

Seleksi Cepat Galur-Galur Padi Terhadap Cekaman Kekeringan

Rina Hapsari Wening^{1*}, Untung Susanto¹

¹Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Jl. Raya 9, Sukamandi, Subang
Telp. 0260-520158, Fax. 0260-521104

*Penulis untuk korespondensi: r_hapsariwening@yahoo.com

ABSTRACT

Breeding program need good selection technique and maintainance of breeding materials. Development of rainfed lowland rice need tolerance to drought. This research aimed to select advanced lines of rainfed lowland rice to drought stress at vegetative stage by viability testing with PEG 20% and wood box method with drought stress. The materials consist of 138 lines of rainfed lowland rice and 6 check varieties. Trial with PEG method use Split Plot design for treatment and augmented design with 5 block for environment. Trial with wood box method used augmented design with 5 block. The variable on trial with PEG were viability, plant height, root length, and analysis with tolerance index. The variable on wood box method were score of rolling, drying, and recovery. The result showed that eight lines of rainfed lowland rice have tolerance to drought stress based on screening by PEG and wood box method. They were lines number 10, 34, 72, 88, 90, 93, 104, and 108. The tolerance of those lines should be conform at rainfed lowland area in Indonesia.

Keywords: drought, PEG, selection, tolerance, wood box

ABSTRAK

Materi pemuliaan yang sangat banyak memerlukan teknik seleksi dan pengelolaan yang tepat. Pada perakitan padi sawah tadah hujan, toleransi tanaman terhadap kekeringan sangat diperlukan. Penelitian ini bertujuan untuk menyeleksi secara cepat galur-galur generasi lanjut padi sawah tadah hujan terhadap cekaman kekeringan fase vegetatif melalui metode uji daya kecambah menggunakan PEG 6000 dengan konsentrasi 20% dan metode bak kayu dengan perlakuan kekeringan. Materi yang diuji yaitu sebanyak 138 galur padi sawah tadah hujan dengan 6 varietas pembandingan. Pada percobaan PEG menggunakan rancangan perlakuan split plot dan rancangan lingkungan augmented dengan 5 blok. Sedangkan pada percobaan bak kayu menggunakan rancangan lingkungan augmented dengan 5 blok. Pada percobaan PEG pengamatan dilakukan terhadap daya berkecambah, tinggi bibit, dan panjang akar, serta dilakukan analisis terhadap indeks toleransinya. Pada percobaan bak kayu dilakukan pengamatan terhadap gejala menggulung, mengering dan daya pulih kembali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat delapan galur yang menunjukkan sifat toleran baik di metode PEG 20% maupun bak kayu yaitu galur nomor 10, 34, 72, 88, 90, 93, 104, dan 108. Hasil dari kedua metode tersebut perlu di konfirmasi pada lahan tadah hujan di Indonesia.

Kata kunci: bak kayu, kekeringan, PEG, seleksi, toleransi

PENDAHULUAN

Kekeringan merupakan salah satu kendala utama dalam produksi padi lahan sawah tadah hujan (Lestari & Mariska, 2006). Cekaman kekeringan dapat mengakibatkan penurunan hasil dan kualitas gabah (Curtois & Lafitte, 1999; Pandey & Bhandari, 2008). Perakitan varietas padi toleran cekaman kekeringan sekaligus memiliki potensi hasil yang tinggi sangat diperlukan.

Teknik skrining yang cepat dan akurat untuk mengetahui toleransi materi pemuliaan terhadap cekaman kekeringan sangat diperlukan. Hal tersebut merupakan tahapan pemuliaan yang penting mengingat banyaknya materi pemuliaan. Salah satu teknik seleksi untuk ketahanan kekeringan adalah penapisan benih secara dini menggunakan larutan PEG (Suardi & Silitonga, 1988; Bouslama & Scapaugh, 1984). Penentuan galur yang tahan kekeringan akan mengalami kesulitan apabila dilakukan di lapangan, karena tidak mudah mendapatkan lahan yang luas dengan tingkat kekeringan yang seragam. Di samping itu diperlukan waktu yang lama dan biaya lebih mahal (Bouslama & Schapaugh, 1984). Penapisan benih untuk mendapatkan materi genetik yang toleran terhadap kekeringan dapat dilakukan di laboratorium atau di rumah kaca (Bouslama & Scapaugh, 1984; Erb *et al.*, 1988; Rumbaugh & Johnson, 1981; Molphe-Balch *et al.*, 1996; Mackill *et al.*, 1996).

Polyethylene glycol (PEG) merupakan senyawa kimia yang dapat digunakan untuk skrining kekeringan, karena PEG mempunyai sifat yang dapat mengontrol imbibisi dan hidrasi benih (Lestari dan Mariska, 2006). PEG telah banyak digunakan untuk menginduksi kekeringan pada padi, antara lain dalam studi respons pertumbuhan padi sawah dan gogo pada fase vegetatif awal (Nio & Kandou, 2000; Ai *et al.*, 2010; Lestari & Mariska, 2006), pengaruh PEG terhadap pertumbuhan dan kandungan protein di bagian akar (Molphe-Balch *et al.*, 1996). Selain PEG, upaya mengeringkan media tanam pada bak kayu dapat pula digunakan untuk skrining kekeringan. Susanto dan Wening (2016) menggunakan metode bak semen dengan media tanam berupa pasir kering yang digunakan untuk skrining kekeringan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan galur-galur padi sawah yang toleran terhadap kekeringan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian skrining toleransi kekeringan dengan menggunakan PEG 20% maupun bak kayu menggunakan rancangan augmented dalam RAK 2 ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah kontrol dan larutan PEG 20%. Persemaian dipelihara pada dua buah germinator, di mana tiap germinator digunakan sebagai ulangan. Pengamatan dilakukan pada saat tanaman berumur 11 hari. Variabel pengamatannya meliputi: daya berkecambah, jumlah akar, panjang tunas atau tajuk, panjang akar, bobot kering akar, dan bobot kering tajuk.

Pada penelitian skrining toleransi kekeringan dengan menggunakan bak kayu, variable yang diamati adalah gejala menggulung, mongering, dan *recovery* berdasarkan tabel 1, 2, dan 3 dilakukan mengacu kepada *Standard Evaluation System* (IRRI, 2002).

Tabel 1. Skor pengamatan menggulungnya daun karena cekaman kekeringan

Skala	Gejala	Kategori
0	Daun sehat	Sangat toleran
1	Daun mulai menggulung (bentuk V dangkal)	Toleran
3	Daun menggulung (bentuk V dalam)	Agak toleran
5	Daun menggulung (melengkung bentuk U)	Agak peka
7	Daun menggulung dimana tepi daun saling menyentuh (bentuk 0)	Peka
9	Daun menggulung penuh	Sangat peka

Tabel 2. Skor pengamatan mengeringnya daun karena cekaman kekeringan

Skala	Gejala	Kategori
0	Tidak ada gejala	sangat toleran
1	Ujung daun mengering	Toleran
3	¼ ujung daun mengering	agak toleran
5	¼ - ½ ujung daun yang ada kering	Moderat
7	½ - 2/3 ujung daun yang ada kering	agak peka
9	Semua daun kering	Peka

Tabel 3. Skor pengamatan daya tumbuh setelah mengalami cekaman kekeringan

Skala	Kriteria
1	≥ 90% tanaman tumbuh kembali
3	50 – 90% tanaman tumbuh kembali
5	40 – 50% tanaman tumbuh kembali
7	<40% tanaman tumbuh kembali
9	Tanaman mati/tidak tumbuh

Data hasil penguatan dan analisis menggunakan analisis ragam (uji F0). Perbedaan kemampuan toleransi genotipe pada kondisi tercekam dihitung dengan koefisien toleransi kekeringan (DC atau *drought resistance coefficient*) untuk tiap variable yang mengacu pada rumus yang disajikan oleh Qi *et al.* (2010) yaitu:

$$DC = \frac{\text{nilai variabel } x \text{ pada kondisi tercekam}}{\text{variabel } x \text{ pada kondisi kontrol}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh perlakuan PEG pada variabel tinggi bibit (Tabel 4). Pada variabel daya berkecambah, jumlah akar, panjang akar, bobot kering akar maupun bobot kering tajuk tidak menunjukkan adanya perbedaan antar perlakuan.

Sementara itu, terdapat perbedaan yang nyata antar galur yang diuji pada variabel daya berkecambah, tinggi bibit, panjang akar, dan bobot kering akar. Pengaruh interaksi antara galur dan perlakuan terlihat pada variabel *survival rate*, tinggi bibit, dan panjang akar. Selain itu, terdapat adanya pengaruh ulangan atau blok pada variabel tinggi bibit. Hal ini menandakan bahwa germinator yang digunakan mempengaruhi tinggi bibit yang dikecambahkan. Perbedaan tersebut diduga karena perbedaan kelembaban pada tiap germinator.

Tabel 4. Pengaruh sumber ragam pada tiap variabel pada uji PEG, RK Sukamandi MT1 2014

No	Variabel	Ulangan	Perlakuan	Galur	Galur x Perlakuan	CV
1	<i>Survival rate</i>	tn	tn	**	**	7.1
2	Tinggi bibit	*	*	**	**	15.1
3	Jumlah akar	tn	tn	tn	tn	24.8
4	Panjang akar	tn	tn	**	*	15.5
5	Bobot kering tajuk	tn	tn	tn	tn	69.7
6	Bobot kering akar	tn	tn	*	tn	56.2

Keterangan: tn = tidak berbeda nyata; * = berbeda nyata pada taraf 1%; ** = berbeda nyata pada taraf 5%

Pada variabel daya berkecambah dapat dilihat adanya interaksi antara galur dengan perlakuan. Hal tersebut dapat dilihat sebagai contoh, pada varietas Gajah Mungkur dan Salumpikit daya berkecambah pada perlakuan PEG 20% lebih tinggi dibandingkan pada kontrol, sementara itu varietas IR64 daya berkecambahnya lebih tinggi pada perlakuan kontrol dibandingkan PEG 20%. Meskipun demikian, pada variabel ini, baik pada perlakuan kontrol maupun PEG 20% varietas pembanding terbaik atau yang memiliki daya berkecambah tertinggi adalah Situ Bagendit. Terdapat 120 galur yang memiliki daya berkecambah setara dengan varietas terbaik Situ Bagendit. Dari 120 galur tersebut, 34 galur di antaranya memiliki daya kecambah 100% baik pada perlakuan kontrol maupun PEG 20% atau dengan nilai DC sebesar 1 yaitu galur nomor 7, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 19, 23, 26, 29, 34, 40, 51, 52, 54, 58, 63, 66, 67, 72, 75, 77, 78, 80, 81, 88, 89, 92, 94, 96, 97, 107, dan 139 (Tabel 5). Pada percobaan Ai *et al.* (2010), perlakuan PEG dengan konsentrasi -0.5 MPa menurunkan daya berkecambah hingga 50%. Sedangkan pada percobaan Lestari dan Mariska (2006) menunjukkan bahwa semakin bertambahnya konsentrasi PEG maka akan semakin menurunkan daya berkecambah benih padi. Hal tersebut dapat dijelaskan karena PEG merupakan larutan osmotikum yang menyebabkan penurunan potensial air yang homogen tergantung dari konsentrasi dan berat molekul PEG. Semakin tinggi konsentrasi PEG akan semakin menurunkan potensial air media, sehingga kandungan air dalam sel biji akan keluar dan menyebabkan biji mengalami kekeringan. Sifat PEG yang demikian kemudian dimanfaatkan untuk melakukan simulasi perlakuan kekeringan melalui penurunan potensial air (Kaufmann & Eckard, 1971; Bressan *et al.*, 1981).

Tabel 5. Data daya berkecambah, tinggi bibit, dan panjang akar galur galur tadah hujan yang diamati pada umur 11 HSS, Rumah Kaca Sukamandi MT1 2014

No.	Galur	Daya berkecambah pada kontrol	Daya berkecambah pada PEG 20%	DC Daya berkecambah	Tinggi bibit pada kontrol	Tinggi bibit pada PEG 20%	DC tinggi bibit	Panjang akar pada kontrol	Panjang akar pada PEG 20%	DC Panjang akar
1	HHZ2-SKI-2-7-0Kr-JK-0	97.5	97.5	1.00	7.3	4.5	0.6	12.5	11.0	0.88
2	BP14354e-3-2-1Kr	100.0	97.5	0.98	7.5	4.5	0.6	8.6	11.2	1.30
3	BP14352e-1-2-3Kr-JK-0	100.0	97.5	0.98	8.2	4.9	0.6	9.2	11.1	1.21
4	HHZ5-SKI-8-2-0Kr-JK-0	90.0	87.7	0.97	10.6	5.0	0.5	10.4	10.6	1.02
5	HHZ2-SKI-8-3-0Kr-JK-0	97.5	100.0	1.03	8.5	4.3	0.5	10.4	10.4	1.00
6	BP14476e-3-9-3Kr-JK-0	97.5	100.0	1.03	8.6	5.6	0.6	9.5	12.4	1.31

No.	Galur	Daya berkecambah pada kontrol	Daya berkecambah pada PEG 20%	DC Daya berkecambah	Tinggi bibit pada kontrol	Tinggi bibit pada PEG 20%	DC tinggi bibit	Panjang akar pada kontrol	Panjang akar pada PEG 20%	DC Panjang akar
7	BP14352e-2-3-1Op-JK-0	100.0	100.0	1.00	6.7	4.1	0.6	7.7	8.5	1.10
8	HHZ9-SKI-19-8-0Kr-JK-0	100.0	95.0	0.95	8.6	5.4	0.6	13.0	14.1	1.09
9	HHZ12-SKI-1-2-0Kr-JK-0	62.5	77.5	1.24	9.4	4.1	0.4	9.0	6.2	0.70
10	BP14476e-3-4-2Kr-JK-0	100.0	100.0	1.00	6.5	3.5	0.5	11.5	11.6	1.01
11	HHZ19-SKI-4-6-0Kr-JK-0	100.0	100.0	1.00	6.5	4.9	0.8	9.0	9.7	1.08
12	HHZ5-SKI-2-6-0Kr-JK-0	92.5	87.5	0.95	10.3	5.0	0.5	11.7	10.9	0.93
13	BP14352e-1-2-2Op-JK-0	100.0	92.5	0.93	7.4	3.8	0.5	12.7	12.5	0.99
14	BP14352e-1-4-2Kr-JK-0	100.0	100.0	1.00	10.3	5.0	0.5	15.0	13.9	0.93
15	HHZ12-SKI-2-5-0Kr-JK-0	100.0	100.0	1.00	9.4	4.7	0.5	9.5	12.7	1.34
16	BP14352e-3-13-0Kr-JK-0	100.0	100.0	1.00	6.6	4.9	0.7	8.2	10.8	1.32
17	BP14352e-1-4-3Kr-JK-0	100.0	100.0	1.00	8.5	5.7	0.7	9.3	13.1	1.41
18	BP14476e-3-9-1Kr-JK-0	97.5	95.0	0.97	7.6	3.5	0.5	14.5	15.3	1.06
19	BP14280e-3-3-3Kr-JK-0	100.0	100.0	1.00	10.3	4.9	0.5	12.4	15.0	1.21
20	HHZ2-SKI-8-1-0Kr-JK-0	97.5	100.0	1.03	10.0	6.1	0.6	10.3	8.6	0.84
21	BP14186f-2-0Kr-JK-0	100.0	92.5	0.93	9.3	5.2	0.6	9.6	11.1	1.16
22	BP14352e-1-2-3Op-JK-0	100.0	95.0	0.95	6.0	5.4	0.9	11.0	9.2	0.84
23	HHZ4-SKI-5-4-0Kr-JK-0	100.0	100.0	1.00	6.8	4.2	0.6	12.3	11.7	0.96
24	HHZ3-SKI-3-3-0Kr-JK-0	95.0	97.5	1.03	8.8	6.3	0.7	9.0	11.0	1.22
25	HHZ15-SKI-1-3-0Kr-JK-0	100.0	97.5	0.98	7.6	5.0	0.7	13.0	14.8	1.14
26	BP14352e-1-1-2Op-JK-0	100.0	100.0	1.00	7.2	5.3	0.7	9.4	10.0	1.06
27	BP14352e-2-2-3Op-JK-0	100.0	97.5	0.98	9.5	3.1	0.3	11.4	8.6	0.75
28	HHZ9-SKI-9-3-0Kr-JK-0	95.0	97.5	1.03	8.2	5.0	0.6	9.5	11.5	1.21
29	BP14352e-1-2-2Kr-JK-0	100.0	100.0	1.00	6.9	3.2	0.5	14.9	11.8	0.79
30	BP14188f-2-3Kr-JK-0	97.5	100.0	1.03	8.2	5.2	0.6	8.3	12.7	1.53
31	BG250	95.0	97.5	1.03	9.4	4.9	0.5	11.4	10.6	0.93
32	BP14352e-2-2-2Op-JK-0	100.0	97.5	0.98	8.9	4.9	0.5	9.0	10.3	1.15
33	HHZ9-SKI-17-5-0Kr-JK-0	97.5	100.0	1.03	6.6	4.5	0.7	9.7	8.0	0.83
34	BP14352e-2-2-0Kr	100.0	100.0	1.00	6.8	4.5	0.7	10.4	11.3	1.10
35	HHZ9-SKI-10-4-0Kr-JK-0	100.0	95.0	0.95	7.9	4.6	0.6	9.2	9.5	1.03
36	HHZ5-SKI-7-3-0Kr-JK-0	97.5	100.0	1.03	7.0	4.6	0.6	12.0	11.6	0.97
37	HHZ18-SKI-2-1-0Kr-JK-0	70.0	80.0	1.14	7.6	4.1	0.5	12.3	15.3	1.25
38	Zhongzu 14-Ski-1-1-0Kr-JK-0	100.0	92.5	0.93	6.8	3.2	0.5	11.2	14.3	1.28
39	BP14352e-2-3-3Op-JK-0	100.0	97.5	0.98	7.7	4.8	0.6	10.2	13.6	1.33
40	BP14354e-3-3-2Kr-JK-0	100.0	100.0	1.00	6.1	3.7	0.6	12.1	11.7	0.97
41	HHZ4-SKI-3-2-0Kr-JK-0	100.0	97.5	0.98	8.9	4.8	0.5	9.0	8.6	0.96
42	ZX788-JK-0	92.5	97.4	1.05	7.4	5.0	0.7	11.6	11.7	1.01
43	SAGC-03-JK-0	90.0	100.0	1.11	8.4	5.2	0.6	12.4	8.4	0.68
44	B 11586F-MR-11-2-2-11-JK-0	97.5	92.5	0.95	7.6	5.1	0.7	11.7	10.2	0.87
45	CT 21426-5P-1P-3SR-3-JK-0	87.5	100.0	1.14	9.0	6.2	0.7	11.3	11.4	1.01
46	CT 18491-7-3-1-4-1P-JK-0	100.0	95.0	0.95	10.1	6.4	0.6	12.5	12.0	0.96
47	CT 19021-3-5-2VI-1-JK-0	87.5	100.0	1.14	9.9	6.0	0.6	8.7	6.7	0.77
48	CT 18493-2-1-1-3VI-3-JK-0	97.5	97.5	1.00	6.9	5.7	0.8	11.2	8.7	0.77
49	IR 55423-01 (NSIC RC9)-JK-0	97.5	95.0	0.97	10.0	5.8	0.6	10.5	13.1	1.26
50	IR 04A117-JK-0	97.5	100.0	1.03	8.7	5.3	0.6	10.0	12.5	1.24
51	IR 10L297-JK-0	100.0	100.0	1.00	7.1	4.8	0.7	9.2	10.9	1.18
52	CT 21409-18P-5P-2SR-1-JK-0	100.0	100.0	1.00	8.0	5.2	0.6	7.6	9.7	1.28
53	CT 18510-23-4-4-1-MP-JK-0	100.0	90.0	0.90	6.0	4.5	0.7	11.8	13.7	1.16
54	CT 21408-26P-3P-1SR-1-JK-0	100.0	100.0	1.00	9.6	4.0	0.4	13.7	16.1	1.18
55	WAB 99-2-1-JK-0	100.0	92.5	0.93	7.8	4.8	0.6	12.0	9.5	0.80
56	HUA 565-JK-0	97.5	97.5	1.00	8.3	5.2	0.6	9.6	13.5	1.41
57	SAGC-02-JK-0	97.5	92.5	0.95	6.7	4.7	0.7	8.6	12.4	1.44
58	D4098-JK-0	100.0	100.0	1.00	8.8	4.3	0.5	13.5	16.4	1.21
59	BP17298M-9	100.0	92.5	0.93	8.2	5.0	0.6	10.4	9.0	0.86
60	BP17298M-12	97.4	100.0	1.03	7.3	4.5	0.6	8.8	12.0	1.37
61	BP17298M-14	97.5	87.5	0.90	7.7	4.1	0.5	9.9	8.7	0.88
62	BP17298M-15	90.0	90.0	1.00	6.4	4.3	0.7	13.1	10.5	0.80
63	BP17298M-17	100.0	100.0	1.00	5.9	3.6	0.6	9.4	9.1	0.97
64	BP17298M-20	100.0	97.5	0.98	5.3	3.4	0.6	7.5	11.2	1.49
65	BP17300M-6	95.0	97.5	1.03	5.9	2.9	0.5	13.0	11.4	0.88

No.	Galur	Daya berkecam- bah pada kontrol	Daya berke- cambah pada PEG 20%	DC Daya berke- cambah	Tinggi bibit pada kontrol	Tinggi bibit pada PEG 20%	DC tinggi bibit	Panjang akar kontrol	Panjang akar pada PEG 20%	DC Panjang akar
66	BP17300M-12	100.0	100.0	1.00	7.5	4.1	0.6	10.9	11.4	1.05
67	BP17300M-15	100.0	100.0	1.00	8.3	6.0	0.7	12.3	12.7	1.03
68	BP17300M-68	97.5	100.0	1.03	6.7	4.9	0.7	10.5	9.8	0.94
69	BP17300M-72	90.0	92.5	1.03	6.5	5.4	0.8	9.0	12.9	1.44
70	BP17302M-34	97.5	97.5	1.00	8.2	4.4	0.5	9.7	8.3	0.86
71	BP17302M-38	97.4	80.0	0.82	5.9	4.9	0.8	12.0	13.5	1.13
72	BP17280M-1	100.0	100.0	1.00	6.6	4.9	0.7	11.4	10.5	0.92
73	BP17280M-8	100.0	97.5	0.98	7.3	7.7	1.0	8.4	12.0	1.42
74	BP17280M-10	100.0	97.5	0.98	9.1	5.1	0.6	8.8	13.6	1.54
75	BP17280M-15	100.0	100.0	1.00	10.4	7.2	0.7	9.2	9.6	1.04
76	BP17280M-19	100.0	95.0	0.95	6.7	5.1	0.8	8.8	10.6	1.20
77	BP17280M-27	100.0	100.0	1.00	7.7	4.1	0.5	11.0	13.3	1.20
78	BP17280M-28	100.0	100.0	1.00	7.4	5.3	0.7	10.4	12.3	1.19
79	BP17280M-36	97.5	97.5	1.00	7.4	4.3	0.6	9.5	11.2	1.18
80	BP17280M-41	100.0	100.0	1.00	7.7	4.8	0.6	8.7	10.3	1.18
81	BP17280M-48	100.0	100.0	1.00	7.1	5.4	0.8	9.3	11.9	1.28
82	BP17280M-50	100.0	97.5	0.98	8.6	5.5	0.6	11.0	12.4	1.13
83	BP17280M-55	92.5	90.0	0.97	7.2	9.9	1.4	16.7	12.5	0.75
84	BP17280M-56	95.0	97.5	1.03	8.4	5.2	0.6	9.5	12.1	1.27
85	BP17280M-57	97.5	100.0	1.03	6.8	4.9	0.7	8.8	8.5	0.97
86	BP17280M-60	90.0	95.0	1.06	6.8	5.1	0.8	12.4	14.1	1.13
87	BP17280M-62-2	60.0	82.4	1.37	7.1	4.3	0.6	12.3	11.7	0.95
88	BP17280M-66-1	100.0	100.0	1.00	7.4	4.6	0.6	13.5	13.3	0.99
89	BP17280M-66-2	100.0	100.0	1.00	7.6	4.8	0.6	10.7	10.8	1.01
90	BP17292M-2	100.0	97.5	0.98	7.8	5.0	0.6	11.6	14.6	1.26
91	BP17292M-4	100.0	95.0	0.95	7.8	4.8	0.6	11.6	11.1	0.96
92	BP17292M-22	100.0	100.0	1.00	8.0	4.8	0.6	9.5	8.7	0.92
93	BP17292M-46	97.5	100.0	1.03	6.5	7.0	1.1	11.6	12.4	1.07
94	BP17292M-53-1	100.0	100.0	1.00	7.6	4.7	0.6	13.2	13.6	1.03
95	BP17292M-57	97.4	87.5	0.90	8.5	5.8	0.7	8.9	7.1	0.80
96	BP17286M-6-2	100.0	100.0	1.00	7.3	6.4	0.9	9.9	13.8	1.40
97	BP14342f-7	100.0	100.0	1.00	6.8	4.2	0.6	9.7	11.3	1.17
98	BP9444-1f-Kn-1-3-6*B	97.5	100.0	1.03	6.4	4.9	0.8	8.5	12.2	1.45
99	BP11152f-3-3	97.5	95.0	0.97	7.6	4.6	0.6	15.5	15.8	1.02
100	IR83142-B-21-B	97.5	97.5	1.00	8.5	5.6	0.7	7.7	11.8	1.54
101	BP11246f-5-3	100.0	97.5	0.98	7.2	5.1	0.7	9.6	12.6	1.31
102	BP14284e-2-3	100.0	97.5	0.98	7.2	4.2	0.6	11.5	15.8	1.38
103	SMD9-149D-MR-7	100.0	97.5	0.98	9.2	5.5	0.6	12.0	12.0	0.99
104	TB155J-TB-MR-3-1-2	92.5	97.5	1.05	5.2	6.2	1.2	10.3	12.5	1.21
105	IR83383-B-B-129-4	97.5	97.5	1.00	8.3	3.8	0.5	9.7	12.6	1.30
106	IR83381-B-B-6-1	100.0	95.0	0.95	9.1	5.7	0.6	10.3	10.6	1.03
107	IR61336-4B-14-3-2(PSBRC94)	100.0	100.0	1.00	9.0	5.6	0.6	9.8	9.6	0.98
108	IR83376-B-B-10-3	94.7	97.5	1.03	6.4	5.1	0.8	13.1	14.5	1.11
110	BP20106c-SKI-3-1-0	95.0	95.0	1.00	5.9	4.2	0.7	9.6	10.9	1.14
111	BP17242c-SKI-1-2-0	90.0	87.5	0.97	6.1	4.3	0.7	8.9	7.0	0.79
112	BP20112c-SKI-1-2-0	82.5	87.5	1.06	6.4	4.7	0.7	7.2	9.4	1.30
113	BP20112c-SKI-1-3-0	85.0	82.5	0.97	6.3	7.1	1.1	8.7	10.6	1.22
114	BP20112c-SKI-2-1-0	100.0	80.0	0.80	6.6	3.6	0.5	7.8	9.5	1.23
115	BP20112c-SKI-2-2-0	82.5	75.0	0.91	6.9	4.6	0.7	8.7	9.8	1.12
116	BP20114c-SKI-2-2-0	97.2	92.5	0.95	6.0	4.7	0.8	10.0	10.2	1.01
117	BP20118c-SKI-1-1-0	97.5	81.9	0.84	8.0	4.8	0.6	9.7	14.1	1.45
118	BP20118c-SKI-1-2-0	92.5	92.5	1.00	8.7	5.2	0.6	12.4	12.8	1.04
119	BP20118c-SKI-1-3-0	97.5	92.5	0.95	7.3	5.0	0.7	7.8	11.2	1.43
120	BP20118c-SKI-3-1-0	95.0	92.5	0.97	7.1	4.8	0.7	11.5	11.2	0.98
121	IR 77390-49-B-9-1-3-B-B-SKI-2-1-0	95.0	92.5	0.97	5.9	4.8	0.8	9.1	10.5	1.15
122	IR 77390-49-B-9-1-3-B-B-SKI-2-2-0	95.0	87.5	0.92	6.7	4.4	0.6	10.6	9.1	0.86

No.	Galur	Daya berkecambah pada kontrol	Daya berkecambah pada PEG 20%	DC Daya berkecambah	Tinggi bibit pada kontrol	Tinggi bibit pada PEG 20%	DC tinggi bibit	Panjang akar pada kontrol	Panjang akar pada PEG 20%	DC Panjang akar
123	IR 77390-49-B-9-1-3-B-B-SKI-2-3-0	95.0	100.0	1.05	4.8	4.4	0.9	7.5	9.0	1.19
124	IR 77390-49-B-9-1-3-B-B-SKI-3-1-0	95.0	97.5	1.03	6.3	4.1	0.6	8.0	10.0	1.25
125	IR 86157-B1-55-B-B-B-SKI-1-2-0	95.0	97.5	1.03	6.1	4.1	0.7	8.0	8.7	1.09
126	IR 86157-B1-55-B-B-B-SKI-1-3-0	97.5	85.0	0.87	6.5	5.0	0.8	10.4	11.0	1.05
127	IR 77390-37-B-17-2-B-B-B-SKI-3-1-0	95.0	60.0	0.63	5.4	3.1	0.6	8.3	7.8	0.94
128	IR 77390-37-B-17-2-B-B-B-SKI-3-2-0	77.5	33.6	0.43	6.5	3.4	0.5	10.1	9.4	0.93
129	IR 77390-37-B-17-2-B-B-B-SKI-3-3-0	60.0	17.5	0.29	5.8	3.6	0.6	10.7	8.6	0.80
130	IR 86153-B1-500-B-B-B-SKI-3-1-0	85.0	80.0	0.94	6.6	4.5	0.7	8.4	7.2	0.86
131	IR 86153-B1-500-B-B-B-SKI-3-2-0	100.0	70.0	0.70	6.8	4.7	0.7	8.1	7.5	0.92
132	IR 86153-B1-500-B-B-B-SKI-3-3-0	95.0	82.5	0.87	6.3	4.1	0.7	9.6	8.6	0.89
133	IR 77382-4-1-23-1-2-B-B-0-3-0	97.5	77.5	0.79	6.5	4.8	0.7	10.2	7.2	0.71
134	IR 80310-9-B-B-1-3-B-B-SKI-1-2-0	77.5	77.4	1.00	6.8	4.5	0.7	9.2	8.3	0.91
135	IR 80310-9-B-B-1-3-B-B-SKI-2-1-0	97.5	90.0	0.92	5.9	3.6	0.6	7.6	8.3	1.10
A	IR64	97.0	69.0	0.71	7.3	4.0	0.6	13.9	10.5	0.76
B	IR20	53.1	61.0	1.15	6.9	3.1	0.5	8.9	8.3	0.93
C	Inpari 10	99.0	96.0	0.97	7.8	4.9	0.6	11.6	9.2	0.79
D	Gajah Mungkur	62.0	98.0	1.58	6.6	2.9	0.4	14.1	14.7	1.04
E	Salumpikit	59.0	60.6	1.03	6.2	2.9	0.5	13.5	8.8	0.65
F	Situ Bagendit	98.7	97.5	0.99	7.4	5.0	0.7	9.0	9.0	1.00

Keterangan: huruf bercetak tegak menandakan setara dengan varietas pembanding terbaik; huruf menandakan tebal menandakan lebih tinggi dibandingkan pembanding terbaik; huruf bercetak miring menandakan lebih rendah dibandingkan pembanding terbaik

Pada variabel tinggi bibit terdapat interaksi antara galur dengan perlakuan. Hal tersebut dapat dilihat dari perbedaan varietas pembanding terbaik pada tiap perlakuan. Pada perlakuan kontrol, varietas pembanding terbaiknya adalah Inpari 10, namun pada perlakuan PEG 20% varietas pembanding terbaiknya adalah Situ Bagendit. Pada variabel tinggi bibit, sebanyak 132 galur mengalami penurunan tinggi bibit pada perlakuan PEG. Terdapat 9 galur yang memiliki tinggi bibit yang setara atau bahkan lebih tinggi pada perlakuan PEG yang ditunjukkan dengan nilai DC lebih dari 1. Kesembilan galur tersebut yaitu galur nomor 73, 93, 113, 104, dan 83. Varietas Situ Bagendit merupakan varietas pembanding terbaik dengan nilai DC sebesar 0.7. Menurut Sutjahjo *et al.* (2007), PEG menghambat pemanjangan tunas karena cekaman kekeringan akan mempengaruhi aspek pertumbuhan secara morfologi, anatomi dan fisiologi.

Pada variabel panjang akar, varietas pembanding terbaik atau yang memiliki panjang akar tertinggi adalah Gajah Mungkur. Baik pada perlakuan kontrol maupun PEG 20%, tidak ada galur yang nyata lebih tinggi dibandingkan Gajah Mungkur. Varietas Gajah Mungkur memiliki panjang akar yang lebih panjang pada perlakuan PEG yang ditunjukkan dengan nilai DC lebih dari 1 yaitu

1.04. Pada galur-galur yang diuji, terdapat 88 galur yang justru memiliki panjang akar lebih panjang pada perlakuan PEG yang ditunjukkan oleh nilai DC lebih dari 1. Hal tersebut diduga karena adaptasi morfologi dari galur-galur tersebut yang berupaya untuk mendapatkan air lebih banyak dengan memanjangkan akarnya. Sebagaimana halnya yang dikemukakan oleh Lestari dan Mariska (2006), bahwa bentuk adaptasi morfologi pada gabah ditunjukkan dengan kemampuan menghasilkan akar lebih panjang pada kondisi cekaman kekeringan.

Pada skrining kekeringan dengan metode PEG, berdasarkan variabel daya berkecambah, tinggi bibit, dan panjang akar, terdapat 14 galur yang diindikasikan toleran terhadap kekeringan yaitu galur nomor 58, 99, 102, 25, 90, 108, 86, 14, 96, 56, 83, 104, 93, dan 73. Dari 14 galur tersebut 6 di antaranya adalah galur mutan, yaitu BP17280M-8 (73), BP17292M-46 (93), BP17280M-55 (83), BP17280M-6-2 (96), BP17280M-60 (86), dan BP17292M-2 (90). Keenam galur tersebut merupakan hasil mutasi Inpari 13 dengan radiasi 10 krad (kode BP17280M), 20 krad (kode BP17292M), dan 30 krad (kode BP17286M). Selain galur mutan, dari 14 galur yang terseleksi terdapat 4 galur introduksi yaitu HUA 565-JK-0 (56), IR83376-B-B-10-3 (108), HHZ15-SKI-1-3-0Kr-JK-0 (25), dan D4098-JK-0 (58). Selebihnya terdapat empat galur hasil persilangan BB Padi yang terindikasi toleran terhadap kekeringan yaitu TB155J-TB-MR-3-1-2 (104), BP14352e-1-4-2Kr-JK-0 (14), BP14284e-2-3 (102) dan BP11152f-3-3 (99) (Tabel 2).

Tabel 6. Skor menggulung, mengering dan recovery galur-galur yang diuji pada skrining kekeringan menggunakan bak kayu

No	Nama galur	Menggulung	Mengering	Recovery
1	HHZ2-SKI-2-7-0Kr-JK-0	7	3	5
2	BP14354e-3-2-1Kr	7	5	3
3	BP14352e-1-2-3Kr-JK-0	7	1	7
4	HHZ5-SKI-8-2-0Kr-JK-0	7	3	5
5	HHZ2-SKI-8-3-0Kr-JK-0	7	7	3
6	BP14476e-3-9-3Kr-JK-0	7	5	3
7	BP14352e-2-3-1Op-JK-0	7	1	5
8	HHZ9-SKI-19-8-0Kr-JK-0	7	3	3
9	HHZ12-SKI-1-2-0Kr-JK-0	7	3	5
10	BP14476e-3-4-2Kr-JK-0	7	3	3
11	HHZ19-SKI-4-6-0Kr-JK-0	7	7	7
12	HHZ5-SKI-2-6-0Kr-JK-0	7	3	9
13	BP14352e-1-2-2Op-JK-0	7	5	5
14	BP14352e-1-4-2Kr-JK-0	7	3	7
15	HHZ12-SKI-2-5-0Kr-JK-0	7	3	7
16	BP14352e-3-13-0Kr-JK-0	7	5	7
17	BP14352e-1-4-3Kr-JK-0	7	5	3
18	BP14476e-3-9-1Kr-JK-0	7	3	3
19	BP14280e-3-3-3Kr-JK-0	7	5	3
20	HHZ2-SKI-8-1-0Kr-JK-0	7	5	3
21	BP14186f-2-0Kr-JK-0	7	5	3
22	BP14352e-1-2-3Op-JK-0	7	5	7
23	HHZ4-SKI-5-4-0Kr-JK-0	7	5	5
24	HHZ3-SKI-3-3-0Kr-JK-0	7	3	5
25	HHZ15-SKI-1-3-0Kr-JK-0	7	7	5
26	BP14352e-1-1-2Op-JK-0	7	1	3
27	BP14352e-2-2-3Op-JK-0	7	7	7

No	Nama galur	Menggulung	Mengering	Recovery
28	HHZ9-SKI-9-3-0Kr-JK-0	7	3	7
29	BP14352e-1-2-2Kr-JK-0	7	1	5
30	BP14188f-2-3Kr-JK-0	7	3	5
31		7	5	5
32	BP14352e-2-2-2Op-JK-0	7	7	5
33	HHZ9-SKI-17-5-0Kr-JK-0	7	3	5
34	BP14352e-2-2-0Kr	7	1	3
35	HHZ9-SKI-10-4-0Kr-JK-0	7	5	5
36	HHZ5-SKI-7-3-0Kr-JK-0	7	1	3
37	HHZ18-SKI-2-1-0Kr-JK-0	7	3	3
38	Zhongzu 14-Ski-1-1-0Kr-JK-0	7	5	3
39	BP14352e-2-3-3Op-JK-0	7	1	3
40	BP14354e-3-3-2Kr-JK-0	7	3	7
41	HHZ4-SKI-3-2-0Kr-JK-0	7	3	7
42	ZX788-JK-0	7	1	7
43	SAGC-03-JK-0	7	3	7
44	B 11586F-MR-11-2-2-11-JK-0	7	3	7
45	CT 21426-5P-1P-3SR-3-JK-0	7	3	5
46	CT 18491-7-3-1-4-1P-JK-0	7	3	5
47	CT 19021-3-5-2VI-1-JK-0	7	3	5
48	CT 18493-2-1-1-3VI-3-JK-0	7	5	5
49	IR 55423-01 (NSIC RC9)-JK-0	7	5	5
50	IR 04A117-JK-0	7	5	5
51	IR 10L297-JK-0	7	5	3
52	CT 21409-18P-5P-2SR-1-JK-0	7	5	3
53	CT 18510-23-4-4-1-MP-JK-0	7	1	5
54	CT 21408-26P-3P-1SR-1-JK-0	7	3	5
55	WAB 99-2-1-JK-0	7	3	3
56	HUA 565-JK-0	7	5	5
57	SAGC-02-JK-0	7	7	5
58	D4098-JK-0	7	5	3
59	BP17298M-9	7	5	3
60	BP17298M-12	7	7	5
61	BP17298M-14	7	7	5
62	BP17298M-15	7	7	5
63	BP17298M-17	7	7	7
64	BP17298M-20	7	7	7
65	BP17300M-6	5	5	5
66	BP17300M-12	7	5	5
67	BP17300M-15	7	3	5
68	BP17300M-68	7	7	5
69	BP17300M-72	7	7	5
70	BP17302M-34	7	3	7
71	BP17302M-38	7	5	7
72	BP17280M-1	7	1	3
73	BP17280M-8			7
74	BP17280M-10	7	5	5
75	BP17280M-15	7	5	5
76	BP17280M-19	7	7	7
77	BP17280M-27	7	5	5
78	BP17280M-28	7	7	7
79	BP17280M-36	7	3	5
80	BP17280M-41	7	3	5
81	BP17280M-48	7	5	5

No	Nama galur	Menggulung	Mengering	Recovery
82	BP17280M-50	7	5	5
83	BP17280M-55	7	7	9
84	BP17280M-56	7	7	7
85	BP17280M-57	7	7	5
86	BP17280M-60	7	7	7
87	BP17280M-62-2	7	3	7
88	BP17280M-66-1	7	1	3
89	BP17280M-66-2			
90	BP17292M-2	7	3	3
91	BP17292M-4	7	3	3
92	BP17292M-22	5	1	5
93	BP17292M-46	7	3	3
94	BP17292M-53-1	7	5	3
97	BP14342f-7	7	1	3
98	BP9444-1f-Kn-1-3-6*B	7	3	3
99	BP11152f-3-3	7	3	7
100	IR83142-B-21-B	7	5	5
101	BP11246f-5-3	7	1	5
102	BP14284e-2-3	7	1	7
103	SMD9-149D-MR-7	7	3	3
104	TB155J-TB-MR-3-1-2	7	3	3
105	IR83383-B-B-129-4	7	1	7
106	IR83381-B-B-6-1	7	3	5
108	<i>IR83376-B-B-10-3</i>	7	3	3
109	BP14262e-2-8			
110	BP20106c-SKI-3-1-0	7	7	5
111	BP17242c-SKI-1-2-0	7	7	7
112	BP20112c-SKI-1-2-0	7	7	5
113	BP20112c-SKI-1-3-0	7	7	5
114	BP20112c-SKI-2-1-0	7	7	7
115	BP20112c-SKI-2-2-0	7	7	7
116	BP20114c-SKI-2-2-0	7	7	7
117	BP20118c-SKI-1-1-0	7	9	7
118	BP20118c-SKI-1-2-0	7	7	5
119	BP20118c-SKI-1-3-0	7	7	5
120	BP20118c-SKI-3-1-0	7	7	5
121	IR 77390-49-B-9-1-3-B-B-SKI-2-1-0	7	7	7
122	IR 77390-49-B-9-1-3-B-B-SKI-2-2-0	7	7	7
123	IR 77390-49-B-9-1-3-B-B-SKI-2-3-0	7	7	
124	IR 77390-49-B-9-1-3-B-B-SKI-3-1-0	7	7	7
125	IR 86157-B1-55-B-B-B-SKI-1-2-0	7	7	7
126	IR 86157-B1-55-B-B-B-SKI-1-3-0	7	7	5
127	IR 77390-37-B-17-2-B-B-B-SKI-3-1-0	7	7	9
128	IR 77390-37-B-17-2-B-B-B-SKI-3-2-0	7	7	9
129	IR 77390-37-B-17-2-B-B-B-SKI-3-3-0	7	9	9
130	IR 86153-B1-500-B-B-B-SKI-3-1-0	7	7	5
131	IR 86153-B1-500-B-B-B-SKI-3-2-0	7	7	7
132	IR 86153-B1-500-B-B-B-SKI-3-3-0	7	7	7
133	IR 77382-4-1-23-1-2-B-B-0-3-0	7	7	7
134	IR 80310-9-B-B-1-3-B-B-SKI-1-2-0	7	7	5
135	IR 80310-9-B-B-1-3-B-B-SKI-2-1-0	7	7	7
D	Gajah Mungkur	5	7	9
C	Inpari 10	7	5	5
B	IR20	7	5	7

No	Nama galur	Menggulung	Mengering	Recovery
A	IR64	7	7	7
E	Salumpikit	5	1	5
F	Situ bagendit	7	5	5

Pada percobaan skrining kekeringan dengan menggunakan bak kayu sebagian besar tanaman menunjukkan gejala menggulung. Menggulungnya daun diduga merupakan salah satu mekanisme toleransi terhadap kekeringan, sehingga mayoritas galur yang diuji memiliki skor 7 pada karakter menggulungnya daun. Oleh karena itu, dalam menentukan galur yang toleran terhadap kekeringan dilihat dari skor mengeringnya daun dan recovery. Di antara 16 dan 37 galur dengan skor mengeringnya daun 1 dan 3, serta 32 galur dengan skor recovery 3, terdapat 7 galur yang memiliki skor 1 untuk karakter mengeringnya daun dan 3 untuk karakter recovery yaitu BP14352e-1-1-2Op-JK-0 (no galur 26), BP14352e-2-2-0Kr (no galur 34), HHZ5-SKI-7-3-0Kr-JK-0 (no galur 36), BP14352e-2-3-3Op-JK-0 (no galur 39), BP17280M-1 (no galur 72), BP17280M-66-1 (no galur 88), dan BP14342f-7 (no galur 97). Selain itu terdapat 12 galur yang memiliki skor 3 untuk karakter mengeringnya daun maupun *recovery* yaitu galur HHZ9-SKI-19-8-0Kr-JK-0 (no galur 8), BP14476e-3-4-2Kr-JK-0 (no galur 10), BP14476e-3-9-1Kr-JK-0 (no galur 18), HHZ18-SKI-2-1-0Kr-JK-0 (no galur 37), WAB 99-2-1-JK-0 (no galur 55), dan BP17292M-2 (no galur 90), BP17292M-4 (no galur 91), BP17292M-46 (no galur 93), BP9444-1f-Kn-1-3-6*B (no galur 98), SMD9-149D-MR-7 (no galur 103), TB155J-TB-MR-3-1-2 (no galur 104), dan IR83376-B-B-10-3 (no galur 108). Kesembilan belas galur tersebut dapat diindikasikan toleran terhadap kekeringan pada fase bibit (Tabel 6). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat delapan galur yang menunjukkan sifat toleran baik di metode PEG 20% maupun bak kayu yaitu galur nomor 10, 34, 72, 88, 90, 93, 104, dan 108. Hasil dari kedua metode tersebut perlu di konfirmasi pada lahan tadah hujan di Indonesia.

KESIMPULAN

Sebanyak 8 galur menunjukkan sifat toleran terhadap kekeringan, baik pada pengujian menggunakan PEG 20% maupun dengan bak kayu. Kedelapan galur tersebut yaitu galur nomor 10, 34, 72, 88, 90, 93, 104, dan 108. Hasil dari kedua metode tersebut perlu dikonfirmasi pada lahan tadah hujan di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Ai, N.S., S.M. Tondais, R. Butarbutar. 2010. Evaluasi indikator toleransi cekaman kekeringan pada fase perkecambahan padi (*Oryza sativa* L). Jurnal Biologi. 14(1):50-54.
- Bousslama, M., W.T. Schapaugh. 1984. Stress tolerance in soybean. I. Evaluation on three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Sci. 24:993-937.
- Bressan, R.A., P.M. Hasegawa, A.K. Handa. 1981. Resistance of cultured higher plant cells to polyethylene glycol-induced water stress. Plant Sci. Lett. 21:23-30.

- Courtois, B., N. Ahmadi, C. Perin, D. Luquet, E. Guiderdoni. 2008. The rice root system: from QTLs to genes to alleles. *In* Serraj R., Bennet J., Hardy B. (Eds.). Drought Frontiers in Rice: Crop Improvement for Increased Rainfed Production. World Scientific Publishing/ International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines/ Singapore.
- Erb, W.A., A.D. Draper, H.J. Swartz. 1988. Methods of screening blueberry seedling populations for drought resistance. *Hort Sci.* 23(2):312-314.
- Kaufmann, M.R., A.N. Eckard. 1971. Evaluation of water stress control with polyethylene glycol. *Science.* 133:1486-1487.
- Lestari, E.G., I. Mariska. 2006. Identifikasi somaklon padi Gajahmungkur, Towuti dan IR64 tahan kekeringan menggunakan polyethylene glycol. *Bul. Agron.* 34(2):71-78.
- Molphe-Balch, E.P., M. Gidekel, M. Segura-Nieto, L.H. Estrella, N. Ochoa-Alejo. 1996. Effect of water stress on plant growth dan root proteins in three cultivars of rice (*Oryza sativa*) with different levels of drought tolerance. *Physiol Plant.* 96:284-290.
- Nio, S.A., F.E.F. Kandou. 2000. Respons pertumbuhan padi (*Oryza sativa* L.) sawah dan gogo pada fase vegetatif awal terhadap cekaman kekeringan. *Eugenia.* 6:270-273.
- Pandey, S., H. Bhandari. 2008. Drought: economic costs and research implications. *In* Serraj R, Bennett J, Hardy B. (Eds.). Drought Frontiers in Rice: Crop Improvement for Increased Rainfed Production. World Scientific Publishing and Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute, Singapore.
- Qi, X.S., X.R. Wang, J. Xu, J.P. Zhang, J. Mi. 2010. Drought- resistance evaluation of flax germplasm at adult plant stage. *Scientia Agricultura Sinica.* 43:3076-3087.
- Rumbaugh, M.D., D.A. Johnson. 1981. Screening alfalfa germplasm for seedling drought resistance. *Crop Sci.* 21:709-713.
- Suardi, D., T.S. Silitonga. 1998. Uji toleransi kekeringan plasma nutfah padi dengan menggunakan larutan poly ethylene glycol (PEG) 8000. *Dalam* S. Moeljopawiro, M. Machmud, L. Gunarto, I. Mariska dan H. Kasim (Eds). Prosiding Temu Ilmiah Bioteknologi Pertanian. Balitbio Tanaman Pangan. Maret 1998.
- Sutjahjo, H.S., K. Abdul, M. Ika. 2007. Efektivitas polietilena glikol sebagai bahan penyeleksi kalus nilam yang diiradiasi sinar gamma untuk toleransi terhadap cekaman kekeringan. Departemen Agronomi dan Hortikultura. Fakultas Pertanian IPB: Bogor.