baku dalam bak benih menunjukkan bahwa Ciherang/Swarnalata secara berurutan konsisten rentan dan tahan terhadap WBC populasi Klaten (Jawa Tengah) dan Banyuwangi (Jawa Timur) sehingga dipilih sebagai tetua persilangan. Metode evaluasi ketahanan tanaman yang ditanam dan diinfestasi dengan nimfa WBC secara individual pada tiga populasi simulasi persilangan Ciherang/Swarnalata berhasil menentukan pola segregasi ketahanan pada populasi tersebut sesuai dengan komposisi campuran benih tahan dan rentan, yaitu 3 : 1 atau 1 : 3 dengan asumsi pola pewarisan secara berurutan monohybrid dominan atau resesif pada F₂ dan komposisi 1 : 1 dengan asumsi pola pewarisan dominan pada BC₁F₂. Evaluasi ketahanan 125 tanaman F₂ hasil persilangan Ciherang/Swarnalata terhadap WBC populasi Klaten menggunakan teknik pengujian secara individual menunjukkan bahwa tanaman populasi tersebut bersegregasi dengan rasio 3 : 1 yang menunjukkan bahwa ketahanan varietas Swarnalata dikendalikan oleh satu gen mayor yang bersifat dominan penuh. Tanaman F₂ yang tahan perlu dideteksi dengan marka molekuler untuk memastikan adanya introgresi gen ketahanan dari tetua donor dan diuji ketahanannya pada generasi lanjut.

Kata kunci: Segregasi, padi, ketahanan, wereng batang cokelat.

PENDAHULUAN

Wereng batang coklat (BPH, *Nilaparvata lugens* Stål, Hemiptera, Delphacidae) adalah hama penusuk pengisap utama padi yang bersifat laten (Baehaki, 2012a) dan dapat menularkan penyakit virus yang menyebabkan tanaman padi kerdil dan berbulir hampa (Heong dan Hardy, 2009). Hama ini memiliki plastisitas genetik yang tinggi sehingga mampu beradaptasi secara cepat pada berbagai lingkungan. Sejak dinyatakan statusnya sebagai hama pada tahun 1939 di Bogor, telah terjadi enam periode ledakan populasi WBC dan yang paling parah terjadi pada periode 1971–1980 dengan luas serangan 309 juta ha (Baehaki, 2012a). Penggunaan varietas tahan merupakan cara yang mudah, murah, efektif, ramah lingkungan, dan sesuai dengan konsep pengendalian hama terpadu (Bahagiawati, 2012).

Kemampuan WBC dalam beradaptasi menjadi lebih ganas disebabkan oleh ketahanan varietas yang dikendalikan oleh gen mayor tunggal sehingga memicu terjadinya tekanan seleksi virulensi yang kuat pada populasi WBC di lapang (Cohen *et al.*, 1997). Komposisi biotipe WBC di daerah intensifikasi padi di Jawa, Sumatera Utara, Sumatera Selatan, dan Sulawesi Selatan diketahui berbeda-beda dan dinamis sesuai dengan varietas yang ditanam (Baehaki dan Munawar, 2009). Hal ini mendorong para pemulia untuk senantiasa mencari dan mengevaluasi ketahanan sumber daya genetik padi terhadap hama tersebut untuk bahan perakitan varietas tahan.

Seleksi ketahanan plasma nutfah dan galur murni padi terhadap WBC dapat dilakukan pada stadium bibit melalui uji penapisan massal (Bahagiawati *et al.*, 1987; Munawar dan Baehaki, 2008) dan stadium vegetatif melalui uji *population build-up* (Abdullah *et al.*, 2004; Baehaki dan Munawar, 2009; Bahagiawati dan Abdullah, 2004; Munawar dan Baehaki, 2008). Pada populasi persilangan yang bersegregasi pada generasi awal seperti F_2 tidak dimungkinkan adanya ulangan perlakuan, rumpun tanaman stadium anak-anak dipisahkan, dan diuji terpisah (Jairin *et al.*, 2010). Metode pengujian yang tidak mematikan tanaman, seperti uji embun madu (*honey dew test*), dapat diaplikasikan pada stadium bibit berdaun 2–4 yang ditanam pada pot terpisah (Do *et al.*, 2009; Qiu *et al.*, 2011). Sementara itu, Nugaliyade *et al.* (2001) mengadopsi metode penapisan massal untuk menguji ketahanan individu F_2 stadium bibit yang ditanam dalam barisan, tetapi kerusakan tanaman diskor secara individual.

Dari metode-metode pengujian yang telah ada, pengujian ketahanan populasi F_2 stadium bibit yang ditanam secara terpisah belum pernah dilakukan se-

hingga perlu diteliti. Penelitian yang merupakan bagian dari program pengembangan galur padi tahan WBC ini bertujuan menguji ketahanan varietas padi untuk pemilihan calon tetua persilangan, menguji metode evaluasi ketahanan terhadap WBC pada individu tanaman untuk melengkapi metode yang telah ada, dan mempelajari segregasi populasi persilangan dari tetua terpilih.

BAHAN DAN METODE

Evaluasi Ketahanan Varietas Diferensial dan Unggul Padi

Dua belas varietas padi yang terdiri atas delapan varietas diferensial mengandung gen ketahanan *Bph* (Mudgo [*Bph1*], ASD7 [*bph2*], PTB33 [*bph2+Bph3*], Rathu Heenati [*Bph3*], Babawee [*bph4*], ARC10550 [*bph5*], Swarnalata [*Bph6*], dan Pokkali [*Bph9*]) dan empat varietas unggul lama dan baru (Pelita I-1, IR64 [*Bph1*⁺], Ciherang [*Bph1*⁺], dan Inpari 13) dievaluasi ketahanannya terhadap WBC menggunakan teknik baku penapisan massal dalam bak benih untuk penentuan calon tetua persilangan. Sebanyak 25 butir benih tiap-tiap varietas disemai dalam satu alur di dalam bak kayu berukuran 60 cm × 40 cm × 10 cm yang berisi media lumpur dengan kedalaman 5 cm. Setelah 7 hari, dua puluh bibit yang tumbuh sehat dan seragam disisakan, kemudian diinfestasi dengan nimfa WBC instar 2–3 sebanyak 8±1 ekor nimfa per tanaman dengan metode keprik (Baehaki, 2012b). Populasi WBC yang digunakan berasal dari Klaten (Jawa Tengah) dan Banyuwangi (Jawa Timur) yang secara berurutan diperbanyak pada tanaman varietas Ciherang dan IR64. Metode perbanyak WBC yang dimulai dari persiapan, penyediaan tanaman pakan, pemilihan induk betina, peneluran, dan penetasan mengacu pada Baehaki (2012b). Untuk tiap populasi WBC, terdapat tiga ulangan perlakuan varietas dengan satu bak merupakan satu ulangan. Tingkat kerusakan tanaman diskor pada skala 0–9 mengikuti metode IRRI (1996) (Tabel 1), menggunakan sistem modus (Baehaki dan Munawar, 2009) pada saat ≥90% tanaman varietas kontrol rentan (TN-1) mati (skor 9).

Uji Metode Evaluasi Ketahanan Tanaman secara Individual terhadap WBC

Campuran benih varietas tahan dan rentan terhadap serangan WBC dalam rasio 3 : 1 atau 1 : 3 dan 1 : 1 dibuat untuk mendapatkan secara berurutan tiruan populasi F_2 dengan pola pewarisan sifat ketahanan monohibrid dominan dan resesif dan populasi BC_1F_2 dengan pola pewarisan sifat ketahan-

Tabel 1. Skor kerusakan tanaman dan kategori ketahanan tanaman padi terhadap wereng batang cokelat.

Skor	Kategori ketahanan	Metode skoring IRRI (1996)	Modifikasi skor IRRI
0	Sangat tahan	Tidak ada kerusakan	Tidak ada gejala serangan, tanaman tampak segar bugar
1	Tahan	Daun pertama kuning sebagian	Tanaman tampak segar, ada sedikit serangan (10%) berwarna cokelat atau kuning di bagian batang, pulmula dan atau ujung daun
3	Agak tahan	Daun pertama dan kedua menguning sebagian	Sepertiga (30%) bagian tanaman terserang pada batang dan atau salah satu daun tampak kuning atau mulai layu
5	Agak rentan	Tanaman menguning dan kerdil atau 25% jumlah tanaman layu atau mati	Lebih dari sepertiga hingga setengah bagian (>30–50%) tanaman terserang dan tanaman tampak layu
7	Rentan	Lebih separuh tanaman layu atau mati dan sangat kerdil	Setengah bagian lebih tanaman terserang dan tanaman layu, tetapi belum kering
9	Sangat rentan	Semua tanaman mati atau 90% mati	Tanaman layu dan kering seperti terbakar

an dominan. Varietas yang digunakan adalah Ciherang dan Swarnalata yang berturut-turut diidentifikasi rentan dan tahan terhadap serangan WBC pada penelitian sebelumnya. Simulasi populasi persilangan ini digunakan untuk menguji teknik evaluasi ketahanan yang dimodifikasi untuk tanaman yang ditanam dalam pot dan diinfestasi secara individual dengan nimfa WBC. Untuk tiap simulasi populasi persilangan, digunakan dua puluh biji padi.

Benih dikecambahkan, kemudian ditanam dalam pot plastik bervolume 400 ml yang berlubang pada bagian bawahnya dan diisi media lumpur dengan ketebalan 3 cm. Setiap pot ditanami satu kecambah padi. Lima hari setelah ditanam, setiap bibit diinfestasi dengan sepuluh ekor nimfa WBC instar 2 dan 3 hasil perbanyakan populasi WBC yang terganasi dari percobaan sebelumnya. Setelah diinfestasi, setiap pot ditutup dengan pot lain (ditelungkupkan di atasnya), dilubangi, dan ditutup dengan kain kasa. Varietas PTB33 digunakan sebagai kontrol tahan, sedangkan Pelita I-1 dan TN-1 sebagai kontrol rentan. Percobaan diulang sebanyak dua kali. Kerusakan tanaman diskor pada skala 0–9 menggunakan metode IRRI (1996) yang dimodifikasi untuk tanaman tunggal (Tabel 1) yang dilakukan ketika satu tanaman kontrol rentan mati (skor 9) dan diakhiri setelah sedikitnya tiga tanaman kontrol rentan mati. Untuk penentuan ketahanan tanaman, skor ketahanan disederhanakan menjadi dua, yaitu kelompok tahan (skor 0–3) dan rentan (skor 5–9). Pola segregasi ketahanan tanaman dianalisis menggunakan uji *chi-square* pada taraf 5% sebagaimana rumus berikut (Gomez dan Gomez, 1984).

$$\chi^2 = \frac{\sum(O-E)^2}{E}$$

dengan $\chi^2 = chi-square$, \sum = jumlah, O = *observed number* (angka yang diperoleh dari percobaan), dan E = *expected number* (angka yang diharapkan sesuai dengan kaidah Mendel).

Segregasi Ketahanan Populasi F₂ Ciherang/Swarnalata

Varietas Ciherang yang terpilih sebagai tetua rentan terhadap serangan WBC disilangkan sebagai tetua betina dengan Swarnalata sebagai donor gen ketahanan *Bph6*. Satu tanaman F₁ dibiarkan menyerbuk sendiri untuk menghasilkan benih F₂. Sebanyak 125 benih F₂ dikecambahkan, kemudian ditanam secara individual dalam pot plastik seperti yang diterangkan sebelumnya. Bibit berumur 5 hari diinfestasi dengan sepuluh nimfa instar 2 dan 3 hasil perbanyakan populasi WBC terpilih. Kedua tetua, kontrol tahan, dan kontrol rentan juga ditanam sebanyak lima pot. Kerusakan tanaman diskor pada skala 0–9 menggunakan metode IRRI (1996) yang dimodifikasi untuk tanaman tunggal (Tabel 1). Pola segregasi ketahanan tanaman dianalisis menggunakan uji *chi-square* pada taraf 5% menggunakan rumus yang telah diterangkan sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketahanan Varietas Diferensial dan Unggul Padi

Respons ketahanan semua varietas uji terhadap kedua populasi WBC terlihat konsisten, kecuali pada Rathu Heenathi yang bereaksi agak tahan (skor 3) terhadap populasi Banyuwangi, tetapi agak rentan (skor 5) terhadap populasi Klaten (Tabel 2). Rerata skor kerusakan terhadap kedua populasi WBC menunjukkan bahwa empat varietas diferensial (Mudgo, ASD7, ARC1050, dan Babawee) dan tiga varietas unggul (Pelita I-1, IR64, dan Ciherang) sangat rentan hingga agak rentan terhadap serangan WBC, sedangkan varietas yang lain bereaksi tahan hingga agak tahan.

Secara spasial dan temporal, ketahanan PTB33 adalah yang paling konsisten. Selama 50 tahun sejak ledakan wereng pertama tahun 1970 hingga kini, varietas ini tahan terhadap WBC biotipe 1, 2, 3, dan 4

Tabel 2. Skor ketahanan varietas padi diferensial dan unggul terhadap dua populasi WBC.

Varietas	Gen ketahanan	Skor ¹ dan kategori ketahanan					
		Populasi Klaten (Jawa Tengah)		Populasi Banyuwangi (Jawa Timur)		Rerata varietas	
Mudgo ¹	<i>Bph1</i>	9	Sangat rentan	9	Sangat rentan	9	Sangat rentan
ASD7 ¹	<i>bph2</i>	9	Sangat rentan	9	Sangat rentan	9	Sangat rentan
PTB33 ¹	<i>bph2 + Bph3</i>	3	Agak tahan	1	Tahan	2	Tahan
RathuHeenati ¹	<i>Bph3</i>	5	Agak rentan	3	Agak tahan	4	Agak tahan
Babawee ¹	<i>bph4</i>	9	Sangat rentan	7	Rentan	8	Rentan
ARC1050 ¹	<i>bph5</i>	9	Sangat rentan	9	Sangat rentan	9	Sangat rentan
Swarnalata ¹	<i>Bph6</i>	3	Agak tahan	1	Tahan	2	Tahan
Pokkali ¹	<i>Bph9</i>	7	Rentan	5	Agak rentan	6	Agak rentan
IR64 ²	<i>Bph1</i> ⁺	7	Rentan	7	Rentan	7	Rentan
Ciherang ²	<i>Bph1</i> ⁺	3	Agak tahan	3	Agak tahan	3	Agak tahan
Inpari 13 ²	-	9	Sangat rentan	7	Rentan	8	Rentan
Pelita I-1 ^{2,3}	-	9	Sangat rentan	9	Sangat rentan	9	Sangat rentan
Rerata populasi WBC		6,8		5,8			

¹Varietas diferensial, ²Varietas unggul baru, ³Varietas kontrol rentan.

(Baehaki, 2012a; Baehaki dan Munawar, 2009; Damayanti dan Utami, 2014). Hal ini terjadi karena ketahanannya dikendalikan oleh dua gen, yaitu *bph2* dan *Bph3* (IRRI 1978). Sementara itu, ketahanan varietas Babawee dan Swarnalata kurang berspektrum luas. Babawee tahan terhadap WBC biotipe 1, 2, 3, dan 4 koleksi IRRI, tetapi tidak tahan terhadap biotipe 3 yang dipelihara di Sukamandi, Jawa Barat (Baehaki, 2010) dan tahan terhadap WBC asal Kepulauan Solomon, Asia Selatan, dan Asia Tenggara, tetapi rentan terhadap WBC biotipe 2 di Indonesia (Seshu dan Kauffman, 1980). Serupa dengan itu, Swarnalata yang mengandung gen *Bph6* tahan terhadap WBC populasi Purwokerto (Jawa Tengah), Sukamandi, dan Klaten (Damayanti dan Utami, 2014), tetapi rentan terhadap populasi Kebumen (Jawa Tengah) dan Jawa Timur (Suyono *et al.*, 2001). Hasil penelitian terbaru ternyata menyatakan bahwa Swarnalata rentan terhadap populasi Klaten (Chaerani *et al.*, 2016). Perbedaan reaksi ketahanan Swarnalata ini dapat diakibatkan oleh adaptasi virulensi WBC populasi Klaten setelah dipelihara dalam waktu lama pada varietas inangnya (Ciherang) dan adanya variasi jumlah nimfa WBC yang diinfestasikan.

Berdasarkan hasil pengujian ketahanan varietas, Ciherang dan Swarnalata dipilih berturut-turut sebagai tetua rentan dan tahan dalam persilangan karena menunjukkan konsistensi respons ketahanan terhadap kedua populasi WBC yang diuji. Varietas Ciherang, walaupun kini menjadi rentan terhadap populasi WBC yang sedang berkembang di lapang, masih populer ditanam karena berdaya hasil tinggi sehingga menjadi target perbaikan. Swarnalata diketahui memiliki mekanisme ketahanan *antixenosis* (Huang *et al.*, 2001), sekaligus antibiosis dan toleransi yang tinggi (Qiu *et al.*, 2010, 2011, 2012) sehingga

menjadi sumber ketahanan yang baik untuk perbaikan Ciherang. Di samping itu, introgresi gen mayor tunggal dari Swarnalata ke varietas penerima akan memerlukan waktu lebih singkat dibanding dengan introgresi gen mayor digenik seperti *bph2* dan *Bph3* pada PTB33.

Rerata skor kerusakan tanaman pada seluruh varietas uji menunjukkan bahwa WBC populasi Klaten lebih ganas dibanding dengan populasi Banyuwangi (Tabel 2, Gambar 1). Pada PTB33, Rathu Heenathi, Babawee, dan Pokkali, skor kerusakan tanaman yang diakibatkan oleh populasi WBC ini lebih tinggi dibanding dengan populasi Banyuwangi. Oleh karena itu, populasi Klaten digunakan dalam pengujian ketahanan populasi persilangan.

Teknik Evaluasi Ketahanan Tanaman Secara Individual terhadap WBC

Dua jam setelah infestasi, sebagian besar nimfa telah menempel pada semua tanaman, baik pada tanaman tetua, kontrol rentan, kontrol tahan, maupun tanaman progeni populasi persilangan tiruan. Namun mulai hari kedua setelah infestasi, sebagian nimfa pada tanaman tetua tahan, kontrol tahan, dan sebagian progeni tiruan terlihat hinggap di dinding pot. Sementara itu, nimfa tetap berada pada tanaman kontrol rentan hingga terjadi gejala kerusakan. Gejala kerusakan tanaman diawali dengan warna kuning atau cokelat pada *plumula* (ujung) daun. Pada tahap kerusakan lebih lanjut, daun tampak layu, menggulung, atau tanaman tampak menguning. Pada kerusakan yang parah semua bagian tanaman layu, terkulai, dan mengering seperti terbakar (*hopper burn*). Pada Ciherang, kerusakan dan kematian tanaman terjadi 2 hari lebih cepat dibanding dengan kontrol

rentan TN-1, sedangkan tetua dan kontrol tahan tetap tegar hingga seluruh tanaman TN-1 mati.

Hasil evaluasi ketahanan menunjukkan bahwa simulasi segregasi ketahanan pada populasi persilangan tiruan sesuai dengan rasio segregasi yang diharapkan untuk pola pewarisan monohybrid dominan ataupun resesif untuk F₂ dan monohybrid dominan untuk BC₁F₂ (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa metode evaluasi ketahanan yang dikembangkan berhasil menentukan dengan benar ketahanan tanaman yang ditanam dan diinfestasi dengan WBC secara individual. Namun demikian, metode ini masih perlu divalidasi dengan membandingkannya dengan teknik baku penapisan secara massal varietas diferensial pada bak benih sebelum diaplikasikan secara luas. Sebelumnya, teknik pengujian ketahanan tanaman secara individual telah diaplikasikan pada tanaman populasi persilangan generasi awal, tetapi pada stadium anakan sehingga dapat diperoleh ulangan (Jairin *et al.*, 2010) dan pada generasi persilangan yang telah lanjut BC₃F₆ (Yara *et al.*, 2010).

Segregasi Ketahanan Populasi F₂ Ciherang/Swarnalata terhadap WBC

Pada hari ke-4 setelah diinfestasi dengan nimfa WBC populasi Klaten, semua tanaman tetua rentan (Ciherang) telah menunjukkan skor 9 atau mati (sangat rentan), kontrol rentan TN-1 menunjukkan

skor 7 (rentan), sedangkan Pelita I-1 menunjukkan skor 0 (sangat tahan). Sebagian besar individu F₂ masih berada dalam kategori tahan (skor 0–3), hanya sebanyak 10% yang rentan (Gambar 2). Ciherang mengalami kerusakan lebih cepat dibanding dengan kedua kontrol rentan karena diduga WBC populasi Klaten telah beradaptasi pada Ciherang.

Pada hari ke-5, seluruh kontrol rentan TN-1 telah mencapai skor kerusakan 9, sedangkan Pelita I-1 masih mencapai skor 7. Respons ketahanan Pelita I-1 yang tidak konsisten juga dikemukakan oleh Baehaki (2012a). Pelita I-1 masih memiliki koefisien tekanan seleksi sebesar 0,016. Hal ini diduga karena adanya gen-gen ketahanan minor yang dikandungnya sehingga varietas ini lebih tahan dibanding dengan varietas kontrol rentan lainnya (Baehaki, 2012a).

Gejala kerusakan tanaman akibat aktivitas makan WBC terlihat sangat progresif pada populasi F₂. Skor kerusakan meningkat mulai hari ke-4. Sebanyak 3,2% tanaman masih menunjukkan skor 9, tetapi pada hari ke-5 meningkat tajam menjadi 17% (Gambar 2).

Respons ketahanan sebagian besar tanaman F₂ lebih condong ke arah sangat tahan dan tahan (skor kerusakan 0 dan 1) dan sisanya menyebar hampir merata pada skor kerusakan 3–9. Sebaran jumlah tanaman seperti ini mengindikasikan bahwa ketahanan dikendalikan oleh gen tunggal mayor. Pengelom-



Gambar 1. Penampilan gejala kerusakan varietas uji pada bak penapisan setelah diinfestasi dengan nimfa instar 2 dan 3 WBC populasi Klaten (kiri) dan populasi Banyuwangi (kanan).

Tabel 3. Segregasi ketahanan populasi persilangan simulasi antara varietas Ciherang (rentan) dan Swarnalata (tahan) terhadap WBC populasi Klaten.

Simulasi populasi persilangan	Segregasi ketahanan	Komposisi benih		Jumlah tanaman		
		N	Rasio benih tahan ¹ : rentan ²	Hidup (skor <9)	Mati (skor 9)	Rasio tanaman tahan : rentan
F ₂	Monohybrid dominan	20	3 : 1	15	5	3 : 1
F ₂	Monohybrid resesif	20	1 : 3	5	15	1 : 3
BC ₁ F ₂	Dominan	20	1 : 1	10	10	1 : 1

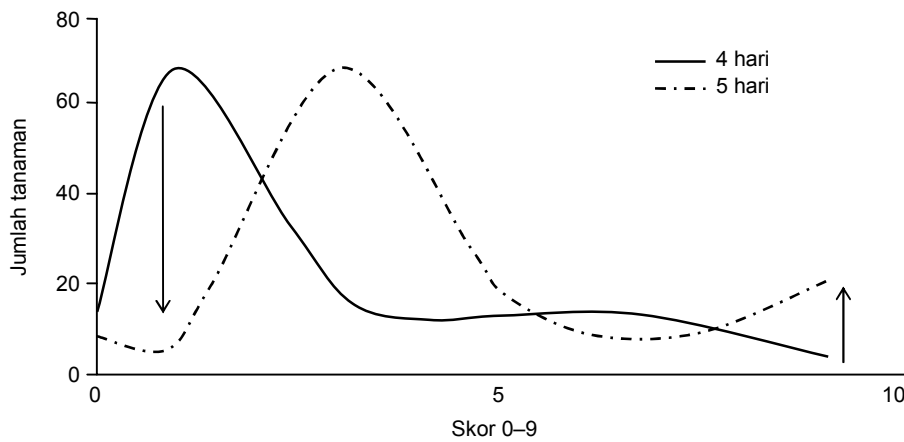
¹Swarnalata, ²Ciherang.

pokan ketahanan lebih lanjut ke dalam dua fenotipe diskrit (tahan dan rentan) menunjukkan bahwa 90 tanaman F₂ berada dalam kategori tahan (skor 0–3), sedangkan sisanya rentan (skor 5–9; Tabel 4). Gejala kerusakan pada kelompok tanaman tahan dan rentan dapat dilihat pada Gambar 3.

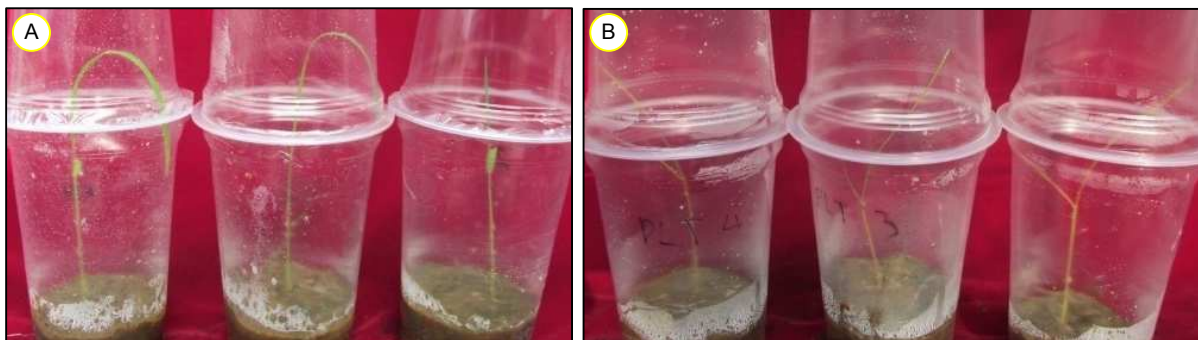
Uji *chi-square* menunjukkan bahwa nilai χ^2 hitung lebih kecil (0,6) daripada nilai χ^2 tabel (3,841) sehingga segregasi ketahanan terhadap WBC populasi Klaten pada F₂ persilangan varietas Ciherang/Swarnalata tidak menyimpang dari kaidah Mendel dengan rasio tahan dan rentan 3 : 1 untuk pewarisan

monohibrid dominan. Hal ini tidaklah mengejutkan karena ketahanan terhadap WBC pada Swarnalata telah diidentifikasi dikendalikan oleh gen tunggal dominan *Bph6* (Khush dan Brar, 1991).

Diperolehnya kesimpulan yang sama mengenai pola pewarisan sifat ketahanan dari donor Swarnalata menunjukkan bahwa metode evaluasi ketahanan tanaman secara individual berguna untuk pengujian tanaman stadium bibit. Metode evaluasi yang sama perlu dilakukan pada generasi lanjut untuk mengonfirmasi tingkat ketahanan populasi F₂.



Gambar 2. Perkembangan skor kerusakan tanaman populasi F₂ Ciherang/Swarnalata pada 4–5 hari setelah diinfestasi dengan nimfa instar 2 dan 3 WBC populasi Klaten.



Gambar 3. Gejala serangan WBC populasi Klaten (Jawa Tengah) pada tanaman F₂ Ciherang/Swarnalata. A = kelompok tanaman tahan dengan skor berturut-turut dari kiri ke kanan 0, 1, dan 3. B = kelompok tanaman rentan dengan skor dari kiri ke kanan 5, 7, dan 9. Skoring ketahanan menggunakan metode IRR1 (1996) yang dimodifikasi untuk tanaman tunggal.

Tabel 4. Segregasi ketahanan populasi F₂ Ciherang/Swarnalata terhadap WBC populasi Klaten.

Skor	Kategori ketahanan	Jumlah tanaman	Segregasi
0	Sangat tahan	36	} 90 (72%) 3 tahan
1	Tahan	42	
3	Agak tahan	12	
5	Agak rentan	11	} 35 (28%) 1 rentan
7	Rentan	14	
9	Sangat rentan	10	
Jumlah		125	

Progeni F₂ yang tahan tersebut terindikasi awal membawa gen *Bph6*, namun terjadinya introgresi gen ini masih perlu dibuktikan dengan marka molekuler. Introgresi gen ini pada varietas Ciherang diharapkan akan memberikan ketahanan terhadap WBC yang berkembang di lapang. Penelitian Qiu *et al.* (2010, 2011, 2012) menunjukkan bahwa introgresi gen *Bph6* dari donor Swarnalata, yang telah dipetakan pada lengan panjang kromosom 4, terbukti dapat meningkatkan ketahanan tanaman galur NIL (*near-isogenic line*) secara signifikan dan mengurangi skor kerusakan tanaman dibanding dengan salah satu tetuanya.

KESIMPULAN

Pengujian ketahanan delapan varietas diferensial dan empat varietas unggul lama dan baru menunjukkan bahwa Ciherang dan Swarnalata berturut-turut rentan dan tahan terhadap WBC populasi Klaten (Jawa Tengah) dan Banyuwangi (Jawa Timur) sehingga digunakan sebagai tetua persilangan. Metode evaluasi ketahanan telah dikembangkan untuk tanaman yang ditanam dan diinfestasi dengan nimfa WBC secara individual dalam pot dan digunakan untuk menguji segregasi ketahanan populasi simulasi persilangan F₂ dan BC₁F₂. Pola segregasi ketahanan populasi simulasi tersebut sesuai dengan rasio campuran benih tahan dan rentan yang dibuat, yaitu 3 : 1 atau 1 : 3 dan 1 : 1 untuk asumsi pola pewarisan monohibrid dominan dan resesif pada F₂ dan monohibrid dominan pada BC₁F₂. Hal ini mengindikasikan bahwa metode evaluasi ketahanan yang telah dikembangkan mampu membedakan secara benar tingkat ketahanan tanaman. Evaluasi ketahanan menggunakan metode pengujian individual ini menunjukkan bahwa ketahanan tanaman F₂ Ciherang/Swarnalata bersegregasi sesuai dengan pola 3 (tahan) : 1 (rentan) yang berarti bahwa ketahanan Swarnalata terhadap WBC dikendalikan oleh satu gen mayor bersifat dominan penuh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Dr. Puji Lestari atas arahan dan bimbingannya dalam penulisan karya tulis ilmiah ini, serta kepada segenap teknisi (Fajar Suryawan, Endang Ibrahim, Riri Sundasari, dan Muhamad Saputro) yang telah membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, B., T.S. Silitonga, Bahagiawati, and A. Nasution. 2004. Wild species of rice (*Oryza* spp.) a source of biotic resistance genes: Benefits for rice breeding program in Indonesia. Dalam: D. Efendi, M. Surahman, M. Hadad, M.R. Suhartanto, S. Sujiprihati, Subandriyo, dan Trikoesoemaningtyas, editor, Prosiding Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia. Menuju Indonesia Berswasembada Varietas Unggul. Bogor, 5–7 Agustus 2004. hlm. 153-162.
- Baehaki, S.E. 2010. Konservasi, pengelolaan biotipe wereng cokelat pada uji ketahanan aksesi/galur. Seminar Hasil Penelitian Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. hlm. 41.
- Baehaki, S.E. 2012a. Perkembangan biotipe hama wereng cokelat pada tanaman padi. *Iptek Tanaman Pangan* 7(1):8–18.
- Baehaki, S.E. 2012b. Standar operasional prosedur pengujian galur dan varietas padi terhadap wereng batang cokelat (*Nilaparvata lugens*). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Baehaki, S.E. dan D. Munawar. 2009. Uji biotipe wereng cokelat, *Nilaparvata lugens* Stål, di sentra produksi padi. Dalam: B. Suprihatno, A.A. Daradjat, Satoto, S.E. Baehaki, H. Sukanto, dan Suprihanto, editor, Prosiding Seminar Nasional Padi 2008 Buku 1. Inovasi teknologi padi mengantisipasi perubahan iklim global mendukung ketahanan pangan. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi. hlm. 347–360.
- Bahagiawati, A.H. 2012. Kontribusi teknologi marka molekuler dalam pengendalian wereng cokelat. *Pengembangan Inovasi Pertanian* 5(1):1–18.
- Bahagiawati, A.H. dan B. Abdullah. 2004. Ketahanan beberapa galur padi terhadap wereng cokelat (*Nilaparvata lugens*). Dalam: D. Efendi, M. Surahman, M. Hadad, M.R. Suhartanto, S. Sujiprihati, Subandriyo, dan Trikoesoemaningtyas, editor, Prosiding Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia. Menuju Indonesia Berswasembada Varietas Unggul. Bogor, 5–7 Agustus 2004. hlm. 150–152.
- Bahagiawati, A.H., A.A.N.B. Kamandalu, dan I.B. Suastika. 1987. Pengaruh tingkat ketahanan varietas padi terhadap biologi wereng cokelat biotipe 2. *Penelitian Pertanian* 5:1–7.
- Chaerani, D. Damayanti, Trisnarningsih, S. Yuriah, K. Kusumanegara, A. Dadang, Sutrisno, and Bahagiawati. 2016. Virulence of brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål) and development of core collection of the pest. *Penelitian Pertanian* 35(2):109–118.
- Cohen, M.B., S.N. Alam, E.B. Medina, and C.C. Bernal. 1997. Brown planthopper, *Nilaparvata lugens*, resistance in rice cultivar IR64: Mechanism and role in successful *N. lugens* management in Central Luzon, Philippines. *Entomol. Exp. Appl.* 85:221–229.

- Damayanti, D. dan D.W. Utami. 2014. Pendugaan gen *Bph1*, *bph2*, *Bph3*, dan *bph4* pada galur-galur padi terpilih tahan hama wereng batang cokelat (*Nilaparvata lugens* Stål). *J. AgroBiogen* 10(1):1–8.
- Do, B., W.L. Zhang, B.F. Liu, J. Hu, and Z. Wei. 2009. Identification and characterization of *Bph 14*, a gene conferring resistance to brown planthopper in rice. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 106:22163–22168.
- Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1984. Statistical procedures for agricultural research. John Wiley & Son, New York, USA.
- Heong, K.L. and B. Hardy. 2009. Planthoppers: New threats to the sustainability of intensive rice production system in Asia. International Rice Research Institute. Los Baños, Philippines.
- Huang, Z., G.C. He, L.H. Shu, X.H. Li, and Q.F. Zhang. 2001. Identification and mapping of two brown planthopper resistance genes in rice. *Theor. Appl. Genet.* 102:929–934.
- International Rice Research Institute. 1978. Annual report for 1977. International Rice Research Institute. Los Baños, Laguna, Philippines.
- International Rice Research Institute. 1996. Standard evaluation system for rice. 4th edition. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines.
- Jairin, J., K. Sansen, W. Wongboon, and J. Kothcharek. 2010. Detection of a brown planthopper resistance gene *bph 4* at the same chromosomal position of *Bph 3* using two different genetic backgrounds of rice. *Breed. Sci.* 60:71–75.
- Khush, G.S. and D.S. Brar. 1991. Genetics of resistance to insects in crop plants. *Adv. Agron.* 45:223–274.
- Munawar, D. dan S.E. Baehaki. 2008. Uji massal ketahanan aksesori/galur terhadap wereng cokelat biotipe 3. Seminar Nasional Padi. www.litbang.deptan.go.id/special/padi/bbpadi-2008_prosb. 133 pdf. (diakses 12 Januari 2016)
- Nugaliyadde, L., D.S. De. Z. Abeysiriwardena, L.G.A. Samanmalee, R. Pathirana, and R.M. Wilkins. 2001. Inheritance of resistance in rice to brown planthopper: Its implication on rice varietal improvement in Srilanka. <http://ag.udel.edu/delpha/7674.pdf/> (diakses 10 Januari 2016).
- Qiu, Y.F., J.P. Guo, S.L. Jing, M. Tang, L.L. Zhu, and G.C. He. 2011. Identification of antibiosis and tolerance in rice varieties carrying brown planthopper resistance genes. *Entomol. Exp. Appl.* 141:224–231.
- Qiu, Y.F., J.P. Guo, S.L. Jing, L.L. Zhu, and G.C. He. 2010. High resolution mapping of the brown planthopper resistance gene *Bph6* in rice and characterizing its resistance in the 9311 and Nipponbare near isogenic backgrounds. *Theor. Appl. Genet.* 121:1601–1611.
- Qiu, Y.F., J.P. Guo, S.L. Jing, L.L. Zhu, and G.C. He. 2012. Development and characterization of *japonica* rice lines carrying the brown planthopper-resistance genes *BPH12* and *BPH6*. *Theor. Appl. Genet.* 124(3):485–494.
- Seshu, D.V. and H.E. Kauffman. 1980. Differential response of rice varieties to the brown planthopper in international screening tests. IRRRI Research Paper Series. International Rice Research Institute Los Baños, Laguna, Philippines.
- Suyono, M. Iman, Sutrisno, D. Suwenda, dan Ishak. 2001. Karakterisasi wereng batang cokelat populasi lapang dengan varietas diferensial. Dalam: I. Mariska, I.H. Somantri, Sutrisno, M. Machmud, R.D.M. Simanungkalit, Suyono, dan I.N. Orbani, editor, *Prosiding Seminar Hasil Rintisan dan Bioteknologi Tanaman*. Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman. hlm. 204–209.
- Yara, A., C.N. Phi, M. Matsumura, A.Yoshimura, and H. Yasui. 2010. Development of near-isogenic lines for *BPH25(t)* and *BPH26(t)*, which confer resistance to the brown planthopper, *Nilaparvata lugen* (Stål) in *indica* rice 'ADR52'. *Breed. Sci.* 60:639–647.
-