

RESPON PADA FASE PERKECAMBAHAN F1 PADI HIBRIDA TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN MENGGUNAKAN POLIETILEN GLIKOL 6000

¹Yuni Widyastuti ²Bambang S. Purwoko ³Muhamad Yunus ¹Satoto

¹Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Jl. Raya 9 Sukamandi, Subang Jawa Barat 41256. Telepon 0260 520157; Fax 0260 521104. Email: yuniweicrr@gmail.com

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga PO BOX 220 Bogor.

³Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian, Jl. Tentara Pelajar No 3A Bogor 16111.

ABSTRAK

Padi adalah salah satu tanaman pangan yang paling penting yang dapat tumbuh di daerah rawan kekeringan dan merupakan makanan pokok bagi sebagian besar masyarakat di Indonesia. Pemuliaan untuk cekaman kekeringan dibatasi oleh kurangnya metode yang sesuai terhadap stress abiotik ini. Polietilen glikol (PEG) telah banyak digunakan sebagai larutan osmotik untuk mendeteksi toleransi kekeringan pada fase perkecambahan padi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi respon beberapa variabel toleransi terhadap simulasi cekaman kekeringan selama fase perkecambahan dan menyeleksi F1 padi hibrida toleran cekaman kekeringan melalui uji cepat PEG 6000 pada konsentrasi 25%. Percobaan dilakukan di rumah kaca BB Biogen Cimanggu Bogor, menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial 2 faktor 3 ulangan dengan faktor pertama adalah 37 genotipe padi sedangkan faktor kedua adalah PEG 6000 2 taraf, yaitu konsentrasi 0 dan 25%. Berdasarkan persen perkecambahan, indeks vigor benih, panjang akar seminal, dan panjang kecambah teridentifikasi dua belas hibrida yang diduga toleran simulasi cekaman kekeringan fase perkecambahan adalah IR58025A/R32, IR80154A/PK90, IR80154A/R3, IR80154A/PK12, IR80154A/BP11, IR80156A/BP11, GMJ13A/PK90, GMJ13A/R3, GMJ13A/BP11, GMJ14A/R3, GMJ14A/BP11, dan GMJ15A/PK90.

Kata kunci: kekeringan, PEG, perkecambahan, tetua padi hibrida

ABSTRACT

Rice is one of the most important crop that could grown in drought-prone areas and is the staple food of people in Indonesia. Breeding for drought-prone environments is constrained by lack of suitable selection indices of drought stress resistance. Polyethylene glycol (PEG) has been widely used as an osmotic solution for detecting drought tolerant genotypes at germination stage of rice. The objectives of this experiment were to evaluate responses variables of drought tolerance at germination stage and to select F1 hybrids tolerant to drought using osmotic

solution PEG 6000 at concentration of 25%. The experiment was conducted at the greenhouse of ICABIOGRAD Cimanggu Bogor. The experiment was arranged in factorial randomized block design with three replications. The first factor was 37 genotype of rice and the second factor (osmotic potential) had two levels (0 and 25% concentration levels of PEG 6000). Based on germination percentage, seed vigor index, seminal root length, and seedling length, the genotypes identified as tolerance to drought were IR58025A/R 32, IR80154A/PK 90, IR80154A/R3, IR80154A/PK 12, IR80154A/BP 11, IR80156A/BP 11, GMJ13A/PK 90, GMJ13A/R 3, GMJ13A/BP 11, GMJ14A/R 3, GMJ14A/BP 11, and GMJ15A/PK 90.

Key words: drought, germination, hybrid rice, PEG

PENDAHULUAN

Toleransi terhadap cekaman kekeringan merupakan karakter kompleks dan ekspresinya dikendalikan oleh poligenik serta sangat dipengaruhi oleh lingkungan. Hal ini menyebabkan seleksi terhadap cekaman kekeringan di lapangan sulit dilakukan terutama dengan jumlah genotip yang banyak. Oleh karena itu, diperlukan metode seleksi yang valid, cepat, dan mudah dilakukan untuk mengidentifikasi genotip toleran dan peka terhadap cekaman kekeringan pada kondisi awal pertumbuhan (Boopathi et al. 2013).

Salah satu larutan osmotikum yang umum digunakan untuk simulasi cekaman air adalah polietilena glikol (PEG). Penambahan larutan PEG pada media dapat menurunkan besarnya potensial air secara homogen sehingga dapat meniru besarnya potensial tanah tanpa diserap oleh tanaman (Michel & Kaufmann, 1973; Verslues et al. 2006), sehingga dapat digunakan untuk mendeteksi perbedaan respon tanaman terhadap cekaman kekeringan. Metode penapisan menggunakan PEG 6000 untuk simulasi cekaman kekeringan telah banyak dilakukan pada tanaman pangan seperti padi (Afa et al. 2013), millet (Govindaraj et al. 2010), gandum (Lobato et al. 2008), jagung (Kusmarwiyah et al. 2006), kedelai (Hamayun et al. 2010), dan lain-lain. Besarnya penurunan potensial air tergantung pada konsentrasi dan berat molekul PEG. Cekaman osmotik yang disebabkan oleh PEG 6000 terbukti dapat menghambat perkecambahan (Siahsar et al. 2010). Afa et al. (2012) menunjukkan bahwa PEG 6000 konsentrasi 25% mampu membedakan toleransi terhadap cekaman kekeringan pada padi hibrida.

Pada fase perkecambahan, telah teridentifikasi beberapa variabel indikator toleransi terhadap cekaman kekeringan seperti persentase perkecambahan, panjang akar seminal, panjang tunas, rasio panjang akar seminal/tunas, dan indeks vigor (Jiang & Lafitte 2007; Ballo et al. 2012; Afa et al. 2013; Cahyadi et al. 2013; Daksa et al. 2014). Variabel-variabel tersebut terbukti mampu membedakan tingkat toleransi suatu genotipe pada fase perkecambahan. Penelitian ini bertujuan untuk : (1) mengevaluasi F1 hibrida berdasarkan respon beberapa variabel perkecambahan terhadap simulasi cekaman kekeringan menggunakan PEG 6000 konsentrasi 25%;

(2) menyeleksi F1 padi hibrida toleran cekaman kekeringan melalui uji cepat menggunakan PEG 6000 konsentrasi 25% pada fase perkecambahan.

METODE PENELITIAN

Percobaan dilakukan pada Februari – Maret 2015 di rumah kaca Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian, Cimanggu, Bogor Jawa Barat.

Materi yang digunakan adalah 30 F1 hibrida hasil persilangan dari galur mandul jantan (GMJ) IR58025A, IR80154A, IR80156A, GMJ13A, GMJ14A, dan GMJ15A

dengan galur pemulih kesuburan PK90, R3, PK12, R32, dan BP11. Varietas Salumpikit, Gajah Mungkur, Limboto, Maro, dan Hipa 8 digunakan sebagai varietas pembanding toleran, serta IR20 dan IR64 sebagai varietas pembanding peka cekaman kekeringan (Tabel 1).

Tabel 1. Materi genetik skrining F1 padi hibrida menggunakan PEG 6000 konsentrasi 25% pada fase perkecambahan

No	Genotype	No	Genotype	No	Genotype
1	IR58025A/PK 90	14	IR80156A/R 32	27	GMJ15A/R 3
2	IR58025A/R 3	15	IR80156A/BP 11	28	GMJ15A/PK 12
3	IR58025A/PK 12	16	GMJ13A/PK 90	29	GMJ15A/R 32
4	IR58025A/R 32	17	GMJ13A/R 3	30	GMJ15A/BP 11
5	IR58025A/BP 11	18	GMJ13A/PK 12	31	Salumpikit
6	IR80154A/PK 90	19	GMJ13A/R 32	32	Gajah Mungkur
7	IR80154A/R 3	20	GMJ13A/BP 11	33	Limboto
8	IR80154A/PK 12	21	GMJ14A/PK 90	34	Maro
9	IR80154A/R 32	22	GMJ14A/R 3	35	Hipa 8
10	IR80154A/BP 11	23	GMJ14A/PK 12	36	IR64
11	IR80156A/PK 90	24	GMJ14A/R 32	37	IR20
12	IR80156A/R 3	25	GMJ14A/BP 11		
13	IR80156A/PK 12	26	GMJ15A/PK 90		

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial 2 faktor yaitu faktor pertama adalah 37 genotipe padi dan faktor kedua adalah konsentrasi PEG (BM 6000) yang dibedakan menjadi 2 taraf, yaitu 0 (tanpa perlakuan PEG) dan 25% yang setara -9.9 bar (Michel & Kaufmann 1973). Penentuan konsentrasi 25% didasarkan skrining padi hibrida yang dilakukan Afa et al. (2012). Percobaan diulang 3 kali sehingga terdapat 222 satuan percobaan. Unit percobaan ialah satu cawan petri yang berisi 20 kecambah.

Sebelum dikecambahkan, benih dipilih yang bernaas dan seragam. Sebanyak 90- 120 benih tiap genotipe padi dikecambahkan sampai muncul radikel (± 2 mm) dalam cawan petri yang berisi 10 mL aquades. Setelah benih berkecambah (1-2 hari), benih diseleksi yang mempunyai pertumbuhan normal sehingga menyisakan

20 kecambah tiap cawan petri. Kecambah diberi perlakuan larutan PEG 6000 konsentrasi 25% dan aquades sebagai kontrol dengan pemberian 10 mL tiap cawan petri sebagai media perkecambahan. Perlakuan diberikan selama 7 hari.

Pengamatan untuk setiap variabel percobaan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Persentase perkecambahan (PP), pengamatan dilakukan terhadap jumlah kecambah normal pada hari ke-7 (Scott et al. 1984) yaitu:
Jumlah kecambah normal pada hari ke-

$$PP = \frac{7}{\text{Jumlah benih yang dikecambahkan}} \times 100\%$$

2. Panjang akar seminal (PAS), diukur mulai dari ujung akar hingga pangkal akar dengan satuan centimeter (cm) pada pengamatan hari ke-7
3. Panjang tunas (PT), diukur mulai dari ujung tunas hingga pangkal tunas dengan satuan centimeter (cm) pada pengamatan hari ke-7
4. Panjang kecambah (PK), diukur mulai ujung tunas sampai dengan pangkal akar dengan satuan centimeter (cm) pada pengamatan hari ke-7
5. Bobot kering akar seminal (BKAS), dihitung dengan menimbang bagian akar kecambah umur 7 hari yang telah dikeringkan dengan oven pada suhu konstan 60 0C selama 3 hari, satuan yang digunakan adalah gram (g)
6. Bobot kering tunas (BKT), dihitung dengan menimbang bagian tunas kecambah umur 7 hari yang telah dikeringkan dengan oven pada suhu konstan 60 0C selama 3 hari, satuan yang digunakan adalah gram (g)
7. Indeks vigor benih (IVB), dihitung menggunakan rumus Khodarahmpour (2011) yaitu:
IVB = (Panjang akar seminal + Panjang tunas) x Persentase perkecambahan

Analisis Data

Respon 37 genotipe padi terhadap simulasi cekaman kekeringan dihitung menggunakan nilai indeks penurunan rata-rata (Jiang & Lafitte 2007) sebagai berikut:

$$\text{Penurunan rata-rata (\%)} = 1 - \frac{\text{Variabel x kondisi tercekam}}{\text{Variabel x kondisi kontrol}} \times 100\%$$

Data hasil pengamatan dianalisis dengan analisis ragam (uji F) sesuai rancangan percobaan yang digunakan. Analisis ragam dihitung menggunakan nilai tingkat penurunan (TP) variabel perkecambahan (Xie et al. 2013) yaitu:

$$TP = \frac{\text{Nilai variabel x kondisi kontrol} - \text{Nilai variabel x kondisi tercekam}}{\text{Nilai variabel x kondisi kontrol}} \times 100\%$$

Apabila analisis ragam menunjukkan pengaruh nyata pada taraf 5% dilanjutkan dengan uji DMRT untuk membandingkan semua genotipe dengan semua varietas pembanding toleran dan peka. Perbedaan kemampuan toleransi genotipe pada kondisi tercekam dihitung dengan koefisien toleransi kekeringan (DC-drought resistance coefficient) untuk masing-masing variabel (Qi et al. 2010) yaitu:

$$DC = \frac{\text{Nilai variabel x kondisi tercekam}}{\text{Variabel x kondisi kontrol}}$$

Pengklasifikasian genotipe toleran dan peka simulasi cekaman kekeringan berdasarkan nilai rata-rata DC variabel perkecambahan yang teridentifikasi pada indikator utama cekaman kekeringan yaitu persentase perkecambahan, panjang akar seminal, panjang kecambah, dan indeks vigor kecambah (Afa et al. 2013). Software yang digunakan untuk analisis ragam adalah SAS versi 6.12 dan Microsoft Excel 2003.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa genotipe, taraf PEG, dan interaksi antara genotipe dan taraf PEG berpengaruh nyata terhadap variabel persentase perkecambahan, indeks vigor benih, panjang akar seminal, panjang tunas, panjang kecambah, bobot kering akar seminal, dan bobot kering tunas (Tabel 2). Hal ini mengindikasikan bahwa antar genotipe memiliki respon berbeda terhadap perlakuan PEG 6000 konsentrasi 25% pada beberapa variabel perkecambahan.

Tabel 2. Analisis ragam pada perlakuan genotipe dan PEG 6000 pada variabel perkecambahan 37 F1 hibrida dan pembandingnya

Variabel perkecambahan	Genotipe (db = 36)	Perlakuan (db = 1)	G x P (db = 36)	Koefisien keragaman (%)
Persentase perkecambahan (%)	350.15 **	140450.0 **	339.54 **	18.62
Indeks vigor benih	61182.79 **	85462487.11 **	42172.97 **	15.69
Panjang akar seminal (cm)	3.69 **	1541.20 **	1.84 **	21.20
Panjang tunas (cm)	0.97 **	10895.58 **	0.92 **	13.99
Bobot kering akar seminal (mg)	0.003 **	3.61 **	0.002 **	26.15
Bobot kering tunas (mg)	0.003 **	6.03 **	0.003 **	17.13

Keterangan : * = berbeda nyata pada $\alpha=0.05$; ** = berbeda nyata pada $\alpha=0.01$; tn = tidak berbeda nyata

Kebutuhan air diperlukan oleh biji yang berkecambah untuk merangsang hormon pertumbuhan dan menambah kandungan air pada setiap bagian kecambah. Oleh karena itu, kekurangan air dapat menghambat proses metabolisme benih sehingga perkecambahan akan terganggu (Kusmarwiyah et al. 2006; Lestari & Mariska 2006). Beberapa variabel perkecambahan yang terhambat karena adanya simulasi cekaman kekeringan menggunakan PEG 6000 konsentrasi 25% adalah sebagai berikut:

Persentase Perkecambahan

Perlakuan 25% PEG 6000 mempengaruhi persentase perkecambahan. Pada kondisi normal, seluruh genotipe yang diuji menunjukkan persentase perkecambahan yang normal dengan kisaran 90 – 100%. Rata-rata persentase perkecambahan varietas pembanding toleran pada kondisi tercekam kekeringan lebih tinggi dibanding varietas peka. Persentase perkecambahan tertinggi akibat perlakuan PEG 6000 diperoleh pada varietas pembanding Gajah Mungkur (85.0%), diikuti oleh Salumpikit, Maro, dan Limboto dengan kisaran antara 70.0 – 78.3%. Tiga hibrida IR58025A/R 32, IR80154A/PK 90, dan GMJ14A/R 3 memiliki persentase perkecambahan yang tidak berbeda nyata dibandingkan Gajah Mungkur, Salumpikit, Maro, dan Limboto (varietas toleran kekeringan) yaitu berturut-turut masing-masing 70, 73.3, dan 70% dengan persentase penurunan masing-masing sebesar 30, 26.7, dan 30%. Varietas pembanding peka kekeringan yaitu IR64 dan IR20 masing-masing mengalami penurunan persentase perkecambahan sebesar 73.7 dan 76.7%, sedangkan Hipa 8 menunjukkan penurunan persentase perkecambahan sebesar 50% (Tabel 3). Penurunan persentase perkecambahan ini disebabkan terjadinya penurunan potensi air dari lingkungan akibat tingkat hidrolis rendah. Menurut Lobato et al. (2008), PEG 6000 menyebabkan air menjadi tidak tersedia untuk proses imbibisi benih saat perkecambahan.

Panjang Akar Seminal

Proses pemanjangan yang awal dan cepat pada akar merupakan indikasi penting toleransi terhadap cekaman kekeringan. Sistem akar yang memanjang dan menjangkau lapisan tanah lebih dalam sangat berguna untuk menyerap akar (Kim et al. 2001). Variabel panjang akar seminal pada kondisi kontrol tidak menunjukkan perbedaan secara signifikan, sebagian besar hibrida menampilkan akar yang lebih panjang dibanding varietas pembanding peka IR64 dan IR20. Akar seminal terpanjang akibat perlakuan PEG 6000 diperoleh pada genotipe GMJ13A/R 3 yang tidak berbeda nyata dibandingkan dengan Gajah Mungkur, Limboto, Maro dan Hipa 8, tetapi berbeda nyata dengan Salumpikit. Selain itu teridentifikasi 11 hibrida lainnya berbeda nyata dengan varietas peka kekeringan IR64 dan IR20. Rata-rata panjang akar genotipe tersebut berkisar antara 2.0 – 3.0 cm, dengan persentase penurunan akar antara 55.3 – 76.8% sedangkan IR64 dan IR20 memiliki panjang akar hanya 0.7 dan 0.8 cm dengan persentase penurunan masing-masing 79.7 dan 86.0% (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh larutan PEG 6000 konsentrasi 25% terhadap persentase perkecambahan dan panjang akar seminal padi

Genotipe	Persentasi perkecambahan (%)			Panjang akar seminal (cm)		
	Kontrol	25% PEG 6000	Penurunan relatif (%)	Kontrol	25% PEG 6000	Penurunan relatif (%)
IR 58025A/PK 90	100.0 a	58.3 a-e	41.7	5.4 g-k	1.6 e-k	70.3
IR 58025A/R 3	100.0 a	55.0 a-e	45.0	7.1 a-h	1.6 e-k	77.5
IR 58025A/PK 12	100.0 a	43.3 b-e	56.7	5.2 h-k	0.7 k	85.9
IR 58025A/R 32	100.0 a	70.0 abc	30.0	6.0 d-j	1.5 e-k	74.1
IR 58025A/BP 11	100.0 a	65.0 a-d	35.0	7.5 a-f	1.4 f-k	81.4
IR 80154A/PK 90	100.0 a	73.3 abc	26.7	5.3 h-k	1.9 c-k	65.0
IR 80154A/R 3	100.0 a	55.0 a-e	45.0	7.3 a-g	2.5 b-g	66.0
IR 80154A/PK 12	100.0 a	58.3 a-e	41.7	5.6 f-j	1.5 f-k	72.8
IR 80154A/R 32	100.0 a	35.0 cde	65.0	6.0 d-j	1.7 d-k	71.1
IR 80154A/BP 11	100.0 a	65.0 a-d	35.0	8.1 abc	2.4 b-g	69.9
IR 80156A/PK 90	100.0 a	43.3 b-e	56.7	6.2 b-j	1.9 b-j	68.8
IR 80156A/R 3	100.0 a	35.0 cde	65.0	7.4 a-f	2.0 b-i	72.7
IR 80156A/PK 12	100.0 a	50.0 a-e	50.0	6.2 b-j	1.8 d-k	71.7
IR 80156A/R 32	100.0 a	38.3 b-e	61.7	5.6 f-j	1.9 c-k	66.6
IR 80156A/BP 11	100.0 a	48.3 a-e	51.7	5.0 ijk	2.2 b-h	55.3
GMJ 13A/PK 90	100.0 a	53.3 a-e	46.7	6.1 c-j	2.2 b-h	63.2
GMJ 13A/R 3	100.0 a	61.7 a-e	38.3	8.7 a	3.0 bc	65.4
GMJ 13A/PK 12	95.0 ab	46.7 a-e	50.9	8.6 a	2.0 b-i	76.8
GMJ 13A/R 32	100.0 a	28.3 de	71.7	6.7 b-j	2.7 b-e	59.2
GMJ 13A/BP 11	100.0 a	50.0 a-e	50.0	8.1 abc	2.9 bcd	64.0
GMJ 14A/PK 90	100.0 a	40.0 b-e	60.0	6.6 b-j	1.0 ijk	84.8
GMJ 14A/R 3	100.0 a	70.0 abc	30.0	6.0 d-j	1.7 e-k	72.0
GMJ 14A/PK 12	100.0 a	50.0 a-e	50.0	6.8 a-j	2.2 b-h	67.6
GMJ 14A/R 32	100.0 a	40.0 b-e	60.0	6.2 b-j	1.4 f-k	76.6
GMJ 14A/BP 11	100.0 a	48.3 a-e	51.7	6.9 a-i	2.5 b-f	63.4
GMJ 15A/PK 90	100.0 a	65.0 a-d	35.0	7.7 a-e	1.8 d-k	76.0
GMJ 15A/R 3	100.0 a	45.0 a-e	55.0	7.4 a-f	2.1 b-i	71.4
GMJ 15A/PK 12	100.0 a	50.0 b-e	50.0	6.8 a-j	1.1 h-k	83.8
GMJ 15A/R 32	100.0 a	51.7 a-e	48.3	6.6 b-j	1.3 j-k	79.9
GMJ 15A/BP 11	100.0 a	43.3 a-e	56.7	7.7 a-e	1.8 d-k	76.7
Maro	90.0 b	76.7 ab	14.8	4.8 jk	2.0 b-i	58.6
Hipa 8	90.0 b	45.0 b-e	50.0	6.1 c-j	2.1 b-i	66.4
Limboto	100.0 a	70.0 abc	30.0	6.2 b-j	2.1 b-i	66.1
IR64	95.0 ab	25.0 de	73.7	3.6 k	0.7 k	79.7
G. Mungkur	100.0 a	85.0 a	15.0	8.2 ab	3.1 b	61.9
IR20	100.0 a	23.3 e	76.7	5.7 e-j	0.8 jk	86.0
Salumpikit	100.0 a	78.3 ab	21.7	7.8 a-d	4.7 a	40.1
Rata-rata	99.2	52.4		6.6	2.0	
Koef. keragaman (%)	3.5	37.4		16.4	30.3	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada masing-masing peubah tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada $\alpha=0.05$.

Panjang Tunas

Respon terhadap cekaman kekeringan pada variabel panjang akar seminal lebih sensitif dibanding panjang tunas, namun gejala kekeringan yang ditimbulkan pada panjang tunas merupakan salah satu indikator penting toleransi terhadap cekaman kekeringan (Govindaraj et al. 2010). Pada kondisi kontrol, panjang tunas menunjukkan perbedaan antar genotipe yang diuji, sedangkan pada kondisi tercekam tidak menunjukkan perbedaan. Respon penurunan semua genotipe berkisar antara 88.0 – 94.6%. Varietas pembanding toleran Maro menunjukkan respon penurunan terendah yaitu 88.0%, sedangkan Salumpikit tidak menunjukkan keunggulan dibanding enam varietas pembanding lainnya dalam hal penurunan panjang tunas. Secara umum penggunaan PEG 6000 konsentrasi 25% mengakibatkan terhambatnya proses pertumbuhan tunas sehingga terjadi penurunan secara drastis panjang tunas dari kondisi normal (Tabel 4). Perlakuan 25% PEG juga menurunkan respon panjang kecambah. Respon penurunan panjang kecambah varietas pembanding toleran Salumpikit, Maro, Gajah Mungkur, Limboto, masing-masing sebesar 67.8, 70.9, 72.8, dan 77%. Sebanyak 10 hibrida menunjukkan panjang kecambah pada perlakuan PEG 6000 setara dengan Gajah Mungkur, Limboto, dan Maro dengan kisaran 2.6 – 3.4 cm (GMJ13A/R 3).

Tabel 4. Pengaruh larutan PEG 6000 konsentrasi 25% terhadap panjang tunas dan panjang kecambah padi

Genotipe	Panjang tunas (cm)			Panjang kecambah (cm)		
	Kontrol	25% PEG 6000	Penurunan relatif (%)	Kontrol	25% PEG 6000	Penurunan relatif (%)
IR 58025A/PK 90	5.7 ^{dj}	0.4	92.3	11.1 ^{gh}	2.0 ^{ej}	81.6
IR 58025A/R 3	5.2 ^{gj}	0.4	92.0	12.2 ^{c-g}	2.0 ^{ej}	83.6
IR 58025A/PK 12	6.3 ^{c-g}	0.4	93.9	11.4 ^{fgh}	1.1 ^j	90.3
IR 58025A/R 32	5.4 ^{fj}	0.4	91.8	11.3 ^{gh}	2.0 ^{ej}	82.5
IR 58025A/BP 11	5.6 ^{ej}	0.4	92.4	13.1 ^{b-g}	1.8 ^{fj}	86.1
IR 80154A/PK 90	6.5 ^{b-f}	0.5	92.8	11.7 ^{fgh}	2.3 ^{c-j}	80.3
IR 80154A/R 3	6.0 ^{d-g}	0.5	91.5	13.3 ^{b-g}	3.0 ^{b-f}	77.5
IR 80154A/PK 12	5.9 ^{d-i}	0.5	91.8	11.5 ^{fgh}	2.0 ^{ej}	82.6
IR 80154A/R 32	6.2 ^{c-g}	0.4	92.8	12.2 ^{c-g}	2.2 ^{dj}	82.1
IR 80154A/BP 11	6.4 ^{b-g}	0.4	93.0	14.5 ^{a-d}	2.9 ^{b-f}	80.1
IR 80156A/PK 90	6.8 ^{b-e}	0.5	92.6	13.0 ^{b-g}	2.4 ^{b-h}	81.2
IR 80156A/R 3	6.5 ^{b-f}	0.4	93.9	13.9 ^{a-f}	2.4 ^{b-h}	82.5
IR 80156A/PK 12	6.4 ^{b-f}	0.6	91.1	12.7 ^{b-g}	2.3 ^{c-i}	81.5
IR 80156A/R 32	5.7 ^{dj}	0.3	94.1	11.4 ^{fgh}	2.2 ^{c-j}	80.5
IR 80156A/BP 11	6.0 ^{d-i}	0.6	90.4	11.0 ^h	2.8 ^{b-f}	74.5
GMJ 13A/PK 90	6.0 ^{d-g}	0.4	92.8	12.1 ^{d-g}	2.7 ^{b-g}	77.9
GMJ 13A/R 3	6.0 ^{d-i}	0.4	93.1	14.7 ^{abc}	3.4 ^{bc}	76.6
GMJ 13A/PK 12	6.2 ^{c-g}	0.5	91.8	14.8 ^{ab}	3.1 ^{b-e}	78.9
GMJ 13A/R 32	5.9 ^{d-i}	0.4	92.8	12.5 ^{b-g}	2.5 ^{b-h}	79.9
GMJ 13A/BP 11	5.8 ^{d-i}	0.4	92.6	13.9 ^{a-e}	3.3 ^{bcd}	76.0
GMJ 14A/PK 90	6.1 ^{d-g}	0.4	94.0	12.6 ^{b-g}	1.4 ^{hij}	89.2
GMJ 14A/R 3	5.8 ^{dj}	0.4	92.3	11.8 ^{fgh}	2.1 ^{dj}	81.9
GMJ 14A/PK 12	6.0 ^{d-i}	0.5	92.5	12.7 ^{b-g}	2.6 ^{b-g}	79.2
GMJ 14A/R 32	5.6 ^{ej}	0.5	90.7	11.8 ^{fgh}	2.0 ^{ej}	83.3
GMJ 14A/BP 11	5.7 ^{dj}	0.4	93.0	12.6 ^{b-g}	2.9 ^{b-f}	76.7
GMJ 15A/PK 90	6.3 ^{c-g}	0.4	93.6	14.0 ^{a-e}	2.2 ^{c-j}	84.0
GMJ 15A/R 3	6.9 ^{bcd}	0.4	93.8	14.3 ^{a-d}	2.6 ^{b-h}	82.1
GMJ 15A/PK 12	7.5 ^{ab}	0.4	94.6	14.3 ^{a-d}	1.5 ^{gj}	89.5
GMJ 15A/R 32	7.3 ^{abc}	0.4	94.1	13.9 ^{a-f}	1.8 ^{fj}	87.4
GMJ 15A/BP 11	5.9 ^{d-i}	0.4	93.4	13.6 ^{a-g}	2.2 ^{dj}	83.9
Maro	3.5 ^k	0.4	88.0	8.3 ⁱ	2.4 ^{b-h}	70.9
Hipa 8	4.8 ^{ij}	0.4	91.9	10.9 ^h	1.1 ^{ij}	89.7
Limboto	4.9 ^{hij}	0.4	91.0	11.1 ^{gh}	2.6 ^{b-h}	77.0
IR64	4.6 ^j	0.4	91.6	8.2 ⁱ	2.4 ^{b-h}	70.3
Gajah Mungkur	5.2 ^{gj}	0.5	89.9	13.3 ^{b-g}	3.6 ^b	72.8
IR20	5.5 ^{fj}	0.4	93.1	11.3 ^{gh}	1.2 ^{ij}	89.5
Salumpikit	8.1 ^a	0.5	94.3	15.9 ^a	5.1 ^a	67.8
Rata-rata	5.9	0.4		12.5	2.4	
Koefisien keragaman (%)	10.3	21.5		10.4	25.7	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada masing-masing peubah tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada $\alpha=0.05$.

Bobot Kering Tunas

Murthy dan Ramakhrisnaya (1982) melaporkan bahwa bagian tajuk tanaman berhubungan dengan ketahanan terhadap cekaman lingkungan dan daya pulih kemampuan berproduksi. Pada fase perkecambahan juga terjadi penghambatan tunas yang lebih besar daripada penghambatan pertumbuhan akar (Hamim et al. 1996). Hal ini tentu saja diikuti oleh penurunan berat kering tunas. Pada konsentrasi 25% PEG 6000 upaya pemanjangan akar semakin menghambat pertumbuhan tunas. Hal ini berimplikasi pada semakin rendahnya bobot kering tunas yang dihasilkan. Pada kondisi kontrol, kisaran bobot kering tunas hibrida yang diuji adalah 2.6 mg (IR58025A/R 3) – 3.8 mg (IR80154A/BP 11). Bobot kering tunas rata-rata tertinggi pada perlakuan PEG 6000 ditunjukkan oleh lima hibrida yaitu IR80154A/R 3, GMJ13A/PK 90, GMJ13A/R 3, GMJ14A/R 3, GMJ14A/PK 12 yaitu 0.3 mg dengan persentase penurunan berkisar 89.6 – 91.3% yang tidak berbeda nyata dibandingkan dengan varietas Salumpikit, Gajah Mungkur, Limboto, dan Hipa 8 (Tabel 5).

Koefisien Kekeringan Padi Hibrida

Berdasarkan nilai rata-rata koefisien DC dari variabel utama toleransi cekaman kekeringan, 30 F1 hibrida memiliki respon beragam terhadap pemberian PEG 6000 konsentrasi 25%. Tidak ada satupun hibrida yang memiliki nilai koefisien toleransi lebih tinggi dibanding Salumpikit, Gajah Mungkur, Limboto, dan Maro, namun sebanyak 12 F1 hibrida mempunyai nilai DC berkisar 0.30 – 0.39 yang tidak berbeda nyata pada uji DMRT $\alpha=0.05$ dengan varietas pembanding Salumpikit, Gajah Mungkur, Maro, dan Limboto tetapi berbeda nyata dengan IR64 dan IR20 (Tabel 6). Hibrida yang diduga toleran cekaman terhadap kekeringan tidak selalu berasal kedua tetua yang toleran, namun demikian terdapat hibrida toleran yang berasal dari kedua tetua yang toleran pula. Hal ini kemungkinan adanya aksi gen aditif pada tetuanya atau aksi gen non- aditif pada F1 hibridanya (Muthuramu et al. 2010).

Sebanyak 5 hibrida dengan nilai rata-rata DC 0.30 – 0.39 merupakan persilangan tetua yang teridentifikasi toleran simulasi cekaman kekeringan, kelima hibrida tersebut adalah IR80154A/PK 90, IR80154A/ R 3, IR80154A/PK 12, GMJ14A/R 3, dan GMJ15A/PK 90. Hal ini mengindikasikan alel-alel pada tetua yang dominan bergabung dan berinteraksi positif menghasilkan toleransi yang setara dengan kedua tetuanya. Sebanyak 5 hibrida dengan nilai DC di atas 0.30 berasal dari salah satu tetua yang toleran simulasi cekaman kekeringan, hibrida tersebut adalah IR58025A/R 32, IR80154A/BP 11, GMJ13A/PK 90, GMJ13A/R 3, dan GMJ14A/BP 11. Hal ini kemungkinan adanya alel-alel yang menguntungkan pada salah satu tetua yang menutupi alel yang merugikan pada pasangannya sehingga tetap menghasilkan toleransi simulasi cekaman kekeringan yang tinggi. Adapun hibrida dengan nilai DC tinggi namun berasal dari kedua tetua yang teridentifikasi tidak toleran adalah IR80156A/BP 11 dan GMJ13A/BP 11 masing-masing 0.34 dan 0.31 hal ini kemungkinan disebabkan adanya alel-alel resesif dari kedua tetua yang bergabung dan berinteraksi positif menghasilkan toleransi simulasi cekaman kekeringan yang baik.

Tabel 6. Nilai koefisien toleransi cekaman kekeringan empat variabel utama toleransi kekeringan pada fase perkecambahan padi

Genotipe	Nilai koefisien toleransi kekeringan (DC):					Rerata nilai DC	
	Persentase perkecambahan	Panjang akar seminal	Panjang kecambah	Indeks vigor benih			
IR58025A/PK90	0.58	0.30	0.18	0.11	0.29	b-h	
IR58025A/R3	0.55	0.22	0.16	0.08	0.27	c-h	
IR58025A/PK12	0.43	0.15	0.10	0.05	0.21	e-h	
IR58025A/R32	0.70	0.27	0.18	0.12	0.32	a-g	
IR58025A/BP11	0.65	0.19	0.14	0.09	0.27	c-h	
IR80154A/PK90	0.73	0.35	0.20	0.15	0.39	a-d	
IR80154A/R3	0.55	0.34	0.22	0.13	0.32	b-g	
IR80154A/PK12	0.58	0.29	0.18	0.11	0.30	b-h	
IR80154A/R32	0.35	0.31	0.18	0.07	0.23	d-h	
IR80154A/BP11	0.65	0.30	0.20	0.13	0.32	a-g	
IR80156A/PK90	0.43	0.32	0.19	0.09	0.27	c-h	
IR80156A/R3	0.35	0.27	0.17	0.06	0.22	d-h	
IR80156A/PK12	0.50	0.28	0.18	0.09	0.27	c-h	
IR80156A/R32	0.38	0.35	0.20	0.09	0.26	c-h	
IR80156A/BP11	0.48	0.49	0.27	0.13	0.34	a-e	
GMJ13A/PK90	0.53	0.37	0.22	0.13	0.33	a-g	
GMJ13A/R3	0.62	0.34	0.23	0.16	0.34	a-e	
GMJ13A/PK12	0.50	0.23	0.17	0.09	0.25	d-h	
GMJ13A/R32	0.28	0.41	0.25	0.07	0.25	c-h	
GMJ13A/BP11	0.50	0.36	0.24	0.12	0.31	b-h	
GMJ14A/PK90	0.40	0.16	0.11	0.04	0.18	fgh	
GMJ14A/R3	0.70	0.29	0.18	0.13	0.35	a-e	
GMJ14A/PK12	0.50	0.32	0.21	0.10	0.28	b-h	
GMJ14A/R32	0.40	0.25	0.17	0.08	0.23	d-h	
GMJ14A/BP11	0.48	0.40	0.25	0.14	0.32	a-g	
GMJ15A/PK90	0.65	0.26	0.17	0.11	0.32	b-h	
GMJ15A/R3	0.45	0.28	0.18	0.08	0.28	c-h	
GMJ15A/PK12	0.50	0.16	0.11	0.05	0.26	d-h	
GMJ15A/R32	0.52	0.20	0.13	0.07	0.26	d-h	
GMJ15A/BP11	0.43	0.23	0.16	0.07	0.22	d-h	
Salumpikit	0.78	0.60	0.32	0.25	0.49	a	
Gajah Mungkur	0.85	0.38	0.27	0.23	0.44	abc	
Limboto	0.77	0.34	0.23	0.18	0.38	a-d	
Maro	0.86	0.42	0.30	0.25	0.46	ab	
Hipa8	0.53	0.34	0.22	0.12	0.30	b-h	
IR64	0.26	0.20	0.14	0.04	0.16	gh	
IR20	0.23	0.14	0.10	0.02	0.13	h	

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada rata-rata nilai DC tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada $\alpha=0.05$.

KESIMPULAN

1. Penggunaan larutan PEG 6000 konsentrasi 25% memberikan respon penurunan variabel perkecambahan seperti persentase perkecambahan, panjang akar seminal, panjang tunas, bobot kering akar seminal, dan bobot kering tunas.
2. Sebanyak dua belas hibrida diduga toleran simulasi cekaman kekeringan fase perkecambahan setara dengan Gajah Mungkur, Limboto, dan Maro yaitu IR58025A/R32, IR80154A/PK90, IR80154A/R3, IR80154A/PK12, IR80154A/BP11, IR80156A/BP11, GMJ13A/PK90, GMJ13A/R3, GMJ13A/BP11, GMJ14A/R3, GMJ14A/BP11, dan GMJ15A/PK90.

DAFTAR PUSTAKA

- Afa L, Purwoko BS, Junaedi A, Haridjaja O, Dewi IS. 2012. Pendugaan toleransi padi hibrida terhadap kekeringan dengan polyetilen glikol (PEG) 6000. *J. Agrivigor* 11(2):292-299.
- Afa L, Purwoko BS, Junaedi A, Haridjaja O, Dewi IS. 2013. Deteksi dini toleransi padi hibrida terhadap kekeringan menggunakan PEG 6000. *J. Agron. Indonesia* 41(1):9-15.
- Ballo M, Ai NS, Pandiangan D, Mantiri FR. 2012. Respons morfologis beberapa varietas padi (*Oryza sativa* L.) terhadap kekeringan pada fase perkecambahan. *Jurnal Bioslogos* 2(2):88-95.
- Boopathi NM, Swapnashri G, Kavitha P, Sathish S, Nithya R, Ratnam W, Kumar A. 2013. Evaluation and bulked segregant analysis of major yield QTL qtl 12.1 introgressed into indigenous elite line for low water availability under water stress. *Rice Science* 20(1):25-30.
- Cahyadi E, Ete A, Made U. 2013. Identifikasi karakter fisiologis dini padi gogo lokal Mangkawa terhadap cekaman kekeringan. *Agrotekbis* 1(3):228-235.
- Daksa WR, Ete A, Adrianton. 2014. Identifikasi toleransi kekeringan padi gogo lokal Tanange pada berbagai larutan PEG. *e-J. Agrotekbis* 2(2):114-120.
- Govindaraj M, Shanmugasundaram P, Sumathi P, Muthiah AR. 2010. Simple, rapid and cost effective screening method for drought resistant breeding in Pearl Millet. *e-J. of Plant Breeding* 1(4):590-599.
- Hamayun M, Khan SA, Shinwari ZK, Khan AL, Ahmad N, In-Jung L. 2010. Effect of polyethylene glycol induced drought stress on physio-hormonal attributes of Soybean. *Pak. J. Bot.* 42(2):977-986.
- Hamim, D. Soepandie dan M. Yusuf. 1996. Beberapa karakteristik morfologi dan fisiologi kedelai toleran dan peka terhadap terhadap cekaman kekeringan. *Hayati* 3(1):30-34

- Jiang W, Lafitte R. 2007. Ascertain the effect of PEG and exogenous ABA on rice growth at germination stage and their contribution to selecting drought tolerant genotypes. *Asia J Plant Sci.* 6:684-687.
- Kim YJ, Shanmugasundaram S, Yun SJ, Park H, Kand MS, Park. 2001. A simple method of seedling screening for drought tolerance in soybean. *Korean J Crop Sci.*46:284-288
- Kusmarwiyah, Indradewa D, Suyadi. 2006. Kajian fisiologis cekaman kekeringan pada jagung manis. *Jurnal Agrosains* 19:225-235
- Lestari EG, Mariska I. 2006. Identifikasi somaklon padi Gajah Mungkur, Towuti dan IR64 tahan kekeringan menggunakan polyethylene glycol. *Bul. Agron.* 34(2):71 – 78.
- Lobato AKS, Oliveira Neto CF, Costa RCL, Santos Filho BG, Silva FKS, Cruz FJR, Abboud ACS, Laughinghouse HD. 2008. Germination of sorghum under the influences of water restriction and temperature. *Agric. J.* 3:220-224.
- Michel BE, Kaufmann MR. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiol.* 51:914-916.
- Murthy KS, Ramakrishnaya G. 1982. Shoot characteristics of rice for drought resistance, p. 145-151. In *IRRI Drought Resistance. in Crops with Emphasis on Rice.* Los Banos, Philippons.
- Muthuramu S, Jebaraj S, Ushakumari R, Gnanasekaran M. 2010. Estimation of combining ability and heterosis for drought tolerance in different locations in rice (*Oryza sativa* L.). *Electronic Journal of Plant Breeding* 1(5): 1279-1285.
- Qi XS, Wang XR, Xu J, Zhang JP, Mi J. 2010. Drought- resistance evaluation of flax germplasm at adult plant stage. *Scientia Agricultura Sinica* 43:3076-3087.
- Siahsar BA, Ganjali S, Allahdoo M. 2010. Evaluation of drought tolerance indices and their relationship with grain yield of lentil lines in drought-stressed and irrigated environments. *Aust J Basic Appl Sci.* 4:43364346.
- Qi XS, Wang XR, Xu J, Zhang JP, Mi J. 2010. Drought- resistance evaluation of flax germplasm at adult plant stage. *Scientia Agricultura Sinica* 43:3076-3087.
- Verslues PE, Agarwal M, Agarwal KS, Zhu J. 2006. Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stress that affect plant water status. *The Plant Journal* 45:523-539.