

PERAKITAN DAN PENGEMBANGAN VARIETAS UNGGUL BARU PADI TOLERAN RENDAMAN AIR INPARA 4 DAN INPARA 5 UNTUK DAERAH RAWAN BANJIR

Aris Hairmansis, Supartopo, Bambang Kustianto, Suwarno, dan Hamdan Pane

*Kebun Percobaan Padi Muara, Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Jalan Raya Ciapus No. 25C, Muara, Bogor 16610
Telp. (0251) 8322064, Faks. (0251) 8322064, E-mail: balitpamuara@telkom.net*

Diajukan: 19 Oktober 2010; Diterima: 05 Februari 2012

ABSTRAK

Rendaman air merupakan salah satu faktor pembatas utama peningkatan produksi padi di lahan rawan banjir. Perubahan iklim global yang menyebabkan meningkatnya frekuensi banjir di berbagai wilayah dapat mengancam stabilitas produksi beras nasional. Salah satu strategi adaptasi untuk mengurangi dampak tersebut adalah dengan menanam varietas toleran rendaman air. Berkaitan dengan hal tersebut, Badan Litbang Pertanian bekerja sama dengan Lembaga Penelitian Padi Internasional (IRRI) di Filipina mengembangkan varietas unggul padi yang toleran terhadap rendaman penuh. Dua varietas unggul baru padi berhasil dilepas, yaitu Inpara 4 dan Inpara 5 yang mampu tumbuh dan berproduksi dengan baik meskipun terendam air penuh sampai dua minggu pada fase vegetatif. Kedua varietas tersebut dirakit dengan metode silang-balik dengan bantuan penanda molekuler terhadap tetua berulang yang merupakan varietas padi yang sangat populer. Inpara 4 memiliki latar belakang genetik varietas Swarna yang populer di Asia Selatan dan Inpara 5 memiliki latar belakang genetik varietas IR64 yang populer di Asia Tenggara, termasuk Indonesia. Rata-rata hasil gabah kedua varietas di daerah rawan banjir masing-masing adalah 4,69 dan 4,45 t/ha. Varietas Inpara 4 memiliki tekstur nasi pera, sedangkan Inpara 5 bertekstur pulen. Keduanya potensial untuk dikembangkan di daerah yang rawan terhadap rendaman akibat banjir, seperti lahan rawa lebak dangkal, lahan sawah bonorowo, dan lahan sawah di pesisir pantai.

Kata kunci: Padi, silang-balik, toleran rendaman air, daerah rawan banjir

ABSTRACT

Development of the new submergence tolerant rice varieties Inpara 4 and Inpara 5 for flash flood prone areas

Submergence is the main abiotic constraint in increasing rice production in flood prone areas. Increasing frequencies of floods as a result of global climate change threaten the sustainability of national rice production. Adoption of submergence tolerant rice varieties is important to reduce the detrimental effect of submergence on rice. The Indonesian Agency for Agricultural Research and Development (IAARD) has collaborated with the International Rice Research Institute (IRRI) to develop submergence tolerant rice varieties. Recently, two submergence tolerant rice varieties had been released, namely Inpara 4 and Inpara 5 each is tolerant to complete submergence for 14 days. These two varieties were developed through a molecular assisted backcross breeding program using popular rice varieties as a recurrent parent. Inpara 4 was developed using Swarna, a popular rice variety in South Asia, as the recurrent parent. Inpara 5 was developed using IR64, which is very popular in Southeast Asia, as the recurrent parent. The average grain yields of these two varieties in flash flood prone areas were 4.69 and 4.45 t/ha, respectively. These two varieties are different in their characteristic of cooked rice texture. Inpara 4 has hard texture while Inpara 5 has smooth texture. These varieties have the potential to be adopted in flash flood prone areas such as in shallow flood prone, lowland *bonorowo* and coastal areas, to reduce yield losses caused by complete submergence.

Keywords: Rice, backcrossing, submergence tolerant, flash flood prone areas

Upaya peningkatan produksi beras nasional dihadapkan pada masalah cekaman biotik dan abiotik yang dapat mengganggu pertumbuhan dan hasil

tanaman padi. Masalah tersebut bervariasi antarekosistem tempat tanaman padi dibudidayakan. Tanaman padi dapat beradaptasi pada beragam agroekosistem,

antara lain lahan sawah irigasi, lahan sawah tadah hujan, lahan kering (gogo), dan lahan rawa. Untuk lahan rawa khususnya rawa lebak, cekaman ren-

daman air menjadi faktor pembatas utama terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi (Harahap dan Silitonga 1998). Fluktuasi air yang tidak menentu dan sistem tata air yang kurang baik di lahan rawa lebak menyebabkan tanaman padi rentan terhadap cekaman rendaman air (Alihamsyah dan Ar-Riza 2006; Pane *et al.* 2007). Meskipun padi dapat beradaptasi dengan baik di lahan berair, rendaman air yang terjadi pada seluruh kanopi tanaman dapat menimbulkan kerusakan fisiologis yang nyata (Ito *et al.* 1999).

Rendaman air juga merupakan cekaman abiotik penting yang dapat menekan pertumbuhan dan hasil tanaman padi di lahan sawah rawan banjir. Peningkatan frekuensi banjir di berbagai wilayah sebagai dampak dari perubahan iklim global menjadikan rendaman sebagai salah satu faktor penting yang berpotensi mengganggu keberlanjutan produksi padi nasional. Data dari Direktorat Perlindungan Tanaman tahun 1996–2006 menunjukkan rata-rata area tanaman padi yang rusak setiap tahun akibat banjir mencapai 268.823 ha, dengan rata-rata kerugian mencapai 1,1 juta ton beras setiap tahun (Widiarta 2008). Oleh karena itu, diperlukan teknologi adaptasi yang tepat untuk menekan dampak negatif rendaman akibat banjir terhadap keberlanjutan produksi padi nasional.

Salah satu strategi adaptasi yang dapat digunakan untuk menekan kehilangan hasil akibat banjir adalah dengan menanam varietas unggul padi yang toleran terhadap rendaman (Zeigler dan Puckridge 1995; Wassmann *et al.* 2009). Untuk itu

pada tahun 2008 Badan Litbang Pertanian melepas varietas unggul padi rawa Inpara 3 yang toleran terhadap rendaman air penuh selama seminggu. Varietas tersebut merupakan hasil introduksi dari International Rice Research Institute (IRRI) di Filipina (Hairmansis *et al.* 2009). Pada tahun 2009, Badan Litbang Pertanian melepas dua varietas unggul baru toleran rendaman yang diberi nama Inpara 4 (Swarna-Sub1) dan Inpara 5 (IR64-Sub1) (Gambar 1). Tingkat toleransi rendaman kedua varietas tersebut lebih baik daripada Inpara 3, yaitu toleran terhadap rendaman penuh sampai dua minggu. Kedua varietas baru tersebut diarahkan untuk dikembangkan di daerah rawan banjir sehingga dapat meningkatkan stabilitas hasil padi di wilayah tersebut.

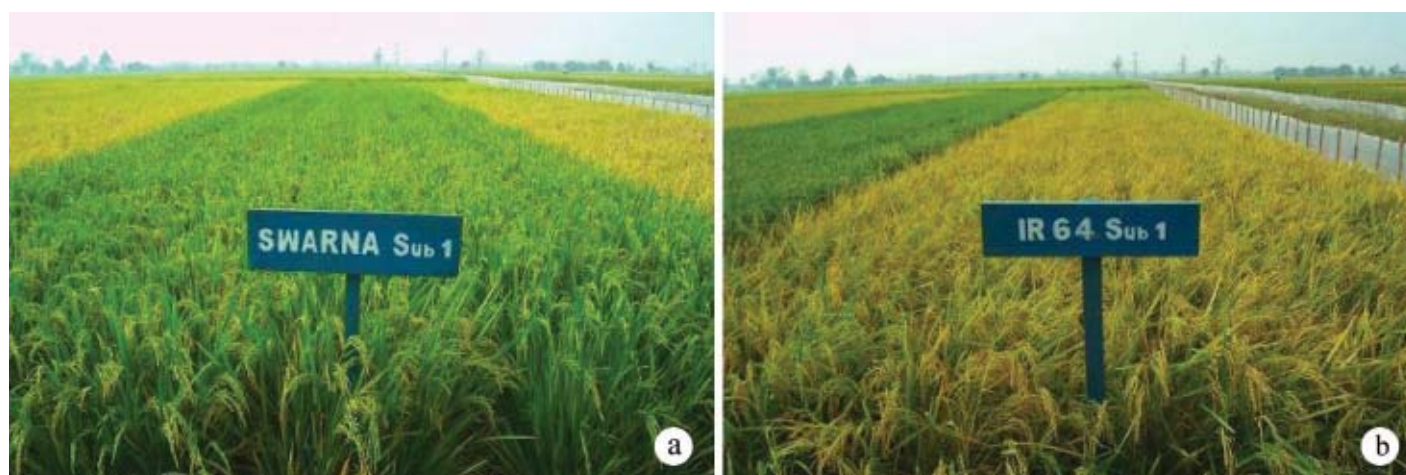
Tulisan ini menguraikan proses pembentukan dan arah pengembangan varietas unggul baru toleran rendaman air Inpara 4 dan Inpara 5. Informasi yang disajikan diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan kedua varietas tersebut dalam upaya mempercepat proses diseminasi dan adopsi kedua varietas tersebut di lahan rawan banjir.

ADAPTASI TANAMAN PADI TERHADAP CEKAMAN RENDAMAN

Faktor utama penyebab kerusakan tanaman padi akibat rendaman adalah terbatasnya pertukaran udara, baik berupa karbondioksida (CO_2) maupun oksigen

(O_2) yang menghambat proses fotosintesis dan respirasi tanaman (Setter *et al.* 1997). Terdapat dua tipe rendaman penuh (*complete submergence*) yang dapat terjadi pada tanaman padi. Pertama adalah rendaman air dalam jangka panjang (*stagnant flood*), seperti pada lahan rawa lebak dalam di Sumatera dan Kalimantan. Tipe kedua adalah rendaman dalam jangka pendek (*flash flood*) yang terjadi selama 1–2 minggu, seperti pada lahan rawa lebak dangkal dan di lahan sawah dengan tata air buruk sehingga mudah tergenang.

Mekanisme adaptasi tanaman padi terhadap pengaruh rendaman air penuh dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu memanjangkan batang mengikuti permukaan air untuk menghindari kondisi anaerob dan menyimpan cadangan energi selama terendam kemudian tumbuh kembali setelah air surut (Setter *et al.* 1997). Mekanisme adaptasi tanaman padi tersebut bergantung pada kondisi genangan air. Adaptasi dengan pemanjangan batang (*stem elongation ability*) sesuai untuk daerah-daerah yang tergenang air dalam jangka panjang (Mackill *et al.* 1996; Setter *et al.* 1997). Untuk daerah yang terendam air dalam waktu singkat (kurang dari 14 hari), tanaman padi beradaptasi dengan toleransi terhadap rendaman (*submergence tolerant*) (Mackill *et al.* 1996; Setter *et al.* 1997). Penggunaan varietas padi dengan kemampuan pemanjangan batang yang cepat pada daerah dengan rendaman air singkat justru akan merugikan karena tanaman akan rebah setelah air surut (Mackill *et al.* 1996; Setter *et al.* 1997).



Gambar 1. Tampilan varietas unggul baru padi toleran rendaman di Kebun Percobaan Sukamandi, Subang, Jawa Barat: (a) Inpara 4 (Swarna-Sub1) dan (b) Inpara 5 (IR64-Sub1) (BB Padi 2009).

PEMBENTUKAN VARIETAS PADI TOLERAN RENDAMAN AIR

Sifat toleran rendaman beragam antar-genotipe padi dan sejumlah studi telah dilakukan untuk mempelajari sifat genetiknya (Suprihatno dan Coffman 1981; Mohanty dan Khush 1985; Mackill *et al.* 1993; Setter *et al.* 1997). Salah satu gen pengendali sifat toleran rendaman yang terdapat pada kromosom 9 pada padi telah berhasil dikarakterisasi dengan baik dengan bantuan penanda molekuler dan disebut dengan gen Sub1 (Xu dan Mackill 1996; Xu *et al.* 2006). Varietas yang membawa gen Sub1 mampu bertahan hidup pada kondisi terendam penuh sampai dua minggu (Xu dan Mackill 1996; Xu *et al.* 2006). Gen tersebut terkait dengan pengaturan hormon etilen dan asam gibberelat yang mencegah tanaman padi untuk tumbuh dan memanjang selama terendam untuk menyimpan energinya (Fukao *et al.* 2006; Xu *et al.* 2006). Namun demikian, gen toleran tersebut berasal dari varietas lokal FR13A yang memiliki daya gabung sifat agronomi yang kurang baik (Mackill *et al.* 1996). Pemanfaatan penanda molekuler yang terpaut dengan gen toleran rendaman dapat memfasilitasi introduksi gen toleran tersebut ke dalam varietas unggul populer, mempertahankan sifat-sifat unggul yang sudah ada, dan meningkatkan toleransi rendamannya (Xu dan Mackill 1996).

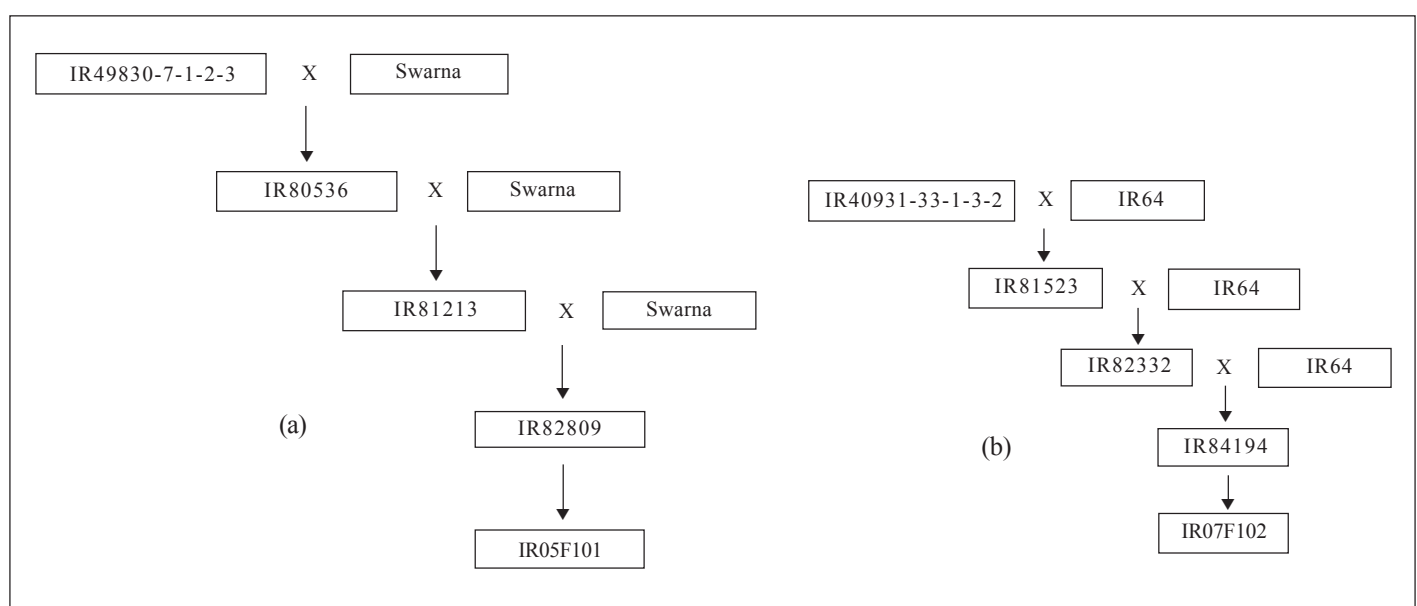
IRRI berhasil mengembangkan galur-galur toleran rendaman yang memiliki sifat agronomi unggul dengan memanfaatkan gen toleran rendaman Sub1. Gen toleran Sub1 diintegrasikan ke dalam varietas-varietas unggul yang populer di Asia Selatan dan Asia Tenggara dengan metode silang-balik dan dengan bantuan penanda molekuler (Mackill *et al.* 2006; Neeraja *et al.* 2007; Septiningsih *et al.* 2009). Seleksi dengan penanda molekuler dilakukan untuk mengidentifikasi gen yang dipindahkan maupun untuk memulihkan genom varietas unggul populer sehingga genotipe galur toleran yang dihasilkan mirip dengan varietas asal, kecuali pada segmen kromosom yang membawa gen toleran rendaman Sub1 (Mackill *et al.* 2006; Neeraja *et al.* 2007; Septiningsih *et al.* 2009). Pemilihan varietas unggul yang populer sebagai tetua berulang pada program silang-balik sangat penting agar varietas toleran yang dihasilkan lebih mudah diadopsi petani.

Galur-galur yang membawa gen Sub1 dari IRRI selanjutnya diintroduksi ke Indonesia dan sejumlah negara di Asia Selatan dan Asia Tenggara melalui program *International Network for Genetic Evaluation of Rice* (INGER) untuk diuji adaptasinya di berbagai daerah yang mewakili lahan rawan banjir. Hasil uji multilokasi di berbagai daerah di Indonesia menunjukkan terdapat dua galur padi toleran rendaman, yaitu IR05F101 (Swarna-Sub1) dan IR07F102 (IR64-Sub1)

yang berpotensi untuk dikembangkan di lahan rawa lebak dan rawan banjir. Kedua galur tersebut selanjutnya dilepas sebagai varietas unggul baru masing-masing dengan nama Inpara 4 dan Inpara 5.

Berdasarkan silsilahnya, galur IR05F101 (Swarna-Sub1) merupakan hasil seleksi pedigree (*single plant selection*) terhadap populasi IR82809 (Gambar 2a). Populasi IR82809 merupakan hasil silang-balik ketiga antara varietas Swarna sebagai tetua berulang dan galur toleran rendaman IR49830-7-1-2-3 sebagai tetua donor (IRRI 2010). Varietas Swarna merupakan varietas yang sangat populer dan ditanam luas di India dan Bangladesh (Mackill *et al.* 2006; Neeraja *et al.* 2007). Seleksi untuk mendapatkan galur yang toleran dan memiliki genotipe yang mirip dengan varietas Swarna dilakukan dengan bantuan penanda molekuler (Neeraja *et al.* 2007).

Galur IR07F102 merupakan hasil seleksi pedigree terhadap populasi IR84194 (Gambar 2b). Populasi IR84194 merupakan hasil silang-balik ketiga antara varietas IR64 sebagai tetua berulang dan galur toleran rendaman IR40931-33-1-3-2 sebagai tetua donor (IRRI 2010). Proses seleksi terhadap rekombinan yang diturunkan dari silang-balik tersebut dilakukan dengan bantuan penanda molekuler sehingga diperoleh galur toleran rendaman yang memiliki kemiripan genetik yang tinggi dengan varietas populer IR64 (Septiningsih *et al.* 2009).



Gambar 2. Silsilah varietas unggul baru padi toleran rendaman (a) Inpara 4 dan (b) Inpara 5 (IRRI 2010).

POTENSI HASIL DAN SIFAT-SIFAT PENTING

Potensi Hasil dan Karakteristik Agronomi

Potensi hasil dan daya adaptasi suatu varietas dievaluasi melalui pengujian di berbagai lokasi yang dikenal dengan uji multilokasi. Pengujian ini merupakan syarat agar suatu galur hasil pemuliaan dapat dilepas sebagai varietas unggul baru. Sebelum dilepas sebagai varietas unggul baru, varietas Inpara 4 dan Inpara 5 diuji daya hasilnya di berbagai lokasi yang mewakili sentra produksi padi di daerah rawan banjir (BB Padi 2009). Potensi hasil kedua varietas baru tersebut dibandingkan dengan varietas unggul IR42 dan IR64. Dari tujuh lokasi percobaan, Inpara 4 menghasilkan gabah kering giling rata-rata 4,69 t/ha, sedangkan Inpara 5 memiliki rata-rata hasil 4,45 t/ha (Tabel 1). Hasil tersebut sebanding dengan hasil varietas unggul IR42 yang merupakan varietas populer di lahan rawa dan IR64 yang populer di lahan sawah. Perbedaan yang kecil antara varietas toleran dan varietas peka pada berbagai pengujian di lapangan kemungkinan disebabkan genangan belum memberikan pengaruh yang serius terhadap varietas peka.

Pengujian galur-galur toleran rendaman di lahan yang menjadi langganan

banjir tidak menjamin adanya cekaman rendaman pada level yang diinginkan karena terjadinya banjir atau cekaman rendaman pada pertanaman padi di lapangan sangat tidak menentu. Oleh karena itu, potensi hasil galur toleran perlu dievaluasi pada kondisi lingkungan yang terkontrol untuk mengetahui respons galur tersebut terhadap tingkat rendaman (Singh *et al.* 2009; Hairmansis *et al.* 2011). Sebuah kolam sawah buatan dibangun di Kebun Percobaan Sukamandi, Balai Besar Penelitian Tanaman Padi sebagai fasilitas uji rendaman di lapangan dengan kondisi terkontrol. Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian di kolam rendaman tersebut dengan perlakuan rendaman air penuh selama 10 hari pada fase vegetatif. Hasil percobaan menunjukkan varietas Inpara 4 dan Inpara 5 memberi hasil yang lebih tinggi dibanding varietas unggul yang peka, yaitu IR42 dan IR64. Hal ini mengindikasikan keefektifan gen toleran Sub1 dalam menekan kehilangan hasil akibat rendaman (Hairmansis *et al.* 2011).

Tabel 3 memperlihatkan sifat-sifat agronomi penting varietas Inpara 4 dan Inpara 5, yang meliputi tinggi tanaman, jumlah anakan, umur panen, jumlah gabah per malai, persentase gabah isi, dan bobot butiran gabah. Perbedaan penting antara sifat agronomi varietas Inpara 4 dan Inpara 5 terdapat pada karakter umur panen dan bobot butiran gabah. Varietas Inpara 4 tergolong berumur sedang

Tabel 2. Hasil varietas padi Inpara 4 dan Inpara 5 serta varietas pembandingan pada perlakuan rendaman selama 10 hari pada fase vegetatif, Sukamandi, MK 2009.

Varietas	Hasil (t/ha)
Inpara 4	5,74
Inpara 5	4,22
IR42	2,69
IR64	3,06

Sumber: Hairmansis *et al.* (2011).

dengan umur panen 135 hari, sama seperti IR42, sedangkan varietas Inpara 5 tergolong genjah dengan umur panen 114 hari, sama dengan IR64. Butiran gabah varietas Inpara 4 relatif sama dengan IR42, tetapi lebih kecil jika dibandingkan Inpara 5 dan IR64. Perbedaan karakteristik tersebut akan menentukan arah pengembangan kedua varietas di wilayah sasaran.

Ketahanan terhadap Cekaman Abiotik dan Biotik

Ketahanan varietas Inpara 4 dan Inpara 5 terhadap cekaman abiotik dan biotik utama disajikan pada Tabel 4. Kedua varietas tersebut dirakit untuk perbaikan satu sifat

Tabel 1. Hasil gabah kering giling varietas unggul baru padi toleran rendaman Inpara 4 dan Inpara 5 serta varietas pembandingan di daerah rawa dan rawan banjir.

Lokasi	Hasil gabah (t/ha)			
	Inpara 4	Inpara 5	IR42	IR64
Karang Agung, Banyuasin, Sumatera Selatan, MH 2007/2008	4,53	5,30	5,18	3,33
Kayu Agung, Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan, MK 2008	3,39	2,69	3,35	2,88
Cilacap, Jawa Tengah, MH 2007/2008	3,19	3,13	3,18	2,57
Eretan, Indramayu, Jawa Barat, MH 2007/2008	5,44	7,20	6,40	6,60
Purworejo, Jawa Tengah, MH 2007/2008	5,68	5,22	5,05	6,27
Bojonegoro, Jawa Timur, MH 2007/2008	3,00	2,87	2,66	2,89
Karang Ampel, Indramayu, Jawa Barat, MH 2007/2008	7,63	4,74	6,14	5,70
Rata-rata	4,69	4,45	4,57	4,32

Sumber: BB Padi (2009).

Tabel 3. Karakteristik agronomi varietas unggul baru padi toleran rendaman Inpara 4 dan Inpara 5 serta varietas pembanding IR42 dan IR64.

Karakteristik agronomi	Inpara 4	Inpara 5	IR42	IR64
Tinggi tanaman (cm)	94	92	95	88
Jumlah anakan produktif per rumpun	18	18	18	19
Umur panen (hari)	135	115	134	114
Jumlah gabah per malai	179	101	138	106
Persentase gabah isi	73	83	84	88
Bobot 1.000 butir gabah (g)	19	25	20	25

Sumber: BB Padi (2009).

Tabel 4. Ketahanan varietas unggul baru padi Inpara 4 dan Inpara 5 serta varietas pembanding IR42 dan IR64 terhadap cekaman abiotik dan biotik.

Cekaman abiotik dan biotik	Tingkat ketahanan			
	Inpara 4	Inpara 5	IR42	IR64
Rendaman penuh selama 14 hari pada fase vegetatif	Toleran	Toleran	Peka	Peka
Wereng batang coklat biotipe 3	Peka	Agak peka	Peka	Agak peka
Blas	Peka	Peka	Peka	Peka
Hawar daun bakteri strain IV	Peka	Agak peka	Peka	Peka
Hawar daun bakteri strain VIII	Peka	Peka	Peka	Peka

Sumber: BB Padi (2009).

utama, yaitu toleransi rendaman dengan menggunakan varietas tetua yang sudah populer sebagai tetua berulang. Dengan demikian, keunggulan utama Inpara 4 dan Inpara 5 dibandingkan tetuanya adalah kemampuannya untuk bertahan hidup pada kondisi anerob sampai dua minggu, di mana varietas yang peka seperti IR42 dan IR64 tidak mampu tumbuh. Kedua varietas baru tersebut juga lebih baik dibandingkan varietas unggul toleran rendaman yang dilepas sebelumnya, yaitu Inpara 3 yang toleran terhadap rendaman selama seminggu (Hairmansis *et al.* 2009).

Seperti halnya varietas-varietas tetuanya, Inpara 4 dan Inpara 5 rentan terhadap serangan hama wereng batang coklat biotipe 3, penyakit hawar daun bakteri, dan blas. Kekurangan ini memberikan peluang untuk perbaikan sifat kedua varietas dengan memanfaatkan gen ketahanan penyakit yang ada. Baik wereng batang coklat, hawar daun bakteri maupun blas, sifat ketahanannya dikenal oleh gen-gen tunggal sehingga perbaikan sifatnya bisa menggunakan

metode silak-balik. Sebagai contoh, varietas Angke yang membawa gen tahan hawar daun bakteri Xa5 dan varietas Conde yang membawa gen tahan hawar daun bakteri Xa7, dirakit dengan menggunakan silang-balik terhadap varietas populer IR64 sebagai tetua berulang (Suwarno *et al.* 1999). Persilangan antara Inpara 5 dengan varietas Angke dan Conde memberikan peluang yang lebih besar untuk mendapatkan genotipe tanaman yang mirip IR64 dengan sifat toleran rendaman dan tahan hawar daun bakteri.

Mutu Beras dan Nasi

Mutu beras dan mutu tanak sangat menentukan tingkat penerimaan varietas oleh konsumen. Varietas unggul yang populer umumnya memiliki mutu beras dan nasi yang baik dan sesuai dengan selera masyarakat tempat varietas tersebut berkembang. Varietas IR64 yang merupakan varietas yang sangat populer di Jawa dan Bali, memiliki mutu beras yang

baik dan rasa yang enak, sesuai dengan preferensi masyarakat di daerah-daerah tersebut yang menyukai nasi pulen (Damardjati dan Purwani 1998; Suismono *et al.* 2003). Sebaliknya varietas IR42 yang memiliki tekstur nasi pera, sangat populer di Sumatera yang konsumennya menyukai nasi dengan tekstur tersebut (Damardjati dan Purwani 1998; Suismono *et al.* 2003). Penggunaan varietas unggul yang sudah populer sebagai tetua berulang melalui seleksi silang-balik dapat meningkatkan peluang diterimanya varietas unggul baru oleh petani. Penggunaan metode silang-balik dengan bantuan penanda molekuler dalam merakit varietas toleran rendaman, dapat mempertahankan keunggulan sifat mutu beras dan nasi varietas tetua (Singh *et al.* 2009).

Karakteristik mutu beras dan mutu tanak varietas Inpara 4 dan Inpara 5 disajikan pada Tabel 5 dan penampilan gabah dan beras kedua varietas ditunjukkan pada Gambar 3. Varietas Inpara 4 dan Inpara 5 yang memiliki latar belakang genetik varietas unggul populer memiliki mutu beras yang baik. Perbedaan utama kedua varietas baru tersebut adalah pada kadar amilosa dan tekstur nasi setelah dimasak. Inpara 4 memiliki kadar amilosa yang tinggi dan tekstur nasi pera seperti varietas IR42, sedangkan Inpara 5 memiliki kadar amilosa yang lebih rendah dengan tekstur nasi yang lebih pulen. Perbedaan tersebut dapat menjadi salah satu dasar untuk pewilayahan area pengembangan kedua varietas tersebut.

ARAH PENGEMBANGAN

Perubahan iklim global yang menyebabkan peningkatan kejadian ekstrem seperti banjir dan kekeringan, perlu diantisipasi dengan pendekatan strategi adaptasi yang tepat untuk menekan dampak negatifnya terhadap produksi padi (Zeigler dan Puckridge 1995; Wassmann *et al.* 2009). Untuk daerah-daerah rawan banjir, penanaman varietas unggul padi toleran rendaman merupakan langkah adaptasi yang paling efisien. Varietas unggul toleran rendaman Inpara 4 dan Inpara 5 sesuai untuk dikembangkan di daerah-daerah rawan banjir dengan lama rendaman 1–2 minggu. Kedua varietas tersebut tidak sesuai dikembangkan di daerah yang rawan terhadap genangan

Tabel 5. Mutu beras dan nasi varietas unggul baru padi toleran rendaman Inpara 4 dan Inpara 5 serta varietas pembanding IR42 dan IR64.

Karakteristik mutu beras dan nasi	Indikator mutu beras/nasi			
	Inpara 4	Inpara 5	IR42	IR64
Beras pecah kulit (%)	70	73	77	77
Beras giling (%)	60	61	62	65
Beras kepala (%)	81	89	78	86
Bentuk beras	Medium	Ramping	Medium	Ramping
Pengapuran	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit
Kadar amilosa (%)	27	23	29	25
Tekstur nasi	Pera	Sedang	Pera	Sedang
Rasa nasi	Enak	Enak	Enak	Enak

Sumber: BB Padi (2009).



Gambar 3. Penampilan gabah dan beras giling varietas unggul baru padi toleran rendaman, (a) Inpara 4 (Swarna-Sub1) dan (b) Inpara 5 (IR64-Sub1) (BB Padi 2009).

dalam jangka panjang, seperti lahan rawa lebak dalam.

Pertanaman padi yang rawan terhadap rendaman jangka pendek antara lain dapat dijumpai di lahan rawa lebak dangkal, sawah bonorowo, dan sawah di pesisir pantai. Lahan rawa lebak dangkal tersebar luas di Sumatera dan Kalimantan. Lahan sawah bonorowo dapat dijumpai di daerah Bojonegoro, Lamongan, dan Cilacap, sementara lahan sawah di pesisir pantai yang rawan banjir terdapat di pantai utara Jawa, seperti di Indramayu, Subang, dan Karawang yang merupakan sentra-sentra produksi padi. Penanaman varietas toleran rendaman di daerah-daerah tersebut dapat mencegah kerusakan pertanaman padi apabila terjadi rendaman penuh pada fase vegetatif. Namun demikian, kedua varietas toleran tersebut tetap akan rusak apabila banjir dan genangan

terjadi pada fase generatif atau menjelang panen.

Perbedaan umur tanaman varietas Inpara 4 dan Inpara 5 dapat dijadikan sebagai salah satu kriteria penting dalam menentukan arah pengembangan kedua varietas tersebut. Inpara 4 yang tergolong berumur sedang (135 hari) lebih sesuai untuk ditanam di lahan rawa lebak, di mana petani menerapkan beberapa kali tanam pindah untuk menyesuaikan tinggi genangan air (Alihamsyah dan Ar-Riza 2006; Pane *et al.* 2007). Inpara 5 yang memiliki karakteristik mirip IR64 dengan umur genjah lebih sesuai dikembangkan di lahan sawah yang rawan banjir.

Ketahanan terhadap hama dan penyakit juga menentukan wilayah pengembangannya. Kedua varietas tersebut peka terhadap hama wereng batang coklat biotipe 3 sehingga tidak dianjurkan untuk

ditanam di lahan sawah yang endemis wereng batang coklat biotipe 3. Selain itu, kedua varietas juga peka terhadap penyakit blas dan hawar daun bakteri. Dengan demikian, penanaman kedua varietas tersebut di daerah yang endemis penyakit blas atau hawar daun bakteri harus disertai sistem pengendalian penyakit yang optimal.

Mutu beras dan mutu tanak menjadi salah satu pembeda yang khas antara Inpara 4 dan Inpara 5. Inpara 4 memiliki bentuk butiran beras yang kecil dan tekstur nasinya pera seperti IR42. Dengan demikian, pengembangan varietas Inpara 4 lebih sesuai diarahkan pada daerah yang masyarakatnya menyukai bentuk beras kecil dan nasi pera, seperti Sumatera dan Kalimantan. Sementara Inpara 5 yang memiliki mutu hampir sama dengan IR64 lebih sesuai untuk dikembangkan di daerah rawan banjir di Jawa, Bali, dan Sulawesi yang masyarakatnya menyukai nasi pulen.

KESIMPULAN

Varietas unggul padi toleran rendaman Inpara 4 dan Inpara 5 memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan di daerah rawan banjir untuk menekan kehilangan hasil apabila terjadi rendaman air penuh sampai dua minggu pada fase vegetatif. Rata-rata hasil gabah kering giling kedua varietas di daerah rawan banjir masing-masing adalah 4,69 dan 4,45 t/ha. Varietas Inpara 4 memiliki tekstur nasi pera, sedangkan Inpara 5 bertekstur nasi pulen. Dengan latar belakang genetik varietas unggul yang sudah populer, diharapkan varietas Inpara 4 dan Inpara 5 dapat dengan cepat diadopsi oleh petani. Pemuliaan untuk memperbaiki kedua varietas toleran rendaman tersebut perlu terus dilakukan, terutama untuk meningkatkan ketahanannya terhadap hama dan penyakit utama padi di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Alihamsyah, T. dan I. Ar-Riza. 2006. Teknologi pemanfaatan lahan rawa lebak. hlm. 181–202. Dalam D.A. Suriadikarta, U. Kurnia, Mamat, H.S., W. Hartatik, dan D. Setyorini (Ed.). Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- BB Padi. 2009. Proposal Pelepasan Varietas Padi Rawa: Galur padi rawa toleran rendaman

- IR05F101 (Swarna-Sub1) dan IR07F102 (IR64-Sub1). Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi.
- Damardjati, D.S. dan E.Y. Purwani. 1998. Determinan mutu beras di Indonesia. hlm. 416–442. *Dalam Inovasi Teknologi Pertanian, Seperempat Abad Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Buku 1. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
- Fukao, T., K.N. Xu, P.C. Ronald, and B.J. Serres. 2006. A variable cluster of ethylene response factor-like genes regulates metabolic and developmental acclimation responses to submergence in rice. *Plant Cell* 18: 2021–2034.
- Hairmansis, A., B. Kustianto, Supartopo, I. Kairullah, dan Suwarno. 2009. Inpara 3: Varietas unggul baru padi rawa toleran terhadap rendaman. hlm. 103–112. *Dalam B. Suprihatno, A.A. Daradjat, Satoto, Efendi, B. Suherlan, dan Suprihanto (Ed.). Inovasi Teknologi Padi Mengantisipasi Perubahan Iklim Global Mendukung Ketahanan Pangan*, Buku 1. Prosiding Seminar Nasional Padi 2008. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi.
- Hairmansis, A., Supartopo, B. Kustianto, dan H. Pane. 2011. Karakter agronomi dan hasil galur padi toleran rendaman. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 30(1): 1–8.
- Harahap, Z. dan T.S. Silitonga. 1998. Perbaikan varietas padi. hlm. 335–361. *Dalam M. Ismunadji, M. Syam, dan Yuswadi (Ed.). Padi*, Buku 2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- IRRI. 2010. IRIS International Rice Information System. <http://www.iris.irri.org/> [11 October 2010].
- Ito, O., E. Ella, and N. Kawano. 1999. Physiological basis of submergence tolerance in rainfed lowland rice ecosystem. *Field Crops Res.* 64: 75–90.
- Mackill, D.J., M.M. Amante, B.S. Vergara, and S. Sarkarung. 1993. Improved semidwarf rice lines with tolerance to submergence of seedlings. *Crop Sci.* 33: 749–753.
- Mackill, D.J., W.R. Coffman, and D.P. Garrity. 1996. Rainfed Lowland Rice Improvement. International Rice Research Institute, Manila. 242 pp.
- Mackill, D.J., B.C.Y. Collard, C.N. Neeraja, R.M. Rodriguez, S. Heuer, and A.M. Ismail. 2006. QTLs in rice breeding: Examples for abiotic stresses. p. 155–167. *In D.S. Brar, D.J. Mackill, and B. Hardy (Eds.). Rice Genetics 5, Proceedings of the International Rice Genetics Symposium*. International Rice Research Institute, Manila.
- Mohanty, H.K. and G.S. Khush. 1985. Diallel analysis of submergence tolerance in rice, *Oryza sativa* L. *Theor. Appl. Gen.* 70: 467–473.
- Neeraja, C.N., R. Maghirang-Rodriguez, A. Pamplona, S. Heuer, B.C.Y. Collard, E.M. Septiningsih, G. Vergara, D. Sanchez, K. Xu, A.M. Ismail, and D.J. Mackill. 2007. A marker-assisted backcross approach for developing submergence-tolerant rice cultivars. *Theor. Appl. Gen.* 115: 767–776.
- Pane, H., Suwarno, B. Kustianto, K. Makarim, H. Suharto, dan H. Sembiring. 2007. Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) Padi Rawa Lebak. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi.
- Septiningsih, E.M., A.M. Pamplona, D.L. Sanchez, C.N. Neeraja, G.V. Vergara, S. Heuer, A.M. Ismail, and D.J. Mackill. 2009. Development of submergence-tolerant rice cultivars: The Sub1 locus and beyond. *Ann. Bot.* 103: 151–160.
- Setter, T.L., M. Ellis, E.V. Laureles, E.S. Ella, D. Senadhira, S.B. Mishra, S. Sarkarung, and S. Datta. 1997. Physiology and genetics of submergence tolerance in rice. *Ann. Bot.* 79: 67–77.
- Singh, S., D.J. Mackill, and A.M. Ismail. 2009. Responses of Sub1 rice introgression lines to submergence in the field: Yield and grain quality. *Field Crops Res.* 113: 12–23.
- Suismono, A. Setyono, S.D. Indrasari, P. Wibowo dan I. Las. 2003. Evaluasi Mutu Beras Berbagai Varietas Padi di Indonesia. Balai Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi. 41 hlm.
- Suprihatno, B. and W.R. Coffman. 1981. Inheritance of submergence tolerance in rice (*Oryza sativa* L.). *SABRAO J.* 13: 98–108.
- Suwarno, E. Lubis, H.R. Hifni, M. Bustaman, dan M. Yunus. 1999. Perbaikan ketahanan varietas padi IR64 terhadap penyakit hawar daun bakteri. *Penelitian Pertanian* 18(1): 1–5.
- Wassmann, R., S.V.K. Jagadish, S. Heuer, A. Ismail, E. Redona, R. Serraj, R.K. Singh, G. Howell, H. Pathak, and K. Sumfleth. 2009. Climate change affecting rice production: The physiological and agronomic basis for possible adaptation strategies. *Adv. Agron.* 101: 59–122.
- Widiarta, I.N. 2008. Loss and Risk Assessment: Irrigation infrastructure and flood affecting areas in Indonesia. Progress Report of Submergence Tolerant Rice Project. Indonesian Center for Food Crops Research and Development, Bogor.
- Xu, K. and D.J. Mackill. 1996. A major locus for submergence tolerance mapped on rice chromosome 9. *Mol. Breed.* 2: 219–224.
- Xu, K., X. Xu, T. Fukao, P. Canlas, R. Maghirang-Rodriguez, S. Heuer, A.M. Ismail, B.J. Serres., P.C. Ronald, and D.J. Mackill. 2006. Sub1A is an ethylene-response-factor-like gene that confers submergence tolerance to rice. *Nature* 442: 705–708.
- Zeigler, R.S. and D.W. Puckridge. 1995. Improving sustainable productivity in rice-based rainfed lowland systems of South and Southeast Asia. *Geojournal* 35: 307–324.