

# Keragaan Sifat Tahan Penyakit Blas dan Agronomi Populasi Silang Balik dan Haploid Ganda Turunan IR64 dan *Oryza rufipogon*

Dwinita W. Utami\*, A. Dinar Ambarwati, Aniversari Apriana, Atmitri Sisharmini,  
Ida Hanarida, dan Sugiono Moeljopawiro

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Jl. Tentara Pelajar No. 3A, Bogor 16111  
Telp. (0251) 8337975; Faks. (0251) 8338820; \*E-mail: dnitawu@windowslive.com

Diajukan: 21 April 2010; Diterima: 2 September 2010

## ABSTRACT

**Blast Resistance Performance of Promising Lines Derived from Backcross and Double Haploid Population Between IR64 and *Oryza rufipogon*.** Developing blast resistance varieties with superior agronomical performance has been the one of the important priorities in rice breeding program. Based on the purpose of this study the double haploid and backcross populations were developed using the most popular cultivar IR64 as recurrent parent and wild rice species *Oryza rufipogon* (Acc. IRGC 105491) as blast resistance donor parent. This study was initiated to analyze the blast resistance and agronomical performance of double haploid populations (DH\_I, DH\_II and DH\_III) and backcross populations (BC<sub>2</sub>, BC<sub>3</sub>, and BC<sub>5</sub>), based on the green house and field screening tests. The results of statistical analysis showed that the blast resistance performance of DH population were diverse among DH\_I, DH\_II and DH\_III. The smallest diversity was on the DH\_III population. The same results were also detected on BC populations. The smallest diversity was on BC<sub>5</sub> population. The diversity comparison between DH and BC population showed that DH\_III population had smaller variation than BC<sub>5</sub>. Indicated that DH\_III population has the most fixed population. The agronomic performance evaluation of DH\_III population selected lines showed that Bio1, Bio2, and Bio8 qualified as the candidate of promising lines.

**Keywords:** IR64, *Oryza rufipogon*, blast resistance, agronomy, backcross, double haploid.

## ABSTRAK

Perakitan varietas tahan blas sebagai galur harapan, merupakan salah satu prioritas dalam program pemuliaan padi. Dalam rangka mendukung program tersebut, telah dilakukan pembentukan populasi haploid ganda (HG) dan silang balik (BC) dengan IR64 sebagai tetua berulang dan *Oryza rufipogon* (No. akses IRGC 105491) sebagai tetua donor gen tahan penyakit blas. Penelitian ini bertujuan menganalisis keragaan tingkat ketahanan galur-galur haploid ganda (HG\_I, HG\_II, dan HG\_III) dan galur-galur silang balik (BC<sub>2</sub>, BC<sub>3</sub>, dan BC<sub>5</sub>) terhadap penyakit blas di rumah kaca dan lapang, sehingga diperoleh kandidat galur harapan. Hasil pengujian beberapa populasi HG

dan BC menunjukkan bahwa terdapat variasi keragaan yang berbeda-beda. Variasi paling kecil terdapat pada populasi HG\_III. Hasil yang sama juga diperoleh pada populasi silang balik (BC<sub>2</sub>-BC<sub>5</sub>). Variasi paling kecil terdapat pada populasi BC<sub>5</sub>. Bila dibandingkan antar populasi HG dan BC, tingkat variasi pada populasi HG\_III lebih kecil dibandingkan dengan tingkat variasi pada populasi BC<sub>5</sub>. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat homosisitas paling tinggi terdapat pada populasi HG\_III. Berdasarkan evaluasi penampilan agronomis beberapa galur HG\_III terpilih, diperoleh tiga galur kandidat galur harapan Bio1, Bio2, dan Bio8.

**Kata kunci:** IR64, *Oryza rufipogon*, sifat tahan blas, agronomi, silang balik, haploid ganda.

## PENDAHULUAN

Ketersediaan keragaman genetik merupakan salah satu faktor penting untuk menunjang program pemuliaan padi. Spesies tanaman liar merupakan salah satu alternatif sumber keragaman genetik. Pemanfaatan spesies liar dalam program pemuliaan tanaman padi telah banyak dilakukan. Dalam rangka perakitan varietas tahan penyakit blas dengan penampilan agronomis yang sesuai harapan, telah dilakukan pembentukan populasi haploid ganda (HG) dan silang balik (BC) menggunakan tetua IR64 dan spesies padi liar *Oryza rufipogon* (No. akses IRGC 105491) sebagai tetua donor gen ketahanan terhadap penyakit blas. Spesies padi liar ini berpotensi untuk program perbaikan kultivar IR64 sebagai kultivar padi terpopuler di Asia dan Indonesia. Spesies padi liar *O. rufipogon* diketahui memiliki gen Pir4 yang merupakan gen ketahanan terhadap penyakit blas yang berspektrum luas (Utami *et al.*, 2007).

Penyakit blas (disebabkan oleh cendawan patogen *Pyricularia grisea*, Sacc; sinonim dengan *Pyricularia oryzae* Cavara) (Roosman *et al.*, 1990) merupakan penyakit penting pada pertanaman padi.

Tingkat kehilangan hasil akibat serangan penyakit blas di daerah endemik mencapai 50% (Baker *et al.*, 1997; Scardaci *et al.*, 1997). Di Indonesia, serangan penyakit blas pada tahun 2007 mencapai 1.285 juta ha atau 12% dari total luas areal pertanaman padi di Indonesia dan bahkan diramalkan serangan akan meningkat pada tahun-tahun mendatang (Ditjen Tanaman Pangan, 2008).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keragaan fenotipik galur-galur haploid ganda (HG\_I, HG\_II, dan HG\_III) dan galur-galur silang balik (BC<sub>2</sub>, BC<sub>3</sub>, dan BC<sub>5</sub>) berdasarkan pengujian tingkat ketahanannya terhadap penyakit blas dan penampilan agronomis di rumah kaca dan lapang. Tujuan pembentukan populasi silang balik ialah mendapatkan sifat tahan penyakit blas dari tetua donor *O. rufipogon* dengan tetap mempertahankan sifat-sifat unggul dari IR64 (Makmur, 1985). Populasi haploid ganda yang dibentuk dari galur BC<sub>2</sub>F<sub>3</sub> terpilih dilakukan untuk mempercepat proses fiksasi tingkat homosisitas gen-gen yang mengendalikan sifat tahan penyakit blas dan sifat agronomis lainnya (Masyhudi, 1995; Hanarida, 1999).

## BAHAN DAN METODE

### Pengujian Galur-galur Haploid Ganda terhadap Penyakit Blas dan Karakter Agronomis

Pengujian ketahanan galur haploid ganda terhadap penyakit blas dilakukan di rumah kaca (RK) Cikeumeuh (BB-Biogen) dan di lapang (Sukabumi dan Yogyakarta). Pengujian di rumah kaca menggunakan 81 tanaman dari populasi HG\_I, 100 tanaman dari populasi HG\_II, dan 98 tanaman dari populasi HG\_III yang merupakan galur turunan *O. rufipogon* sebagai tetua donor dan IR64 sebagai tetua pemulih. Pengujian di rumah kaca dilakukan sesuai dengan anjuran Berruyer *et al.* (2003). Pengamatan gejala penyakit untuk evaluasi ketahanan dilakukan dengan menggunakan standar evaluasi IRRI (1996). Sedangkan pengujian lapang, di Sukabumi digunakan 98 tanaman dari populasi HG\_II dan di Yogyakarta digunakan 15 galur terpilih dari populasi HG\_III. Selain dilakukan evaluasi tingkat ketahanan terhadap penyakit blas, di lokasi pengujian di Yogyakarta juga dilakukan evaluasi beberapa karakter agronomi yang meliputi tinggi

tanaman dan jumlah anakan vegetatif, jumlah anakan produktif, panjang malai, jumlah gabah/malai, dan hasil panen/m<sup>2</sup>.

Pengaruh jenis ras blas dan varietas galur padi terhadap persentase kerusakan daun ditentukan berdasarkan *analysis of varian* (*Anova*) dengan rancangan acak lengkap (RAL). Untuk mengetahui karakter agronomi digunakan *Anova* dengan rancangan acak lengkap faktorial, terutama untuk melihat pengaruh varietas padi sebagai faktor pertama dan lahan sebagai faktor kedua terhadap pertumbuhan tanaman padi. Setelah itu dilakukan uji lanjut (*pos hoc test*) dengan metode *least significance difference* (LSD) dan Duncan untuk mengetahui varietas/galur padi dan ras blas yang memberikan pengaruh nyata.

### Uji ketahanan Galur Silang Balik Lanjut terhadap Penyakit Blas

Dalam penelitian ini digunakan 12 galur dari populasi BC<sub>2</sub> (meliputi 305-5, 317-2, 374-7, 149-25, 374-9, 317-25, 305-18, 43-23, 343-15, 206-21, 206-19, 323-7), enam galur dari populasi BC<sub>3</sub> (meliputi 149-25, 374-9, 317-2, 317-25, 343-15, 374-7), dan lima galur dari populasi BC<sub>5</sub> (meliputi 149-25, 317-2, 317-25, 343-15, 374-7) yang merupakan hasil silang balik antara *O. rufipogon* sebagai tetua donor dengan IR64 sebagai tetua berulang. Sebanyak 15-20 benih dari masing-masing galur ditanam sebagai galur untuk melihat segregasi pada masing-masing galur. Total tanaman yang diamati ialah 180 tanaman untuk populasi BC<sub>2</sub>, 108 tanaman untuk populasi BC<sub>3</sub>, dan 100 tanaman untuk populasi BC<sub>5</sub>. Seleksi tingkat ketahanan dilakukan pada saat pembentukan populasi silang balik awal (BC<sub>2</sub>) sampai dengan populasi silang balik lanjut (BC<sub>5</sub>).

Pengaruh varietas tanaman padi hasil silang balik antara *O. rufipogon* dengan IR64 sebagai faktor pertama dan jenis ras blas sebagai faktor kedua terhadap persentase kerusakan daun ditentukan berdasarkan *Anova* dengan rancangan acak lengkap faktorial. Karena setiap populasi memiliki ulangan galur murni yang berbeda maka digunakan prosedur *general linier model* (GLM). Setelah itu dilakukan uji lanjut (*post hoc test*) dengan metode LSD dan

Duncan untuk mengetahui varietas/galur padi dan ras blas yang memberikan pengaruh nyata.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Ketahanan Galur Haploid Ganda (HG\_I-III) terhadap Penyakit Blas

Galur haploid ganda diperoleh dari hasil kultur antera dari populasi tanaman F<sub>1</sub> turunan IR64 dan *O. rufipogon*. Galur-galur HG\_I merupakan galur turunan pertama dari hasil tanaman kultur antera yang diperoleh. Galur-galur ini diperbanyak secara berkelanjutan sehingga diperoleh turunan galur-galur HG\_II dan HG\_III. Populasi HG\_I, HG\_II, dan HG\_III diuji ketahanannya terhadap penyakit blas. Pada Tabel 1 terlihat bahwa berdasarkan respon ketahanan terhadap penyakit blas, ketiga populasi HG\_I-III mempunyai varian yang berbeda. Populasi HG\_I dan HG\_II mempunyai tingkat variasi yang hampir sama, masing-masing 0,89 dan 0,87. Tingkat homozigositas populasi meningkat pada populasi HG\_III menjadi 0,16. Tabel 1 juga menunjukkan bahwa respon ketiga populasi berbeda nyata terhadap ras uji ( $F < 0,05$ ).

Pada uji lanjut terlihat perbedaan respon tersebut dengan tingkat signifikansi yang berbeda untuk ketiga populasi. Populasi HG\_I dengan F\_LSD sebesar 49,5 menunjukkan bahwa galur-galur populasi HG\_I hanya tahan terhadap ras 173, sedangkan terhadap ras lain bersifat peka. Populasi HG\_II (F\_LSD : 25,6) tahan terhadap ras 173 dan isolat 43-233 tetapi peka terhadap ras 001 dan 033. Sebagian besar (85%) tanaman populasi HG\_III (F\_LSD : 65,8) peka terhadap ras 173 dan tahan terhadap tiga ras atau isolat lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa sifat ketahanan terhadap ras 173 melibatkan lebih banyak gen (Utami *et al.*, 2008), sehingga memerlukan proses fiksasi populasi lebih lanjut.

Beberapa galur dari populasi HG\_III yang bersifat superior yang menunjukkan tingkat ketahanan tinggi terhadap beberapa ras/isolat uji di rumah kaca dievaluasi tingkat ketahanannya di lapang (Yogyakarta dan Sukabumi). Yogyakarta tercatat sebagai lokasi blas endemik baru karena ditemukan pertanaman padi yang terinfeksi pada tahun 2004. Luas areal pertanaman padi yang tersejang penyakit blas di Yogyakarta hampir mencapai 2.000 ha, 1,4 ha di antaranya dan telah mengakibatkan puso (Ditjen Tanaman Pangan, 2004). Sampel daun sakit di Yogyakarta menunjukkan bahwa penyakit blas yang berkembang adalah ras 033, 133, dan 173. Sukabumi telah diketahui sebagai daerah endemik penyakit blas. Data monitoring menunjukkan bahwa tingkat keragaman populasi patogen blas di Sukabumi tinggi. Beberapa ras yang ditemukan ialah Ras 001, 123, 133, 173, dan 243 (Santosa *et al.*, 2007). Dengan beberapa pertimbangan, beberapa galur dari populasi haploid ganda dan silang balik yang telah terseleksi diuji di kedua lokasi tersebut. Hasil pengujian beberapa galur yang diuji di Yogyakarta dan Sukabumi serta tingkat ketahanannya terhadap blas disajikan pada Tabel 2.

Pengamatan tingkat ketahanan galur-galur HG\_III di lapang (Yogyakarta dan Sukabumi) dilakukan dua kali pada saat fase vegetatif, yaitu pada saat tanaman berumur 35-63 hari setelah tanam (HST) dan fase generatif (84 HST). Tabel 2 menunjukkan, di Yogyakarta terdapat empat galur yang tahan terhadap blas pada fase vegetatif dan generatif, yaitu galur Bio1, Bio2, Bio8, dan Bio61. Di Sukabumi hanya dua galur yang tahan terhadap blas, yaitu Bio1 dan Bio2. Hal ini menunjukkan adanya tekanan seleksi keparahan penyakit di Sukabumi, mengingat epidemi penyakit blas di Sukabumi telah berlangsung lebih lama dibandingkan dengan di Yogyakarta. Berdasarkan hasil se-

Tabel 1. Respon patogen blas terhadap galur populasi haploid ganda berdasarkan pengujian di rumah kaca.

Populasi	N	Varian	F_LSD Respon patogen blas				
			F	001	033	173	04-233
HG_I	81	0,89	49,5*	P	P	T	P
HG_II	100	0,77	25,6*	P	P	T	T
HG_III	98	0,16	65,8*	T	T	P	T

P = peka, T = tahan, \* =  $F < \alpha 5\%$ .

leksi tersebut maka Bio1 dan Bio2 dapat dikategorikan sebagai galur yang tahan penyakit blas. Keragaan populasi DH\_III di lapang pada pengujian di Yogyakarta dapat dilihat pada Gambar 1.

### Ketahanan Galur Silang Balik terhadap Penyakit Blas

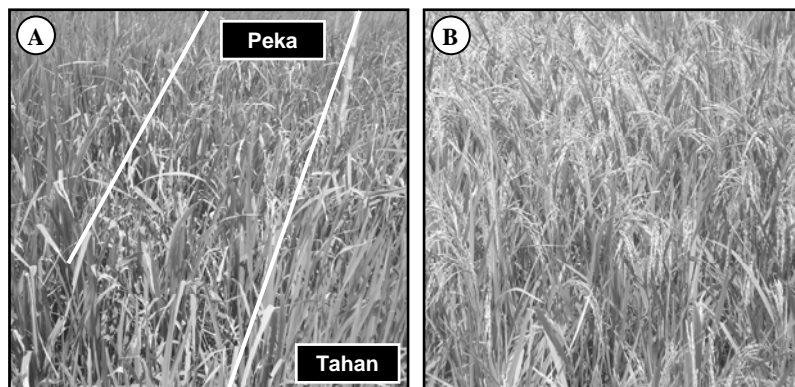
Analisis varian populasi BC<sub>2</sub>, BC<sub>3</sub>, dan BC<sub>5</sub> menunjukkan bahwa variasi penyebaran luas bercak daun akibat penyakit blas makin menyempit sejalan dengan makin lanjutnya persilangan (Tabel 3). Populasi BC<sub>2</sub> memiliki varian masih luas, yaitu 16,41. Tingkat serangan blas pada populasi BC<sub>2</sub> berkisar antara 0-50% (skor = 0-7).

Hal ini berarti tingkat kerusakan daun akibat penyakit blas pada populasi BC<sub>2</sub> masih cukup tinggi. Populasi BC<sub>3</sub> memiliki varian yang lebih sempit, yaitu 1,058. Pada populasi BC<sub>3</sub> penyebaran mulai menyempit, di mana nilai luas bercak daun mulai berkumpul pada kisaran 0-5% (skor = 0-4). Pada populasi BC<sub>5</sub> penyebaran luas bercak daun semakin menyempit di mana data semakin berkumpul pada kisaran 0-2,5% (skor = 0-3). Tingkat variasi pada populasi BC<sub>5</sub> adalah 0,511. Hal tersebut menunjukkan bahwa adanya seleksi ketahanan pada populasi BC<sub>5</sub> telah meningkatkan level homozigositas untuk sifat ketahanan terhadap penyakit blas mencapai 48% dibandingkan dengan populasi BC<sub>3</sub>.

Tabel 2. Tingkat ketahanan 12 galur haploid ganda di Yogyakarta dan Sukabumi pada MH 2007.

No. galur	Intensitas serangan (%)							
	Blas daun (35-63 HST)				Blas leher (84 HST)			
	Yogyakarta		Sukabumi		Yogyakarta		Sukabumi	
<b>Bio1</b>	13,6	T	<b>14</b>	<b>T</b>	<b>84</b>	<b>T</b>	<b>71</b>	<b>T</b>
<b>Bio2</b>	11,2	T	<b>13,6</b>	<b>T</b>	<b>80</b>	<b>T</b>	<b>81</b>	<b>T</b>
Bio8	13,6	T	17,2	P	<b>80</b>	<b>T</b>	85	P
Bio9	19,2	P	18,7	P	92	P	100	P
Bio10	24	P	37,8	P	100	P	92	P
Bio14	18,4	P	23,7	P	88	P	86	P
<b>Bio34</b>	13,6	T	<b>14,4</b>	<b>T</b>	90	P	86	P
Bio37	20,8	P	27,7	P	100	P	100	P
Bio38	18,4	P	21,2	P	100	P	100	P
<b>Bio61</b>	9,6	T	15,2	T	<b>64</b>	<b>T</b>	100	P
Bio62	16	P	18,8	P	86	P	100	P
Bio77	24,8	P	26,7	P	100	P	100	P
IR64	41,6	P	50,3	P	100	P	100	P
<i>O. rufipogon</i>	14,2	T	<b>10,2</b>	<b>T</b>	<b>82</b>	<b>T</b>	<b>80</b>	<b>T</b>
Kencana Bali	100	P	100	P	100	P	100	P

Tahan (T) = <15% (35-63 HST), <85% (84 HST); peka (P) = >15% (35-63 HST), >85% (84 HST).



Gambar 1. Keragaan galur haploid ganda di Yogyakarta. A = keragaan galur tahan (Bio34 dan Bio62) dan peka (Bio37), B = penampilan galur haploid ganda, Bio1 pada saat fase generatif.

Tabel 3 juga menunjukkan signifikansi respon ketahanan ketiga populasi tersebut terhadap empat ras uji ( $F < 0,05$ ) di rumah kaca. Keempat ras blas yang diinokulasikan ke galur uji memberikan pengaruh yang berbeda. Populasi BC<sub>2</sub> hanya menunjukkan respon tahan terhadap ras 001. Tingkat ketahanan populasi BC<sub>3</sub> dan BC<sub>5</sub> meningkat sehingga menunjukkan respon medium tahan sampai tahan terhadap keempat ras uji. Keragaan populasi BC<sub>5</sub> pada pengujian di rumah kaca dan di Sukabumi dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan, salah satu populasi BC<sub>5</sub>, yaitu galur 317-25-1 bersifat tahan terhadap keempat ras uji di antaranya isolat 04-223 pada pengujian di rumah kaca dan di Sukabumi.

### Karakterisasi Sifat Agronomis Galur Haploid Ganda (HG\_III)

Di samping pengujian respon ketahanan terhadap penyakit blas, pada penelitian ini juga dilakukan evaluasi terhadap karakter agronomis, yaitu meliputi tinggi tanaman, jumlah anakan vegetatif, jumlah anakan produktif, panjang malai, jumlah gabah per malai, dan hasil panen per m<sup>2</sup>, pada popula-

si DH\_III. Dipilihnya populasi DH\_III untuk pengujian karakter agronomis karena homogen. Hasil karakterisasi galur-galur populasi DH\_III disajikan pada Tabel 4.

Hasil pengujian karakter agronomi galur-galur terpilih dari populasi DH\_III pada kondisi gogo (Tabel 4) menunjukkan tiga galur memiliki hasil lebih tinggi dari kedua tetua (IR64 dan *O. rufipogon*). Hasil ketiga galur terpilih lebih dari 400 g, atau 100 g lebih tinggi dibandingkan dengan hasil IR64. Namun dilihat dari tinggi tanamannya, ketiga galur terpilih lebih tinggi dibandingkan dengan IR64, rata-rata mencapai 81,3 cm atau 24 cm lebih tinggi dibandingkan dengan IR64. Berdasarkan hasil evaluasi lapang tersebut maka ketiga galur dapat dijadikan sebagai kandidat galur harapan.

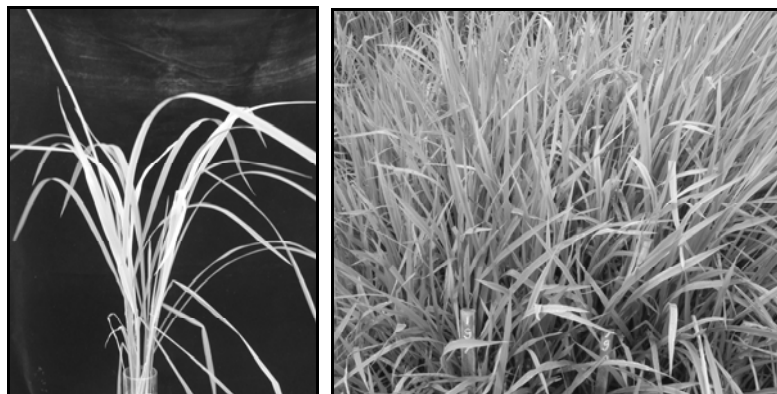
### KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian tingkat ketahanan terhadap penyakit blas pada beberapa populasi HG dan BC terdapat variasi keragaan yang berbeda. Variasi paling kecil terdapat pada populasi HG\_III. Keragaan yang berbeda juga terdapat pada beberapa

Tabel 3. Respon patogen blas terhadap galur populasi haploid ganda berdasarkan pengujian di rumah kaca.

Populasi	N	Varian	Respon patogen blas				
			F_LSD	001	033	173	04-233
BC <sub>2</sub>	12	16,41	1,662*	T	P	P	P
BC <sub>3</sub>	66	1,058	2,263**	MT	T	MT	P
BC <sub>5</sub>	81	0,511	2,765**	T	T	T	MT

P = peka, MT = medium tahan, T = tahan, \* =  $F \leq \alpha 5\%$ , \*\* =  $F \leq \alpha 1\%$ .



Gambar 2. Salah satu galur BC<sub>5</sub>, yaitu galur 317-25-1 pada pengujian di rumah kaca (terhadap isolat 04-233) dan di Sukabumi.

Tabel 4. Karakter agronomi galur-galur DH\_III pada pengujian lapang di Yogyakarta (gogo, MH 2006-2007).

Galur	Tinggi (cm)	Jumlah anakan vegetatif	Jumlah anakan produktif	Panjang malai (cm)	Jumlah gabah per malai	Hasil panen/m <sup>2</sup> (g)
<b>Bio1</b>	<b>93,07</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>26,09</b>	<b>148</b>	<b>440,0</b>
<b>Bio2</b>	<b>78,33</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>25,83</b>	<b>135</b>	<b>413,3</b>
<b>Bio8</b>	<b>72,53</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>23,92</b>	<b>112</b>	<b>405,0</b>
Bio9	99,57	13	11	25,09	124	220,0
Bio10	96,07	14	9	24,79	116	341,7
Bio14	92,67	15	10	25,99	123	295,0
Bio34	95,20	11	11	25,11	114	351,7
Bio37	89,33	14	10	24,11	115	330,0
Bio38	88,67	13	9	24,19	121	381,7
Bio61	74,53	13	8	24,02	122	268,3
Bio62	74,67	13	9	24,83	105	276,7
Bio77	68,73	14	10	25,43	120	303,3
<b>IR64</b>	<b>57,60</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>23,13</b>	<b>102</b>	<b>325,0</b>
<i>O. rufipogon</i>	<b>85,40</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>23,82</b>	<b>70</b>	<b>61,7</b>
Kencana Bali	87,27	11	8	23,67	173	240,0

generasi populasi silang balik (BC<sub>2</sub>-BC<sub>5</sub>). Variasi paling kecil terdapat pada populasi BC<sub>5</sub>. Dibandingkan antara populasi HG dan BC, maka tingkat variasi pada populasi HG\_III lebih kecil dari populasi BC<sub>5</sub>. Artinya tingkat homosigositas paling tinggi terdapat pada populasi HG\_III.

Berdasarkan hasil evaluasi karakter agronomi di lapang tertulis beberapa galur HG\_III tahan penyakit blas terpilih, diperoleh tiga galur yang memiliki penampilan agronomis sebagai kandidat galur harapan, yaitu Bio1, Bio2, dan Bio8.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baker, B., P. Zambryski, B. Staskawicz, and S.P. Dinesh-Kumar. 1997. Signaling in plant-microbe interactions. *J. Science* 276:726-733.
- Berruyer, R., H. Adreit, J. Milazzo, S. Gaillard, A. Berger, W. Dioh, M.-H. Leb Run, and D. Tharreau. 2003. Identification and fine mapping of *Pi33*, the rice resistance gene corresponding to the *Magnaporthe grisea* avirulence gene *ACE1*. *Theor. Appl. Genet.* 107(6):1139-1147.
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. 2008. Pengalaman dari 2007 dan Mensukseskan MT 2007/2008. <http://ditjentan.deptan.go.id/index.php?option>
- Hanarida, I. 1999. Pemanfaatan bioteknologi untuk pemuliaan padi. *Jurnal Tinjauan Ilmiah Riset Biologi dan Bioteknologi Pertanian* 3(1):27-32.
- International Rice Research Institute. 1996. Standard Evaluation System for Rice. Edisi ke-4. International Rice Research Institute. Philippines.
- Makmur, A. 1985. Pengantar Pemuliaan Tanaman. Bina Aksara. Jakarta.
- Masyhudi, M.F. 1995. Kultur anther dalam pemuliaan tanaman padi. *Dalam* M. Syam, Hermanto, A. Musaddad, dan Sunihardi (eds.) *Kinerja Penelitian Tanaman Pangan* Buku 2. hlm. 370-381.
- Roosman, A.Y., R.J. Howard, and B. Valent. 1990. *Pyricularia grisea*, The correct name for the rice Blast disease fungus. *J. Mycologia* 82:509-512.
- Santosa, A. Nasution, D.W. Utami, I. Hanarida, A.D. Ambarwati, S. Moeljopawiro, dan D. Tharreau. 2007. Variasi genetik dan spektrum virulensi patogen blas pada padi asal Jawa Barat dan Sumatera. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 26(3):150-155.
- Scardaci, S.C., R.K. Webster, C.A. Greer, J.E. Hill, J.F. William, D.M. Mutters, R.G. Brandon, K.S. McKenzie, and J.J. Oster. 1997. Rice blast: A new disease in California. *J. Agr. Fact. Sheet Ser.* 1:2-5.
- Utami, D.W., A.D. Ambarwati, A. Apriana, A. Sisharmini, I. Hanarida, D. Tharreau, dan Santosa. 2007. Spektrum ketahanan galur haploid ganda turunan IR64 dan *Oryza rufipogon* yang mengandung QTL ketahanan terhadap penyakit blas (*Pir*). *Jurnal AgroBiogen* 3(1): 1-8.
- Utami, D.W., E.M. Septiningsih, N. Anggiani, I. Hanarida, S. Yuriah, dan R. Iman. 2008. Pencarian alel-alel baru untuk gen-gen penting toleran cekaman biotik dan abiotik pada padi. Pencarian alel baru ketahanan terhadap penyakit blas (*Pyricularia grisea*) dan Evaluasi tingkat toleran plasma nutfah padi terhadap cekaman kahat unsur Phospor (P). Laporan Hasil Penelitian APBN Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian.