

Daya Tembus Akar Galur Persilangan BC₂F₂ Varietas Padi Unggul

Didi Suardi, E. Lubis, dan S. Moeljopawiro

Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan, Bogor

ABSTRAK

Kepadatan dan kekerasan tanah merupakan salah satu kendala bagi pertumbuhan akar tanaman dan hasil padi. Penelitian daya tembus akar padi di rumah kaca Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan Bogor, MK 1998, 1999, dan 2000 menggunakan lapisan lilin dengan ketebalan 4 dan 3 mm sebagai dasar pot. Sebanyak 200 nomor galur persilangan padi BC₂F₂ Cisadane x Cabacu, 400 nomor IR64 x Cabacu, dan 400 nomor IR64 x IRAT112 diuji daya tembus akarnya pada MK 1998, 1999, dan 2000 menggunakan rancangan acak kelompok. Beberapa galur persilangan menunjukkan daya tembus akar yang relatif tinggi. Jumlah, panjang, dan diameter akar serta indeks daya tembus akar cukup tinggi. Galur-galur tersebut perlu diuji lebih lanjut untuk ketahanannya terhadap kekeringan dan potensi hasil. Perakaran galur persilangan Cisadane x Cabacu relatif kurang mampu menembus lapisan lilin dengan ketebalan 4 mm. Sedangkan perakaran galur persilangan IR64 x Cabacu mampu menembus lapisan lilin yang paling tinggi.

Kata kunci: Daya tembus akar, galur persilangan BC₂F₂, padi

ABSTRACT

Soil compaction and hardness are the main constraints for root growth and development. They are also could affect on rice yield. The study on root penetration ability were conducted in Research Institute for Food Crop Biotechnology Bogor in 1998, 1999, and 2000, using wax-petrolatum layer of 3 and 4 mm thickness and 12 bars of hardness respectively. About 200 lines of BC₂F₂ of Cisadane x Cabacu, 400 lines of IR64 x Cabacu, and 400 lines of IR64 x IRAT112 respectively were studied in dry season 1998, 1999, and 2000 by using randomized block design. Some lines showed relatively good penetration ability which were identified by root number, length, diameter, and root penetration index. These lines should be searched deeper to get more information on drought tolerance and yield potential. The root of Cisadane x Cabacu lines were relatively low penetration ability on 4 mm wax petrolatum layer, but some of IR64 x Cabacu showed the highest.

Key words: Root penetration ability, lines of BC₂F₂, rice

PENDAHULUAN

Kepadatan dan pengerasan tanah akibat pengolahan dan pelumpuran tanah sawah menyebabkan terbentuknya lapisan bajak yang keras, tidak mudah diresapi air dan akan menghambat pertumbuhan akar tanaman padi (Samson dan Wade, 1998). Sementara ini, penelitian terhadap perakaran yang merupakan pondasi tanaman kurang diperhatikan dibandingkan dengan bagian tajuk tanaman (Khush, 1995b). Sebagaimana dikemukakan oleh Khush (1995a), perkembangan penelitian padi untuk mendapatkan varietas unggul

ditujukan pada perbaikan potensi hasil, umur genjah, tahan hama dan penyakit, mutu beras tinggi serta toleran terhadap berbagai masalah tanah dan lingkungan.

Potensi hasil tinggi dicirikan oleh tanaman pendek, anakan banyak, batang kekar, dahan tegak, dan warna daun hijau tua (Khush, 1995b). Tipe tanaman seperti IR8 sangat efektif dalam peningkatan hasil padi sawah dan lebih dari 80% areal sawah ditanami dengan padi tipe tersebut (Peng *et al.*, 1999). IR36 dan IR64 merupakan generasi baru tipe varietas padi seperti IR8 yang terkenal mempunyai daya adaptasi luas dengan areal pertanaman paling luas dan lama di Indonesia. Varietas padi domestik yang banyak ditanam selain kedua varietas introduksi adalah Cisadane dan Pelita. Varietas Cisadane menggeser posisi varietas IR36 karena mempunyai rasa nasi enak dan pulen. Sedangkan varietas IR64 mampu mengganti kedudukan varietas Cisadane karena rasa nasinya enak, berumur genjah, dan tinggi tanaman lebih pendek. Di sisi lain, daya adaptasi IR36 dan Cisadane terhadap lingkungan kering (tadah hujan) lebih baik karena mempunyai perakaran yang lebih baik daripada IR64. Menurut Suardi (1994), IR36 dan Cisadane cukup tahan terhadap kekeringan.

Kush (1995a; 1996) menyatakan bahwa konsep tipe tanaman ideal sebagai varietas unggul terbaru/modern yang berbeda dengan sifat varietas unggul selama ini di antaranya adalah

1. Anakan sedikit atau sedang (8-10 anakan/rumpun)
2. Tanpa anakan nonproduktif
3. Jumlah gabah 200-250 butir/malai
4. Tinggi tanaman 90-100 cm
5. Batang kekar
6. Daun tegak, tebal, dan berwarna hijau tua
7. Perakaran vigor, cepat tumbuh, padat/tebal, dan dalam
8. Umur genjah (100-130 hari)
9. Tahan berbagai hama dan penyakit
10. Rasa nasi disenangi

Salah satu sifat yang dikehendaki dari tipe tanaman ideal adalah perakaran yang cepat tumbuh, padat/tebal, dan dalam. Perakaran seperti ini berfungsi dalam penyerapan air dan hara yang tinggi (Mackill *et al.*, 1996). Di samping itu, akar sangat penting peranannya bagi varietas tahan kekeringan pada lahan kering atau sawah tadah hujan. Perakaran yang mempunyai penyebaran yang luas di dalam tanah lebih mampu menjamin kelancaran distribusi air/hara ke dalam tanaman untuk proses transpirasi dan fotosintesis. Tipe tanaman ideal seperti dikemukakan Khush, perlu mendapat perhatian dari berbagai disiplin ilmu. Varietas IR64 yang mempunyai daya tembus akar relatif rendah perlu ditingkatkan kemampuannya (Suardi dan Moeljopawiro, 1999a; Suardi, 1999).

Beberapa persilangan padi varietas Cisadane dan IR64 dengan varietas Cabacu, varietas tahan kekeringan dari Brasil (Amerika Selatan) dan IRAT112 (Gajah Mungkur), varietas tahan kekeringan dari Kenya (Afrika) telah dilakukan. Tujuan utamanya adalah mencari keterpautan antara sifat daya tembus akar dengan markah molekuler untuk ketahanan terhadap kekeringan. Galur hasil persilangan BC_2F_2 yang mempunyai daya tembus akar tinggi perlu ditindaklanjuti penyeleksiannya untuk mencari galur/varietas yang tahan terhadap kekeringan dan berpotensi hasil tinggi. Sifat daya tembus akar berkorelasi positif dengan perakaran yang padat, tebal, dan dalam serta menunjukkan tahan terhadap kekeringan (Yu *et al.*, 1995). Varietas Cabacu, Cisadane, dan IRAT112 mempunyai sifat relatif tahan kekeringan dengan daya tembus akar relatif tinggi (Suardi dan Moeljopawiro, 1999b). Tujuan penelitian adalah mendapatkan galur persilangan BC_2F_2 dari varietas Cisadane dengan Cabacu, IR64 dengan Cabacu, dan IR64 dengan IRAT112 yang mempunyai sifat daya tembus akar tinggi dalam kondisi lingkungan di rumah kaca.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di rumah kaca Balitbio Bogor pada musim kering (MK) 1998, 1999, dan 2000. Galur persilangan BC_2F_2 Cisadane x Cabacu (1998), IR64 x Cabacu (1999), dan IR64 x IRAT112 (2000) masing-masing sebanyak 200, 400, dan 400 nomor diuji daya tembus akarnya pada lapisan lilin (campuran 60% parafin dan 40% vaselin). Perlakuan diulang tiga kali menggunakan rancangan acak lengkap.

Galur padi yang akan ditanam terlebih dahulu dikecambahkan dan dipilih yang paling baik pertumbuhannya. Setelah tiga hari perendaman dalam petridish, kecambah ditanam masing-masing sebanyak satu tanaman per pot.

Pot percobaan untuk galur persilangan Cisadane x Cabacu terbuat dari pipa paralon dengan tinggi 19,5 cm dan diameter 7,5 cm, sedangkan untuk galur persilangan IR64 x Cabacu dan IR64 x IRAT112 digunakan gelas aqua volume 220 cc. Media tanam berupa campuran tanah, pasir, dan pupuk kandang dengan komposisi 3,5; 1,5; 0,5. Dasar pot dilapisi lilin (campuran 60% parafin dan 40% vaselin) dengan ketebalan 4 mm pada pot pipa paralon dan 3 mm pada gelas aqua. Pemeliharaan berupa pemupukan dan penyiraman dilakukan sesuai dengan anjuran. Pengamatan ditujukan pada jumlah akar menembus lapisan lilin, panjang akar, diameter akar, tinggi tanaman, dan jumlah tunas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya tumbuh benih yang dikecambahkan ternyata tidak mencapai 100%. Dari 200 nomor BC_2F_2 Cisadane x Cabacu hanya 135 galur yang

Tabel 1. Jumlah galur persilangan BC₂F₂ Cisadane x Cabacu, IR64 x Cabacu, dan IR64 x IRAT112 serta daya tembus akarnya. Balitbio MK 1998, 1999, dan 2000

Galur persilangan BC ₂ F ₂	Jumlah galur	Jumlah galur yang tumbuh	Jumlah galur DTA baik	Kisaran		Musim tanam
				Jumlah AT	Panjang AT	
Cisadane x Cabacu	200	135	17	1-4	1-26,0	1998
IR64 x Cabacu	400	388	367	1-17	1-48,0	1999
IR64 x IRAT112	400	380	342	1-7	1-17,5	2000

DTA = daya tembus akar, AT = akar tembus

tumbuh, sedangkan dari 400 nomor BC₂F₂ IR64 x Cabacu yang tumbuh 388 galur, dan dari 400 nomor BC₂F₂ IR64 x IRAT112 yang tumbuh 380 galur (Tabel 1).

Penembusan akar pada lapisan lilin paling awal terjadi pada umur tanaman 21 hari setelah tanam (hst) untuk galur persilangan BC₂F₂ Cisadane x Cabacu, sedangkan untuk galur persilangan BC₂F₂ IR64 x Cabacu dan IR64 x IRAT112 terjadi pada umur 8 hari. Hal ini disebabkan karena kedalaman media tanah yang berbeda dalam volume dan tinggi media tanah dalam pot.

Dari 135 nomor galur BC₂F₂ Cisadane x Cabacu yang ditanam pada MK 1998 ternyata hanya 12,5% (17 galur) yang mampu menembus lapisan lilin. Pada umur 32 hst, jumlah akar yang mampu menembus lapisan lilin berkisar antara 1-4 dengan panjang akar antara 1-26,0 cm (Tabel 1). Rata-rata jumlah akar yang tembus 1,6 dan panjang akar 11,8 cm. Tinggi tanaman pada saat pengamatan berkisar antara 32,0-68,5 cm dan jumlah anakan antara 3-5. Jumlah galur yang mampu menembus lapisan lilin sangat rendah mungkin disebabkan lapisan lilin terlalu tebal (4 mm).

Galur persilangan BC₂F₂ IR64 x Cabacu pada MK 1999 yang ditanam sebanyak 95% atau 367 nomor, perakarannya mampu menembus lapisan lilin. Jumlah akar yang mampu menembus lapisan lilin berkisar antara 1-17 dan panjang akar antara 1-48,0 cm pada umur 25 hst (Tabel 1). Dari tiga ulangan dalam tiap nomor galur yang ditanam, ada yang seluruhnya menembus lapisan lilin tetapi ada juga yang hanya satu atau dua galur. Indeks akar yang tembus lapisan lilin dibandingkan dengan jumlah akar primer pada media tanah dari 33 nomor galur yang diambil secara acak berkisar antara 0,02-0,52. Tiga nomor galur persilangan mempunyai jumlah akar tembus lapisan lilin tinggi (>10) dengan indeks akar cukup tinggi, yaitu galur 815-3, 959-2, dan 983-1. Sebanyak 45 nomor galur yang diharapkan relatif tahan terhadap kekeringan berdasarkan jumlah akar tembus lilin (10) dan panjang akar (≥20 cm) disajikan pada Tabel 2. Beberapa galur persilangan BC₂F₂ antara IR64 dengan Cabacu yang menunjukkan jumlah akar tembus lilin dan panjang akarnya tinggi di antaranya galur 1188-1, 1147-3, 929-2, 990-1, 1157-1, 832-2, 1016-3, dan 1135-1 (Tabel 2).

Dari 380 galur persilangan BC₂F₂ antara IR64 dengan IRAT112 yang ditanam pada MK 2000, sebanyak 342 galur (90%) akarnya mampu menembus

lapisan lilin. Jumlah akar tembus lilin berkisar antara 1-7 dan panjang akar 1-17,5 cm. Dari hasil persilangan tersebut, sebanyak 29 galur cukup baik daya tembus akarnya.

Berdasarkan jumlah akar tembus lilin dan panjang akar dari persilangan tersebut, diharapkan mempunyai ketahanan terhadap kekeringan yang cukup tinggi (Tabel 3). Jumlah akar galur persilangan BC₂F₂ IR64 x IRAT112 yang mampu menembus lapisan lilin ternyata relatif lebih rendah daripada galur persilangan BC₂F₂ IR64 x Cabacu hal ini terjadi mungkin karena lingkungan yang berbeda akibat perbedaan waktu tanam. Perbedaan kemampuan akar galur tanaman padi dalam me-

Tabel 2. Galur persilangan BC₂F₂ IR64 x Cabacu yang menunjukkan daya tembus akar paling tinggi. Balitbio MK 1999

Galur	Jumlah akar tembus lilin	Panjang akar (cm)	Galur	Jumlah akar tembus lilin	Panjang akar (cm)
802-1	15	24,7	1063-3	12	23,5
806-2	11	22,5	1068-3	13	30,0
894-3	11	30,5	1081-2	12	27,0
913-2	12	22,5	1081-3	12	34,0
832-2	14	34,0	1092-2	10	30,5
928-2	11	29,0	1127-3	14	26,0
929-2	17	21,0	1128-2	11	25,0
930-1	13	26,5	1130-2	11	29,5
932-2	11	21,5	1132-3	10	21,0
983-1	12	20,0	1135-1	12	32,0
989-2	10	31,5	1142-1	10	28,0
990-1	16	25,0	1145-1	11	23,0
999-3	12	20,5	1145-2	10	38,5
1000-2	12	24,5	1147-2	12	37,5
1013-2	12	25,0	1147-3	17	31,5
1014-2	11	27,5	1149-2	12	24,5
1016-3	13	27,5	1149-3	13	41,5
1027-3	11	27,0	1150-2	12	35,5
1030-1	11	33,0	1157-1	13	48,0
1040-1	15	29,0	1176-2	11	24,5
1051-2	11	20,0	1188-1	20	26,5
1052,3	12	32,5	-	-	-

Tabel 3. Galur persilangan BC₂F₂ IR64 x IRAT112 yang menunjukkan daya tembus akar tinggi. Balitbio MK 2000

Galur	Jumlah akar tembus lilin	Panjang akar (cm)	Galur	Jumlah akar tembus lilin	Panjang akar (cm)
13-2	6	13,0	77-3	5	12,0
18-3	6	15,0	90-2	5	13,0
50-2	7	13,0	116-1	5	14,5
64-1	6	15,0	116-2	5	15,5
66-1	6	15,0	127-1	5	10,0
71-3	7	12,5	152-1	5	16,0
82-1	6	15,0	165-2	5	13,5
95-2	6	11,5	238-2	5	14,0
137-3	7	11,5	341-1	5	12,0
258-2	6	13,0	168-1	5	9,5
11-3	5	10,5	124-3	5	9,5
26-3	5	9,0	14-2	4	17,0
38-3	5	15,5	59-1	4	15,0
44-1	5	17,5	148-2	4	15,9
64-2	5	15,0	-	-	-

nembus lapisan lilin perlu diklarifikasi lebih lanjut dengan waktu tanam, perlakuan, dan lingkungan yang sama untuk mendapatkan galur yang terbaik dalam perakarannya. Menurut Khush (1995b), akar merupakan pondasi dari tanaman yang relatif kurang banyak dipelajari dibandingkan dengan bagian

tanaman lain. Perakaran yang tebal dan dalam menentukan kekuatan tanaman dari kerebahan di samping untuk penyerapan air dan hara terutama pada saat stadia pengisian gabah.

Kemampuan yang lebih besar dari persilangan BC₂F₂ IR64 x Cabacu dalam penembusan akar terhadap lapisan lilin ditunjang oleh data indeks daya tembus akar yang cukup tinggi. Dari pengamatan 101 galur persilangan BC₂F₂ kisaran indeks daya tembus akar sebesar 0,02-0,52. Tabel 4 menyajikan beberapa galur BC₂F₂ IR64 x Cabacu yang mempunyai indeks daya tembus akar tinggi dan matrik korelasi perakarannya. Indeks daya tembus akar berkorelasi negatif ($r = -0,609^*$) dengan besarnya jumlah akar. Jumlah akar yang tinggi diharapkan akan menjadi varietas padi sawah yang mempunyai produksi tinggi. Sedangkan daya tembus akar yang tinggi sesuai untuk padi gogo atau gogo rancah. Jumlah akar primer yang tinggi atau sedang dengan jumlah akar tembus lapisan lilin tinggi atau sedang sesuai untuk padi gogo dan gogo rancah.

Pengembangan lebih lanjut dari percobaan ini, beberapa galur F₃ (IR64 x Cabacu) ditanam di Sukamandi (Balitpa) dan telah diamati daya tembus akarnya. Sedangkan galur F₃ (IR64 x IRAT112) ditanam di Lampung untuk mengetahui ketahanannya terhadap kekeringan dan potensi hasilnya.

Diameter akar menunjukkan korelasi positif dengan ketahanan terhadap ke-keringan (Yu *et al.*, 1995). Varietas Moroberekan, Salumpikit, dan OS4 yang tahan terhadap kekeringan mempunyai diameter akar terbesar (1,4-1,5 mm). Sedangkan varietas IR20 yang rentan kekeringan diameter akarnya hanya 0,9 mm.

Di antara galur persilangan BC₂F₂ Cisadane x Cabacu, IR64 x Cabacu, dan IR64 x IRAT112, tampaknya galur persilangan BC₂F₂ Cisadane x Cabacu memiliki peluang besar untuk menjadi galur relatif tahan kekeringan dengan

Tabel 4. Beberapa galur persilangan BC₂F₂ IR64 x Cabacu yang mempunyai indeks daya tembus akar tinggi dan matrik korelasi dari sifat perakarannya

Galur	Jumlah akar		Indeks DTA	Matrik korelasi		
	Primer	Tembus		Jumlah akar primer*	AT	DTA
959-2	21	11	0,52	-		
822-3	30	9	0,30	0,510	-	
983-1	41	12	0,29	-0,609*	0,362	-
963-3	33	9	0,27			
1089-3	30	8	0,27			
980-3	30	8	0,27			
979-2	34	9	0,26			
983-3	34	9	0,26			
815-3	54	13	0,24			
1053-1	37	9	0,24			
811-3	35	8	0,23			
846-2	30	7	0,23			

* = jumlah akar pada media tanah dan pot, DTA = daya tembus akar, AT = akar tembus

diameter akar cukup tebal (Tabel 5). Peluang kedua ditunjukkan oleh galur persilangan BC₂F₂ IR64 x Cabacu, meskipun dari hasil pengamatan diameter akar terbesar hanya 1,00 mm.

Beberapa galur persilangan BC₂F₂ IR64 x Cabacu dan IR54 x IRAT112 menunjukkan ketebalan akar atau diameter akar yang cukup baik sebagai galur relatif ta-han kekeringan (Tabel 6). Galur persilangan BC₂F₂ IR64 x Cabacu yang mempunyai perakaran relatif baik sebanyak tujuh galur, sedangkan galur BC₂F₂ IR64 x IRAT112 yang relatif baik hanya ada dua galur dilihat dari jumlah, panjang, dan diameter akar yang tembus lilin. Namun dari pengamatan secara visual beberapa galur per-silangan IR64 x IRAT112 mempunyai jumlah gabah per malai yang tinggi (lebih dari 200 gabah per malai) di antaranya adalah 13-2, 165-2, 66-2, 399-1, 391-1, 84-2, dan 71-2. Galur tersebut diharapkan mempunyai potensi hasil tinggi sebagai jenis padi ideal (Khush, 1995a; 1995b).

Beberapa galur persilangan yang memperlihatkan sifat daya tembus akar re-latif tinggi, perlu dilakukan penyeleksian lebih lanjut. Untuk potensi

Tabel 5. Diameter akar galur persilangan BC₂F₂ Cisadane x Cabacu, IR64 x Cabacu, dan IR64 x IRAT112 yang tembus lapisan lilin. Balitbio, MK 1999 dan 2000

Galur BC ₂ F ₂	Kisaran (mm)	Rata-rata
Cisadane x Cabacu	0,10-1,10	0,54
IR64 x Cabacu	0,20-1,00	0,44
IR64 x IRAT112	0,20-0,80	0,39

Tabel 6. Ketebalan/diameter akar beberapa galur persilangan BC₂F₂ IR64 x Cabacu dan IR64 x IRAT112. Balitbio, MK 1999 dan 2000

Galur BC ₂ F ₂ IR64 x Cabacu	Diameter akar (mm)	Galur BC ₂ F ₂ IR64 x IRAT112	Diameter akar (mm)
811-3	1,0	5-1	0,8
849-1	1,0	229-2	0,7
979-1	1,0	10-1	0,6
980-3	1,0	13-2	0,6
983-1	1,0	15-2	0,6
983-3	1,0	18-3	0,6
1089-3	1,0	19-3	0,6
1137-3	1,0	22-1	0,6
815-3	0,9	26-1	0,6
899-3	0,9	27-1	0,6
1053-1	0,9	30-3	0,6
1103-1	0,9	32-2	0,6
1122-2	0,9	35,2	0,6
1126-1	0,9	41-1	0,6
819-3	0,8	51-1	0,6
1017-1	0,8	52-3	0,7
959-2	0,7	95-3	0,8
866-1	0,7	175-3	0,6
846-2	0,6	214,2	0,6
-	-	341,2	0,6

hasil tinggi dari tanaman padi sawah, gogo, dan gogo rancah, peranan sifat perakaran dalam me-ntentukan penyediaan air dan hara dalam proses fotosintesis tanaman, perlu diteliti lebih lanjut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kemampuan akar beberapa galur persilangan BC₂F₂ Cisadane x Cabacu, IR64 x Cabacu, dan IR64 x IRAT112 menembus lapisan lilin relatif cukup tinggi. Kemampuan akar menembus lapisan lilin dari galur tersebut perlu pengujian lebih lanjut untuk mendapatkan galur yang mempunyai daya tembus akar stabil, toleran terhadap kekeringan, dan potensi hasil tinggi. Galur persilangan BC₂F₂ IR64 x Caba-cu tampaknya memiliki peluang lebih besar untuk mendapatkan galur yang unggul dengan sifat toleran kekeringan, sedangkan galur persilangan IR64 x IRAT112 di-harapkan berpotensi hasil tinggi dengan sifat jumlah gabah per malai yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Khush, G.S. 1995a.** Modern varieties. Their real contribution to food supply and equity. *Geo. Journal* 35(3):275-284.
- Khush, G.S. 1995b.** Breaking the yield frontier of rice. *Geo. Journal* 35(3):329-332.
- Khush, G.S. 1996.** Prospect and approaches to increasing the genetic yield potential of rice. *In* Encanson *et al.* (*Eds.*). *Rice Research in Asia: Progress and Priorities*. IRRI. CAB International. Manila, Philippines. p. 59-71.
- Mackill, D.J., W.C. Coffman, and D.P. Gartity. 1996.** Rainfed lowland rice improvement. IRRI, Los Banos, Philippines. 242 p.
- Peng, S., K.G. Cassman, S.S. Virmani, J. Sheehy, and G.S. Khush. 1999.** Yield potential trends of tropical rice since the release of IR8 and the challenge of increasing rice yield potential. *Crop Sci.* 39:1552-1559.
- Samson, B.K. and L.J. Wade 1998.** Soil physical constaints affecting root, growth, water extraction, and nutrient uptake in rainfed lowland rice. *In* Ladha, J.K. (*Ed.*). *Rainfed Lowland Rice: Advances in Nutrient Management Research*. IRRI. p. 231-243.
- Suardi, D. 1994.** Evaluasi penelitian ketahanan padi terhadap kekeringan. *Buletin Penelitian* 9:80-88.
- Suardi, D. 1999.** Plasma nutfah padi toleran kekeringan. *Warta Plasma Nutfah* 7:6-7.
- Suardi, D. dan S. Moeljopawiro. 1999a.** Daya tembus akar sebagai kriteria seleksi ketahanan kekeringan pada padi I. Pengaruh tingkat kekeringan

dan ketebal-an lapisan media campuran parafin dan vaselin terhadap daya tembus akar. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 18(1):29-34.

Suardi, D. dan S. Moeljopawiro. 1999b. Daya tembus akar sebagai kriteria seleksi ketahanan kekeringan pada padi. II. Daya tembus akar beberapa galur/varietas padi. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 18(1):35-40.

Yu, L.X., J.D. Ray, J.C. O'Toole, and H.T. Nguyen. 1995. Use of wax petrolatum layers for screening rice root penetration. *Crop Sci.* 35:684-687.