

PEMBENTUKAN GALUR-GALUR PADI SAWAH HAPLOID GANDA MELALUI TEKNIK KULTUR ANTERA

Priatna Sasmita dan Aan A. Daradjat

Balai Besar Penelitian Tanaman Padi
Jln. Raya No. 9, Sukamandi, Subang 41256, Jawa Barat

ABSTRACT

Development of Doubled Haploid Lowland Rice through Anther Culture. An experiment to evaluate the rice breeding lines having the doubled haploid state from several F_1 genotypes has been conducted in the laboratory and the green house of the Indonesian Center for Rice Research during the planting season of 2008. The anthers of the twenty three F_1 generation derived from different crosses have been cultured. Results of this trials revealed that 14 out of the 23 F_1 generation produced calli. Furthermore, at the regeneration stage, 10 out of the 14 F_1 generation developed green planlets. These 10 F_1 generation were IRBB66/Fatmawati, Fatmawati/IRBB66, Gajah Mungkur/IRBB66, Gajah Mungkur/Fatmawati, Taiken-9/BPT164C-88-7-3-2, Taiken-9/IRBB66, Taiken-9/Fatmawati, Taiken-9/BP1356-16-KN-4, Taiken-9/BP9454F-20-1-B, and Celebes/IRBB66. A total of 279 doubled haploid lines were obtained from the anther cultures of the F_1 generation.

Key words: F_1 crossing, anther culture, doubled haploid superior lines.

ABSTRAK

Salah satu percobaan pembentukan galur-galur padi sawah haploid ganda melalui teknik kultur antera telah dilakukan di Balai Besar Penelitian Tanaman Padi selama musim tanam tahun 2008. Percobaan ini bertujuan untuk mendapatkan galur-galur padi sawah haploid ganda putatif dari populasi pertanaman F_1 melalui kultur antera. Antera dari 23 genotipe F_1 asal berbagai persilangan telah dikulturkan hingga fase regenerasi atau pembentukan tanaman stadia planlet. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tahap induksi kalus, 14 dari 23 genotipe F_1 yang dikulturkan dapat menghasilkan kalus. Selanjutnya, pada tahap regenerasi tanaman, 10 dari 14 genotipe F_1 tersebut dapat menghasilkan planlet tanaman hijau. Kesepuluh populasi genotipe hasil kultur antera tersebut adalah IRBB66/Fatmawati, Fatmawati/IRBB66, Gajah Mungkur/

IRBB66, Gajah Mungkur/Fatmawati, Taiken-9/BPT164C-88-7-3-2, Taiken-9/IRBB66, Taiken-9/Fatmawati, Taiken-9/BP1356-16-KN-4, Taiken-9/BP9454F-20-1-B, and Celebes/IRBB66. Total genotipe yang dihasilkan dari kultur antera F_1 hingga tahap aklimatisasi adalah sebanyak 279 nomor.

Kata kunci: *Persilangan F_1 , kultur antera, galur-galur unggul haploid ganda.*

PENDAHULUAN

Kultur antera merupakan salah satu metode induksi embryogenesis sel polen dalam antera untuk menghasilkan tanaman haploid. Sel polen atau sel gamet jantan berasal dari sel induk gamet jantan (mikrospor) diploid ($2n$). Pada proses pembelahan sel secara meiosis, mikrospor membelah menjadi 4 sel anak (haploid) dengan jumlah kromosom setengah sel induknya. Rekombinasi kromosom tetua selama meiosis akan menghasilkan rekombinasi genetik pada kromosom haploidnya. Melalui kultur antera, sel polen haploid dapat diinduksi menjadi tanaman haploid dan apabila kromosomnya digandakan atau terjadi penggandaan spontan selama kultur akan diperoleh tanaman-tanaman haploid ganda atau galur murni (Li 1992).

Karakter-karakter yang dikendalikan baik oleh gen dominan maupun gen resesif dapat diekspresikan pada tanaman haploid ganda. Variasi genetik pada tanaman haploid ganda yang terjadi disebabkan oleh efek additif, terlepas dari efek dominan resesif. Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar regenerasi tanaman hijau hasil kultur antera (sel polen yang berada di dalam antera) merupakan tanaman haploid ganda atau galur murni (Zhang 1989). Prosedur aplikasi teknik kultur antera padi terbagi ke dalam tahapan-tahapan sebagai berikut; pemilihan tetua dan persilangan (F_1), pemeliharaan tanaman F_1 sumber eksplan, kultur antera *in vitro*, aklimatisasi, dan penanganan tanaman/planlet pascaaklimatisasi, perbanyakan benih tanaman haploid ganda dan seleksi untuk karakter diinginkan. Melalui teknik ini galur murni dapat diperoleh dalam waktu relatif lebih cepat dibandingkan dengan metode pemuliaan konvensional (hibridisasi dan seleksi) (Sanint 1996; Niizeki 1997).

Pada pemuliaan konvensional, jika jumlah gen yang terlibat dinyatakan dengan n , kemungkinan untuk mendapatkan individu homozigot pada generasi F_2 adalah $(1/4)^n$, sedangkan melalui pembentukan tanaman haploid ganda (kultur antera) adalah $(1/2)^n$ (Chahal dan Gosal 2002). Jika sejumlah n gen diasumsikan tidak terpaut, maka populasi tanaman bahan seleksi minimum yang harus tersedia agar semua genotipe homozigot terwakili adalah 2^n tanaman. Populasi tersebut jauh lebih sedikit jika kita bandingkan dengan populasi hasil persilangan konvensional yang memerlukan sebanyak 4^n tanaman. Menurut Chahal dan Gosal (2002),

pada tanaman padi diperkirakan dibutuhkan kurang lebih 150 tanaman haploid ganda yang dihasilkan dari populasi F_1 antera untuk seleksi genotipe yang diinginkan. Perkembangan hasil penelitian aplikasi teknik kultur antera padi di Indonesia telah menunjukkan kemajuan yang berarti terutama dalam membentuk berbagai populasi galur haploid ganda sebagai bahan seleksi untuk karakter target (Dewi *et al.* 1996; Sasmita dan Purwoko 2002).

Penelitian pembentukan galur-galur padi sawah haploid ganda melalui teknik kultur antera bertujuan untuk mendapatkan galur-galur padi sawah haploid ganda putatif dari berbagai tanaman F_1 , sebagai bahan seleksi mendapatkan galur unggul padi sawah produksi tinggi toleran terhadap faktor pembatas baik biotik atau abiotik. Aplikasi teknik ini bertujuan pula untuk mempercepat pembentukan varietas padi unggul baru yang memiliki karakter tersebut.

BAHAN DAN METODE

Penelitian pembentukan galur-galur padi sawah haploid ganda melalui teknik kultur antera telah dilakukan di laboratorium kultur antera dan rumah kaca, Balai Besar Penelitian Tanaman Padi selama musim tanam 2008. Bahan tanaman yang digunakan terdiri atas 23 genotipe F_1 asal berbagai persilangan antarvarietas dan atau galur padi sawah yang memiliki karakter produksi tinggi dan keunggulan dalam hal ketahanan terhadap faktor pembatas biotik atau abiotik. Bahan lain yang digunakan antara lain adalah bahan-bahan kimia yang diperlukan untuk penyiapan media induksi kalus (media N6) dan media regenerasi tanaman (media MS).

Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap diulang sebanyak 15 kali. Perlakuannya adalah sebanyak 23 genotipe padi F_1 hasil persilangan antarvarietas dan atau galur padi sawah yang telah disiapkan sebelum percobaan dimulai. Kedua puluh tiga genotipe F_1 tersebut adalah: IRBB66/Fatmawati, Fatmawati/IRBB66, Fatmawati/Cigeulis, Basmati 370/Fatmawati, Basmati 370/BP1356-16-KN-4, Gajah Mungkur/IRBB66, Gajah Mungkur/Fatmawati, BP1356-16-KN-4/IRBB66, BP1356-16-KN-4/Fatmawati, Taiken-9/Celebes, Taiken-9/Ciherang, Taiken-9/Cigeulis, Taiken-9/IRBB66, Taiken-9/Fatmawati, Taiken-9/Basmati 370, Taiken-9/IR72158-11-3-2-3, Taiken-9/BP1356-16-KN-4, Taiken-9/BP9454F-20-1-B, BP9454/IRBB66, Celebes/ BP1356-16-KN-4, Celebes/IRBB66, Cigeulis/IRBB66, dan IRBB66/Cigeulis.

Benih padi F_1 yang digunakan dalam percobaan ini masing-masing ditanam dalam 10 ember berisi media tanah di rumah kaca dan dipelihara sesuai rekomendasi. Pada stadia bunting yaitu pada saat jarak antara aurikel daun bendera dengan daun di bawahnya 7–15 cm (tergantung genotipe),

malai padi bersama-sama dengan batangnya dikoleksi sebagai sumber eksplan, selanjutnya dicuci dengan air dan dibungkus dengan kertas tisu basah, kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik dan disimpan di ruang dingin pada suhu 10 °C selama 8 hingga 10 hari. Antera dari eksplan terpilih diinokulasikan pada media induksi kalus dalam cawan petri yang telah disediakan sebelumnya. Setiap cawan petri diinokulasi sekitar 120–150 antera berasal dari 25 spikelet. Jumlah petri yang diinokulasi antera untuk setiap genotipe adalah 15 petri (sebagai ulangan). Selanjutnya kalus-kalus (kelompok sel yang tidak terorganisir) yang terbentuk dari polen pada tahap induksi, dipindahkan ke media regenerasi tanaman (MS), agar menghasilkan regenerasi tanaman atau planlet. Pengambilan sampel (eksplan), perlakuan dingin, inokulasi, regenerasi, dan aklimatisasi dilakukan sesuai metode Purwoko *et al.* (2001).

Media yang disiapkan adalah media N6 untuk induksi kalus (Chung 1992) dan media MS untuk regenerasi tanaman (Murashige dan Skoog 1962). Penambahan hormon dan sukrosa pada media N6 dan MS mengikuti modifikasi Dewi *et al.* (1994). Penambahan putresin 10^{-3} M pada media N6 dan MS mengikuti metode Purwoko *et al.* (2001). Media pengakaran adalah media MS ditambah 0,5 mg/l IBA dan maltosa 40 g/l sebagai pengganti sukrosa (Dewi *et al.* 1994). Media N6 dimasukkan ke dalam cawan petri, sedangkan media MS dimasukkan ke dalam botol kultur.

Pengamatan meliputi antera menghasilkan kalus, produksi kalus, total planlet dihasilkan, jumlah planlet hijau dan albino dihasilkan, dan jumlah planlet hidup hasil aklimatisasi. Kemampuan daya kultur antera setiap genotipe sebagian dianalisis berdasarkan rata-rata variabel yang diamati dan sebagian dengan DMRT 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Induksi Kalus

Secara *in vitro*, tahapan induksi kalus pada kultur antera padi dimulai dari inokulasi antera ke dalam media induksi kalus (media N6) hingga kalus terbentuk. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tidak semua genotipe F_1 antera dapat menghasilkan kalus. Antera dari 23 genotipe F_1 yang diinokulasikan ke dalam media induksi, hanya 14 genotipe yang dapat menghasilkan kalus. Jumlah kalus terbentuk dari masing-masing genotipe disajikan dalam Tabel 1. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa antera yang dapat menghasilkan kalus diperoleh dari F_1 asal persilangan yang salah satu tetuanya adalah Gajah Mungkur, Fatmawati, atau Taiken-9. Pada Tabel 1 tampak bahwa F_1 asal persilangan tanpa melibatkan ketiga tetua tersebut (BP1356-16-KN-4/IRBB66 dan Celebes/IRBB66) memiliki daya kultur antera paling rendah. Sasmita (2008) melaporkan bahwa Gajah Mungkur, Fatmawati, dan Taiken-9 merupakan genotipe yang memiliki daya kultur antera baik.

Diduga daya kultur antera F_1 banyak ditentukan oleh tetuanya, namun belum diperoleh informasi lebih lanjut apakah ditentukan oleh tetua betina atau tetua jantan.

Kalus-kalus dari setiap genotipe tampak berwarna putih keluar dari dinding antera setelah 30–40 hari sejak antera diinokulasikan. Kalus-kalus yang telah berukuran 1–2 mm perlu segera dipindahkan ke media regenerasi tanaman (MS). Kalus dipindahkan dari media induksi kalus ke media regenerasi tanaman mulai saat kemunculan pertama hingga 40 hari sejak antera diinokulasi ke dalam media induksi kalus.

Pada tahap induksi kalus, kemampuan antera F_1 menghasilkan kalus berbeda nyata antargenotipe, baik dari jumlah antera yang dapat menghasilkan kalus maupun jumlah kalus yang dihasilkan (Tabel 1). Jumlah antera yang dapat menghasilkan kalus terbanyak ditunjukkan oleh persilangan Taiken-9/BP9454F-20-1-B (12,3 kalus) diikuti oleh Gajah Mungkur/Fatmawati (10,8 kalus), namun jumlah kalus tertinggi dihasilkan oleh Gajah Mungkur/Fatmawati sebanyak 31,3 kalus per petri (Tabel 1). Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa F_1 hasil persilangan dengan salah satu tetua Gajah Mungkur, Fatmawati, atau Taiken-9 memiliki daya kultur antera lebih baik (Sasmita 2008).

Tabel 1. Hasil inokulasi antera dari berbagai genotipe padi F_1

No.	Genotipe	Σ AMK		Σ kalus	
		Per petri	Total	Per petri	Total
1.	IRBB66/Fatmawati	7,7 b	115	10,7 cd	161
2.	Fatmawati/IRBB66	8,8 ab	132	16,7 bc	251
3.	Fatmawati/Cigeulis	5,8 b	87	10,5 cd	157
4.	Gajah Mungkur/IRBB66	10,3 a	155	27,9 a	419
5.	Gajah Mungkur/Fatmawati	10,8 a	162	31,3 a	470
6.	BP1356-16-KN-4/IRBB66	4,5 c	67	5,8 d	87
7.	Taiken-9/Celebes	8,6 ab	129	18,1 b	271
8.	Taiken-9/BPT164C-88-7-3-2	10,1 a	151	20,1 b	302
9.	Taiken-9/Cigeulis	9,7 ab	146	17,5 b	263
10.	Taiken-9/IRBB66	5,9 b	89	14,3 bc	214
11.	Taiken-9/Fatmawati	9,6 ab	96	18,5 b	278
12.	Taiken-9/BP1356-16-KN-4	6,4 b	161	20,4 b	306
13.	Taiken-9/BP9454F-20-1-B	12,3 a	123	14,7 bc	221
14.	Celebes/IRBB66	2,5 c	38	4,1 d	61

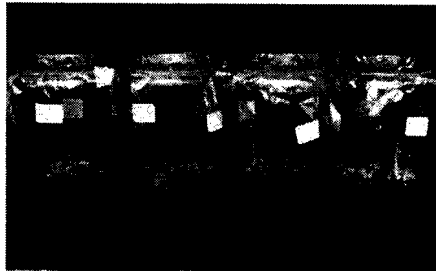
Keterangan: Angka rata-rata diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut DMRT 5%; AMK = Antera Menghasilkan Kalus.

Tahap Regenerasi Tanaman

Regenerasi tanaman dimulai dengan memindahkan kalus dari media induksi kalus dalam petri ke media regenerasi tanaman (MS) dalam botol. Pada media regenerasi, tidak semua kalus dapat tumbuh dan berkembang menghasilkan planlet. Kalus yang dapat tumbuh dan berkembang menjadi planlet atau kalus embriogenik umumnya menghasilkan planlet tanaman hijau dan atau bersama-sama dengan planlet albino. Proses regenerasi tanaman dari kalus terjadi melalui tahapan embriogenesis dilanjutkan dengan morfogenesis yang selanjutnya tumbuh dan berkembang menjadi planlet. Penampilan kalus, planlet hijau dan atau albino pada media regenerasi (MS) disajikan dalam Gambar 1.

Hasil regenerasi tanaman dari kalus disajikan pada Tabel 2. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kemampuan menghasilkan kalus embriogenik relatif berbeda antara genotipe. Dari 14 genotipe kalus F_1 yang diregenerasikan, sebanyak 13 genotipe yang dapat menghasilkan kalus embriogenik. Tidak semua kalus dari setiap genotipe yang diregenerasikan dapat menghasilkan kalus embriogenik. Hanya sebagian kecil saja yang dapat beregenerasi menjadi kalus embriogenik. Planlet pada umumnya tumbuh setinggi 2–5 cm selama 4 minggu sejak kalus dipindahkan ke dalam media regenerasi tanaman. Dari total 3.461 kalus F_1 yang diregenerasikan, hanya 434 kalus (12,3%) yang merupakan kalus embriogenik.

Pada tahap regenerasi tanaman tidak semua genotipe kalus embriogenik dapat menghasilkan tanaman hijau. Dari 13 genotipe kalus F_1 yang diregenerasikan hanya 10 genotipe yang dapat menghasilkan planlet hijau (Tabel 2). Total planlet hijau yang dihasilkan dari 10 genotipe tersebut adalah sebanyak 365 nomor. Planlet tersebut segera diaklimatisasi agar dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungan tumbuh normal. Komposisi planlet hijau hasil regenerasi tanaman relatif lebih sedikit jika dibandingkan dengan planlet tanaman albino yang dihasilkan. Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata tanaman hijau yang dihasilkan untuk setiap genotipe F_1 hanya sebesar 19,2%, dan sisanya merupakan tanaman albino. Tanaman albino tidak dapat dimanfaatkan, karena tidak memiliki klorofil sehingga tidak dapat bertahan hidup.

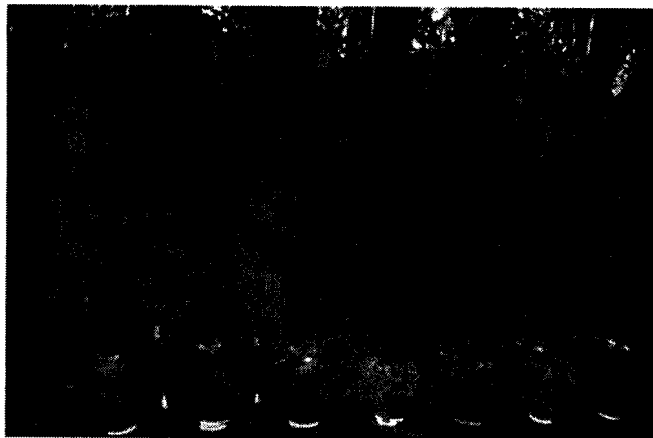


Gambar 1. Regenerasi tanaman pada media MS.

Tabel 2. Hasil regenerasi tanaman dalam media MS

No. Genotipe	Σ nomor kalus			Σ nomor planlet dihasilkan			
	Rege-nerasi	Embri-ogenik	%	Hijau	%	Albino	%
1. IRBB66/Fatmawati	161	20	12,5	31	19,1	131	80,9
2. Fatmawati/IRBB66	251	37	14,9	22	17,5	104	82,5
3. Fatmawati/Cigeulis	157	21	13,4	0	0	0	0
4. Gajah Mungkur/IRBB66	419	61	14,6	39	22,7	133	77,3
5. Gajah Mungkur/Fatmawati	470	79	16,8	54	24,2	169	75,8
6. BP1356-16-KN-4/IRBB66	87	0	0	0	0	0	0
7. Taiken-9/Celebes	271	34	12,5	0	0	0	0
8. Taiken-9/BPT164C-88-7-3-2	302	30	9,8	33	18,5	145	81,5
9. Taiken-9/Cigeulis	263	31	11,6	0	17,0	0	0
10. Taiken-9/IRBB66	214	20	9,2	28	20,1	111	79,9
11. Taiken-9/Fatmawati	278	39	14,1	36	22,4	125	77,6
12. Taiken-9/BP1356-16-KN-4	306	31	10,1	19	14,3	114	85,7
13. Taiken-9/BP9454F-20-1-B	221	26	11,9	81	19	345	81
14. Celebes/IRBB66	61	5	8,6	22	16,3	113	83,7
Jumlah	3.461	434	160	365		1.490	
Rata-rata	247,2	33,4	12,3	33,2	19,2	135,5	80,8

Planlet hijau yang dihasilkan dari regenerasi tanaman dalam botol kultur umumnya belum memiliki sistem perakaran yang lengkap, bahkan banyak yang tidak memiliki perakaran. Untuk menginduksi perakarannya, planlet dipindahkan ke dalam media perakaran dalam tabung reaksi (*test tube*). Planlet hijau umumnya memiliki perakaran setelah 10–14 hari ditanam dalam media perakaran. Planlet hijau yang telah memiliki perakaran segera dikeluarkan dari *test tube* dan diaklimatisasi. Penampilan planlet hijau dalam media perakaran disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Planlet hijau dalam media perakaran.

Tahap Aklimatisasi Planlet

Aklimatisasi planlet tanaman hijau hasil kultur antera bertujuan menyesuaikan tanaman dari kondisi lingkungan kultur yang aseptik dan heterotrof ke lingkungan alami yang autotrof. Aklimatisasi dilakukan tiga tahap; pertama pada air bersih dalam tabung reaksi; kedua, pada media tanah lumpur dalam bak; dan ketiga pada media tanah dalam ember yang dilanjutkan dengan pemeliharaan hingga fase reproduktif. Tahap kedua dan ketiga aklimatisasi ditempatkan di rumah kaca hingga tanaman yang fertil dapat dipanen benihnya. Hasil aklimatisasi disajikan dalam Tabel 3.

Hasil aklimatisasi menunjukkan bahwa tidak semua tanaman hasil kultur antera dapat bertahan hidup pada kondisi lingkungan tumbuh normal di rumah kaca (Tabel 3). Dari 365 nomor planlet hijau yang diaklimatisasi hanya 279 nomor (76,5%) yang dapat tumbuh lebih lanjut. Secara umum tanaman hasil kultur antera pascaaklimatisasi dapat tumbuh normal hingga fase vegetatif dan sebagian ada yang telah mencapai pertumbuhan generatif. Hanya sebagian kecil saja (<5%) yang menunjukkan pertumbuhan tidak normal seperti: kerdil, tidak memiliki *ligula* dan *auricle* daun. Tanaman yang telah memasuki fase generatif dapat menghasilkan malai dengan gabah berisi (fertil). Tanaman tersebut diduga sebagai galur haploid ganda.

Tabel 3. Jumlah tanaman hasil kultur antera sebelum dan sesudah aklimatisasi

No. Genotipe F ₁	Sebelum aklimatisasi		Setelah aklimatisasi			
	Σ nomor	Total	Σ nomor	%	Total	%
1. IRBB66/Fatmawati	31	91	21	67,9	63	69,2
2. Fatmawati/IRBB66	22	63	16	72,7	45	70,9
3. Gajah Mungkur/IRBB66	39	149	30	76,5	121	81,2
4. Gajah Mungkur/Fatmawati	54	241	42	77,6	177	73,5
5. Taiken-9/BPT164C-88-7-3-2	33	97	26	79,4	79	81,0
6. Taiken-9/IRBB66	28	76	22	78,6	61	80,2
7. Taiken-9/Fatmawati	36	138	26	72,4	92	66,7
8. Taiken-9/BP1356-16-KN-4	19	52	14	75,3	34	64,9
9. Taiken-9/BP9454F-20-1-B	81	237	64	78,5	179	75,4
10. Celebes/IRBB66	22	41	18	81,8	31	75,0
Jumlah	365	1.185	279		881	
Rata-rata	36,5	118,5	27,9	76,5	88,1	75,2

Secara teknis keberhasilan aplikasi kultur antera ditentukan baik sejak tahapan persiapan, maupun tahapan kultur secara *in vitro* serta aklimatisasi dan pasca-aklimatisasi tanaman hasil kultur. Pada tahapan persiapan, genotipe F₁ dan penyiapan eksplan berpengaruh penting terhadap keberhasilan kultur antera. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa genotipe F₁ yang

bisa dikulturkan lebih lanjut, umumnya berasal dari persilangan yang salah satu tetuanya memiliki daya kultur antera (Sasmita *et al.* 2002). Namun demikian, masih perlu diteliti lebih lanjut apakah ditentukan oleh tetua betina atau tetua jantan. Faktor teknis berpengaruh lainnya yang perlu diperhatikan antara lain adalah kesesuaian komposisi media yang digunakan, fase pertumbuhan fisiologis dari antera, dan kondisi lingkungan kultur (Gosal *et al.* 1997). Selanjutnya pada tahapan aklimatisasi, planlet hasil kultur antera dengan fase pertumbuhan yang bervariasi perlu ditangani secara intensif hingga tanaman setiap genotipe dapat dipanen dan diperbanyak sebagai bahan evaluasi lebih lanjut untuk menghasilkan galur-galur unggul baru dengan karakter yang diharapkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Hasil pembentukan galur-galur padi sawah melalui teknik kultur antera F_1 hingga fase aklimatisasi diperoleh sebanyak 279 nomor galur haploid ganda putatif (galur murni). Galur-galur tersebut dapat diperbanyak dan dievaluasi lebih awal untuk karakter yang diinginkan.
2. Genotipe antera F_1 yang dapat dikulturkan dan menghasilkan planlet adalah: IRBB66/Fatmawati, Fatmawati/IRBB66, Gajah Mungkur/IRBB66, Gajah Mungkur/ Fatmawati, Taiken-9/BPT164C-88-7-3-2, Taiken-9/IRBB66, Taiken-9/Fatmawati, Taiken-9/BP1356-16-KN-4, Taiken-9/BP9454F-20-1-B, dan Celebes/IRBB66.

Saran

1. Untuk meningkatkan peluang perolehan galur harapan, populasi galur-galur hasil kultur antera perlu ditingkatkan untuk setiap genotipenya. Peningkatan tersebut dapat dilakukan dengan mengkulturkan kembali F_1 yang telah teridentifikasi memiliki daya kultur antera sebagai sumber eksplan dengan volume kultur yang lebih besar.
2. Galur-galur hasil kultur antera dengan fase pertumbuhan yang bervariasi perlu dipelihara secara intensif hingga benihnya dapat dipanen, diperbanyak, dan dievaluasi keunggulannya.
3. Perlu penelitian lebih lanjut tentang pengaruh tetua jantan dan betina terhadap daya kultur antera F_1 .

DAFTAR PUSTAKA

- Chahal, G.S. and S.S. Gosal. 2002. Principles and Procedure of Plant Breeding. Biotechnology and Conventional Approaches. Alpa Science International. Pongbourne, UK. 604 p.
- Chung G.S. 1992. Anther culture for rice improvement in Korea. *In: Zheng Kangle and T. Murashige (Ed.). Anther Culture for Rice Breeders.* Hangzhou, China. p. 8–37.
- Dewi, I.S., I. Hanarida, S. Rianawati. 1996. Anther culture and its application for rice improvement program in Indonesia. *Indonesian Agriculture & Development J.* 18 (3): 51-56.
- Dewi, I.S., A.D. Ambarwati, M.F. Masyhudi, T. Soewito, Suwarno. 1994. Induksi kalus dan regenerasi kultur antera padi (*Oryza sativa* L.). *Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan* 2: 136–143.
- Gossal, S.S., A.S. Sindhu, J.S. Sandhu, R. Sandhu-Gill, B. Sigh, G.S. Khehra, G.S. Sindhu, and H.S. Dhaliwal. 1997. Haploidy in rice. *In: Jain SM., Sopory SK, and Veilleux RE (Eds.). In vitro Haploid Production in Higher Plants.* Kluwer Academic Publishers 4: 1–35.
- Li, M.F. 1992. Anther culture breeding of rice at the CAAS. *In: K. Keng, T. Murashige, (Eds.). Anther Culture for Rice Breeders. Proceedings of Seminar and Training for Rice Anther Culture at Hangzou, China* p. 75–86.
- Murashige, T. and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant.* 15: 473–497.
- Niizeki, H. 1997. Anther (pollen) culture. Chapt. I. Tissue Culture. In Div. III. Biotechnology and Genetic Resources. *In: T. Matsuo, Y. Futsuhara, F. Kikuchi, H. Yamaguchi (Eds.). Science of the Rice Plant. Vol. 3. Genetics.* Food and Agriculture Policy and Research Center. Tokyo. p. 691–704.
- Purwoko, B.S., I.S. Hanarida, I.S. Dewi, E. Santosa. 2001. Penggunaan poliamin untuk meningkatkan regenerasi tanaman hijau pada kultur antera padi dan aplikasinya dalam program pemuliaan. *Laporan Hibah Bersaing VIII/1 Perguruan Tinggi. Depdiknas.* 23 p.
- Sasmita, P. 2008. Daya kultur antera genotipe padi sawah *Oryza sativa* L. subsp. *indica*. *Pros. Seminar Nasional Sains. Peran Sains dalam Kebangkitan Pertanian.* Fakultas MIPA IPB, Bogor.
- Sasmita, P, B.S. Purwoko, S. Sujiprihati, I. Hanarida. 2002. Kultur antera padi gogo hasil persilangan kultivar dengan galur toleran naungan. *Hayati* 9 (3): 89–93.

- Sasmita, P. dan B.S. Purwoko. 2002. Kultur antera padi gogo (*Oryza sativa* L. subsp. *indica*). *Agrikultura* 13 (3): 137-142.
- Sanint, L.R., C.P. Martinez, Z. Lentini. 1996. Anther culture as rice breeding tool: A profitable investment. *In: G.H. Khush (ed.). Rice Genetics III. Proceeding of the 3rd International Rice Genetics Symposium. IRRI. Los Banos, Philippines. p. 511-531.*
- Zhang, Z.H. 1989. The practicability of anther culture breeding in rice. *In: A. Mujeeb-Kazi and L.A. Stich (Eds.). Review of Advances in Plant Biotechnology 1985-1988. International Maize and Wheat Improvement Center-International Rice Research Institute. p. 31-42.*