

Uji Cepat Toleransi Tanaman Padi terhadap Cekaman Rendaman pada Fase Vegetatif

Rapid Screening for Rice Tolerance to Submergence on Vegetative Phase

Yullianida¹, Suwarno¹, Sintho Wahyuning Ardie², dan Hajrial Aswidinnoor^{2*}

¹Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (Indonesia Center for Rice Research)

Kebun Percobaan Muara, Jl. Raya Ciapus No. 25A Bogor Barat 16119, Indonesia

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

Diterima 10 Januari 2014/Disetujui 23 Mei 2014

ABSTRACT

The major constraint of rice cultivation in the flood-prone area is the lack of tolerant varieties. A rapid screening method have to be developed under controlled environments, such as a green house, to improve the effectiveness and efficiency of the selection under submergence condition. The aim of this research was to study the correlation between selection methods in greenhouse and in the field. This experiment was conducted at a green house of Muara Experimental Station, Bogor in 2011/2012. The experimental designs used were randomized complete design for greenhouse experiment and randomized complete block design for field experiment, with three replicates respectively. There were four sub-experiments in the greenhouse experiment, grouped based on seedling age (10 days and 35 days after seeding) and duration of submergence (10 days and 14 days). Those sub-experiments in the green house were compared with the experiment in the field. The results showed that there was strong correlation between recovery percentage in the green house and percentage recovery in the field. The same correlation indeed happen between recovery percentage in the green house to grain yield. Complete submergence at 10-day-old seedlings in green house could be developed as rapid selection method for submergence tolerant rice.

Keywords: aciotic stress, correlation, flooding, Oryza sativa

ABSTRAK

Kendala utama pengembangan tanaman padi di daerah rawan banjir adalah terbatasnya varietas yang toleran terhadap cekaman rendaman. Metode uji cepat pada lingkungan terkontrol, seperti rumah kaca, perlu dikembangkan untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi seleksi awal genotipe padi terhadap cekaman rendaman. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari korelasi antara metode seleksi di rumah kaca dan di lapang. Apabila keduanya berkorelasi kuat, maka metode seleksi di rumah kaca dapat dijadikan sebagai metode seleksi cepat tanaman padi terhadap cekaman rendaman. Percobaan ini dilakukan di Kebun Percobaan Muara-Bogor pada musim tanam 2011/2012. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan kelompok lengkap teracak untuk percobaan di rumah kaca dan rancangan acak lengkap untuk percobaan lapang, masing-masing tiga ulangan. Terdapat empat sub-percobaan di rumah kaca, dikelompokkan berdasarkan umur bibit (10 dan 35 hari setelah semai/HSS) dan durasi cekaman rendaman (10 dan 14 hari). Hasil skrining di rumah kaca dibandingkan dengan hasil skrining di lapang. Hasil penelitian menunjukkan persentase daya pulih tanaman di rumah kaca berkorelasi kuat dengan persentase daya pulih dan hasil di lapang. Penggunaan bibit berumur 10 HSS pada skrining di rumah kaca dapat dijadikan sebagai metode uji cepat untuk toleransi tanaman padi terhadap cekaman rendaman sesaat.

Kata kunci: banjir, cekaman abiotik, korelasi, Oryza sativa

PENDAHULUAN

Anomali iklim global yang saat ini kerap terjadi berdampak terhadap sulitnya memprediksi intensitas banjir yang melanda pertanaman padi di lahan rawan banjir, baik durasi terendamnya tanaman maupun ketinggian permukaan airnya. Pada lahan sawah rawan banjir, tanaman

padi biasanya terendam keseluruhan bagian tanaman dan durasi cekaman terjadi sesaat (kurang dari 14 hari). Salah satu cara untuk mengantisipasi masalah tersebut adalah dengan penanaman varietas padi yang toleran terhadap cekaman rendaman. Akan tetapi sampai saat ini varietas toleran tersebut masih sangat terbatas jumlahnya, antara lain Inpara 3, 4 dan 5. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk memperoleh galur-galur harapan padi lainnya yang toleran terhadap berbagai kondisi cekaman rendaman. Selain durasi dan ketinggian permukaan air, hasil penelitian Ikhwan *et al.*

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: hajrial@gmail.com

(2010) menunjukkan kekeruhan air rendaman berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi.

Pembentukan varietas unggul padi toleran cekaman rendaman dilakukan melalui pendekatan penggabungan sifat-sifat baik yang diinginkan ke dalam suatu varietas. Penggabungan sifat-sifat tersebut dilakukan dengan melakukan persilangan antar genotipe yang telah teridentifikasi sebagai sumber sifat yang diinginkan, kemudian menyeleksi dan memfiksasi rekombinan yang merupakan gabungan dari sifat-sifat baik yang diinginkan tersebut. Strategi yang ditempuh dalam pembentukan varietas unggul padi toleran rendaman adalah dengan pembentukan populasi bahan pemuliaan, kemudian menyeleksi galur-galur yang memiliki sifat agronomi baik sekaligus toleran cekaman rendaman, serta mengevaluasi daya hasil galur-galur harapan di lingkungan target.

Fluktuasi kondisi cekaman rendaman di lapangan akan menyulitkan kegiatan seleksi apabila langsung dilakukan di lahan target, sehingga diperlukan metode seleksi yang terkendali dalam menggambarkan suatu kondisi cekaman rendaman tertentu. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan seleksi terhadap target sifat yang diinginkan di rumah kaca maupun laboratorium. Seleksi di rumah kaca atau laboratorium merupakan seleksi dengan lingkungan terkendali, yaitu mengurangi pengaruh lingkungan di luar faktor yang diinginkan, taraf cekaman dapat diatur sesuai kebutuhan dan dapat mencakup ratusan genotipe yang meliputi varietas lokal, introduksi dan hasil persilangan.

Metode uji cepat untuk mengetahui toleransi tanaman padi terhadap cekaman rendaman sudah dilakukan oleh Manangkil *et al.* (2008) melalui pengamatan vigor kecambah dalam tabung. Hanya saja, metode tersebut dinilai kurang efisien dan efektif karena hanya dapat menguji sedikit sampel dalam satu genotipe (kurang representatif) dan jumlah genotipe yang diuji pun terbatas mengingat diperlukannya tabung reaksi dalam jumlah banyak (*test tube method*), sehingga diperlukan metode yang lebih sederhana. Uji cepat di rumah kaca dengan kondisi yang lebih mendekati kondisi lapangan, yaitu menggunakan pot plastik berisi tanah lumpur/sawah, diharapkan dapat menunjukkan hasil yang lebih akurat. Sebagaimana yang dilakukan dalam uji cepat untuk kemampuan berkecambah dalam kondisi anaerobik (*anaerobic germination*), Manigbas *et al.* (2008) mengemukakan bahwa media tanah berlumpur (sawah) yang dikombinasikan dengan berbagai durasi rendaman dan ketinggian permukaan air dapat dijadikan metode uji cepat dibanding penggunaan media air saja, seperti halnya *test tube method*.

Beberapa penelitian lain terkait pengembangan metode uji cepat untuk penentuan tingkat toleransi tanaman padi terhadap cekaman abiotik antara lain toleransi terhadap naungan atau intensitas cahaya rendah dilakukan dengan metode uji cepat fase bibit dan metode uji paranet (Sasmita 2008). Metode ini kemudian dibandingkan dengan seleksi langsung di lahan target yaitu di pertanaman padi gogo sebagai tanaman sela pohon kelapa atau kelapa sawit. Uji cepat toleransi tanaman padi terhadap keracunan besi (Fe)

juga telah dilakukan oleh Suhartini dan Makarim (2009) Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan larutan media hara makro dengan penambahan larutan FeSO₄ dapat dijadikan sebagai media dalam uji cepat di rumah kaca dan hasilnya berkorelasi dengan hasil seleksi di lahan target di Lampung Timur.

Penapisan di rumah kaca perlu dibandingkan dengan hasil seleksi di lapangan. Pencerminan kondisi lapangan sebaiknya langsung dilakukan di lahan target, seperti penapisan genotipe padi terhadap salinitas yang dilakukan di lahan rawa Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat (Utama *et al.*, 2009) atau seleksi galur kacang tanah adaptif lahan kering masam langsung dilakukan di Lampung Selatan (Kasno *et al.*, 2012). Namun sayangnya untuk mendapatkan kondisi cekaman rendaman di lahan sawah rawan banjir sulit diprediksi karena kejadiannya sering berupa banjir rob yang tiba-tiba datang, sehingga diperlukan penapisan di rumah kaca sebagai langkah awal dan simulasi banjir pada percobaan lapangan sehingga dapat diperoleh galur-galur harapan yang siap diuji multilokasi. Kedua percobaan tersebut, baik rumah kaca maupun lapangan, dilakukan pada penelitian ini.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan metode yang tepat, cepat dan mudah untuk pengujian toleransi tanaman padi terhadap cekaman rendaman pada fase vegetatif. Selain itu dipelajari juga korelasi antara metode seleksi di rumah kaca dan di lapangan. Apabila keduanya berkorelasi kuat, maka metode seleksi di rumah kaca dapat dijadikan sebagai metode uji cepat tanaman padi terhadap cekaman rendaman.

BAHAN DAN METODE

Materi genetik yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas 15 genotipe padi (Tabel 1), dengan satu genotipe merupakan genotipe padi mengandung gen *Sub1* (Ciherang *Sub1*), enam genotipe dari Balai Besar Penelitian Tanaman Padi dan enam genotipe lainnya dari Institut Pertanian Bogor. Varietas pembanding yang digunakan adalah FR13A sebagai pembanding toleran dan IR42 sebagai pembanding peka.

Percobaan di lapang dilaksanakan selama dua musim tanam berturut-turut, pada musim hujan (MH) 2011/2012 yaitu bulan Oktober 2011 hingga Januari 2012 dan musim kemarau (MK) 2012 yaitu bulan April hingga Juli 2012 menggunakan kolam khusus untuk mensimulasi banjir atau cekaman rendaman. Lokasi percobaan yaitu di Kebun Percobaan Muara, Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Bogor. Rancangan yang digunakan adalah rancangan kelompok lengkap teracak dengan tiga ulangan. Perlakuan rendaman dilakukan pada fase vegetatif, yaitu dua minggu sesudah tanam pindah atau 35 hari sesudah semai (HSS) dengan seluruh bagian tanaman terendam (*complete submergence*). Durasi cekaman rendaman di lapangan dihentikan apabila varietas pembanding peka IR42 sudah menunjukkan gejala mati (skor 9). Pada penelitian ini cekaman rendaman diberikan selama 10 hari. Karakter yang diamati adalah persentase daya pulih tanaman dan

Tabel 1. Materi genetik yang digunakan dalam uji cepat tanaman padi terhadap cekaman rendaman, K.P. Muara, 2012

Genotipe	Tetua persilangan
Ciherang <i>Sub1</i>	Ciherang/IR64 <i>Sub1</i> //Ciherang
B11586F-MR-11-2-2	Mesir/IR600-80-23
B13132-8-MR-1-KA-1	Kapuas/IR73571-3B-R-2-2-3-1//IR69502-6-SKN-UBN-1-B-1-3/CNA2903
B13134-4-MR-1-KA-1	Kapuas/IR73571-3B-R-2-2-3-1 //Dendang / KAL9418F-MR-2
B13135-1-MR-2-KA-1	Mahsuri/Cimelati//IR69502-6-SKN-UBN-1-B-1-3/Bondoyudo
B13138-7-MR-2-KA-1	IR69502-6-SKN-UBN-1-B-1-3/KAL9418F //Pokhali/Angke
B13138-7-MR-2-KA-2	IR69502-6-SKN-UBN-1-B-1-3/KAL9418F //Pokhali/Angke
IPB107-F-16-2-1	Siam Sapat/Fatmawati
IPB107-F-5-1-1	Siam Sapat/Fatmawati
IPB107-F-60-1-1	Siam Sapat/Fatmawati
IPB107-F-95-1-1	Siam Sapat/Fatmawati
IPB107-F-127-3-1	Siam Sapat/Fatmawati
IPB 107-F-13-1-1	Siam Sapat/Fatmawati
FR13A (cek toleran)	Varietas lokal dari Tamil Nandu, India
IR42 (cek peka)	IR1561-228-1-2/IR1737//CR94-13

pertambahan tinggi tanaman setelah tercekam rendaman. Selain itu diamati juga rata-rata hasil gabah di dua musim tanam pada lingkungan tercekam rendaman.

Percobaan di rumah kaca dilakukan menggunakan metode *direct seeded in trays in green house* (IRRI, 2002). Perendaman dilakukan menggunakan bak air berukuran panjang 150 cm, lebar 150 cm, dan tinggi 140 cm. percobaan ini terdiri atas empat sub-percobaan yang dikelompokkan berdasarkan umur bibit mulai direndam dan durasi rendaman, yaitu umur bibit 10 HSS dengan durasi rendaman selama 10 hari (UB10R10), umur bibit 10 HSS dengan durasi rendaman selama 14 hari (UB10R14), umur bibit 35 HSS dengan durasi rendaman selama 10 hari (UB35R10) dan umur bibit 35 HSS dengan durasi rendaman selama 14 hari (UB35R14). Durasi rendaman 10 hari di rumah kaca diberikan agar sama dengan durasi rendaman yang diberikan di percobaan lapangan, sedangkan durasi rendaman 14 hari diberikan dengan pertimbangan bahwa sampai saat ini durasi maksimal tanaman padi toleran rendaman adalah selama 14 hari, yaitu untuk varietas Inpara 4 dan 5 (BB Padi, 2013).

Pengisian air ke dalam bak dilakukan secara perlahan dan aliran air yang masuk tidak langsung mengenai tanaman agar tidak merusak bibit tanaman yang masih muda. Ketinggian air dipertahankan pada kisaran 110-120 cm agar tidak ada bagian tanaman yang muncul di atas permukaan air selama durasi rendam.

Pengamatan di rumah kaca dilakukan pada saat sebelum dan lima hari sesudah rendaman dihentikan. Tingkat toleransi tanaman padi terhadap cekaman rendaman ditentukan berdasarkan perhitungan persentase daya pulih genotipe-genotipe yang diuji dibandingkan dengan persentase daya pulih pembanding toleran, yaitu sangat toleran (100%), toleran (95-99%), moderat (75-94%), peka (50-74%) dan sangat peka (0-49%) (IRRI, 2002).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan terhadap persentase daya pulih tanaman di rumah kaca menunjukkan tidak ada perbedaan skor antar sub-percobaan dengan durasi rendaman yang sama, walaupun umur bibitnya berbeda. Persentase daya pulih tanaman di lapangan menunjukkan fluktuasi skor yang sama dengan di rumah kaca untuk durasi rendaman yang sama (Tabel 2). Durasi rendaman di lapangan adalah 10 hari, sehingga terlihat bahwa pada sub percobaan UB10R14 dan UB35R14 memiliki skor yang berbeda dengan skor di lapangan. Semakin lama durasi rendaman maka tingkat toleransi genotipe yang diuji akan semakin menurun (Tabel 2), kecuali untuk genotipe toleran dan moderat masih dapat mempertahankan skornya karena penurunan persentase daya pulih tanamannya lebih kecil dibandingkan genotipe peka. Tingkat toleransi di lapangan menunjukkan skor yang sama dengan percobaan di rumah kaca yang memiliki durasi rendaman 10 hari. Hal ini dikarenakan durasi cekaman rendaman yang diberikan di lapang pun selama 10 hari.

Berdasarkan *standard evaluation system* (IRRI, 2002), skoring toleransi terhadap cekaman rendaman dilakukan lima hari sesudah cekaman rendaman dihentikan. Hal ini disebabkan sesaat sesudah cekaman rendaman dihentikan hampir semua genotipe menunjukkan gejala layu sehingga sulit apabila langsung dilakukan skoring dan pengamatan tinggi tanaman.

Hasil analisis korelasi menunjukkan korelasi yang kuat antara metode seleksi di rumah kaca dengan di lapang. Hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang tinggi pada semua sub-percobaan rumah kaca dengan lapang. Begitu pula dengan korelasinya terhadap hasil gabah, keempat sub-percobaan yang dilakukan di rumah kaca menunjukkan korelasi yang tinggi dan sangat nyata (Tabel 2). Genotipe yang teridentifikasi toleran cekaman

Tabel 2. Rata-rata persentase daya pulih tanaman (DPT) padi sesudah cekaman rendaman pada empat sub-percobaan di rumah kaca dan lapangan dan rata-rata hasil gabah di dua musim tanam pada lingkungan tercekam rendaman

Genotipe	UB10R10		UB35R10		UB10R14		UB35R14		Lapang		Hasil (ton ha ⁻¹) pada LTR
	DPT	skor	DPT	skor	DPT	skor	DPT	skor	DPT	skor	
Ciherang <i>Sub1</i>	80	5	80	5	77	5	77	5	82	5	3.69
B11586F-MR-11-2-2	50	7	50	7	30	9	43	9	68	7	3.61
B13132-8-MR-1-KA-1	50	7	70	7	43	9	47	9	56	7	2.57
B13134-4-MR-1-KA-1	53	7	67	7	30	9	37	9	66	7	3.36
B13135-1-MR-2-KA-1	53	7	50	7	53	7	57	7	64	7	2.69
B13138-7-MR-2-KA-1	97	3	97	3	97	3	97	3	95	3	4.73
B13138-7-MR-2-KA-2	53	7	50	7	53	7	57	7	62	7	2.92
IPB107-F-16-2-1	50	7	50	7	40	9	40	9	65	7	2.13
IPB107-F-5-1-1	50	7	50	7	40	9	40	9	63	7	2.23
IPB107-F-60-1-1	50	7	50	7	40	9	40	9	60	7	2.81
IPB107-F-95-1-1	50	7	53	7	40	9	40	9	62	7	2.61
IPB107-F-127-3-1	50	7	53	7	40	9	40	9	64	7	3.3
IPB 107-F-13-1-1	50	7	57	7	40	9	40	9	64	7	2.88
FR13A (cek toleran)	100	1	100	1	100	1	100	1	99	3	4.69
IR42 (cek peka)	0	9	0	9	0	9	0	9	25	9	0.78
r DPT Lapang	0.96**		0.92**		0.91**		0.92**		1		
r Hasil	0.87**		0.85**		0.83**		0.85**		0.86**		

Keterangan: DPT = Daya Pulih Tanaman; LTR = Lingkungan Tercekam Rendaman; r DPT Lapang = koefisien korelasi terhadap daya pulih tanaman di lapang; rHasil = koefisien korelasi terhadap hasil gabah; **=nyata pada taraf α 1%; UB10R10 = umur bibit 10 HSS dengan durasi rendaman 10 hari, UB35R10 = umur bibit 35 HSS dengan durasi rendaman 10 hari, UB10R14 = umur bibit 10 HSS dengan durasi rendaman 14 hari, dan UB35R14 = umur bibit 35 HSS dengan durasi rendaman 14 hari

rendaman, yaitu B13138-7-MR-2-KA-1 menunjukkan rata-rata hasil gabah tertinggi (4.73 ton ha⁻¹), setara dengan rata-rata hasil gabah varietas pembanding toleran (FR13A) yaitu sebesar 4.69 ton ha⁻¹. Galur yang moderat terhadap cekaman rendaman, yaitu Ciherang *Sub1* memiliki rata-rata hasil gabah sebesar 3.69 ton ha⁻¹. Galur-galur lainnya yang tergolong peka memiliki kisaran rata-rata hasil gabah antara 2.13-3.61 ton ha⁻¹, sedangkan varietas pembanding peka (IR42) memiliki rata-rata hasil gabah terendah, yaitu hanya sebesar 0.78 ton ha⁻¹. Hal ini membuktikan terdapat korelasi yang kuat antara persentase daya pulih tanaman, baik di rumah kaca maupun lapang, dengan hasil gabah.

Tabel 3 menunjukkan perbandingan rata-rata persentase daya pulih tanaman berdasarkan umur bibit yang sama. Selisih antara penggunaan umur bibit 10 hari dan umur bibit 35 hari dapat dikatakan cukup rendah, walaupun dengan durasi rendaman yang berbeda. Lain halnya dengan perbandingan rata-rata persentase daya pulih tanaman berdasarkan durasi rendaman yang sama (Tabel 4). Terlihat bahwa selisih persentase daya pulih tanaman dengan durasi rendaman 10 hari dan 14 hari cukup tinggi, kecuali pada genotipe toleran. Semakin lama durasi rendaman, maka persentase daya pulih tanaman akan semakin rendah, walaupun dengan penggunaan umur bibit yang sama.

Faktor utama penyebab kerusakan tanaman akibat cekaman rendaman adalah (1) terganggunya pertukaran gas CO₂ dan O₂ antara tanaman dan lingkungannya, (2) berkurangnya penetrasi cahaya matahari dan (3) adanya gen pengendali toleransi terhadap cekaman rendaman. Ketiga faktor tersebut menyebabkan terhambatnya proses respirasi dan fotosintesis tanaman selama tercekam rendaman. Semua respon fisiologis dalam mengatasi cekaman rendaman diatur oleh gen *Sub1* atau lebih spesifik lagi gen *Sub1A*, merupakan tipe gen *ethylene-response factor like genes* (Xu *et al.*, 2006). Adanya gen tersebut mengurangi sensitivitas tanaman padi terhadap etilen, yaitu hormon tanaman yang mendorong proses pemanjangan tanaman, pelepasan energi yang disimpan dan penguraian klorofil.

Sampai saat ini hanya ada satu varietas yang sangat toleran (skor 1) terhadap cekaman rendaman, yaitu varietas FR13A. Varietas ini memiliki toleransi yang tinggi terhadap rendaman lebih dari 14 hari. FR13A merespon terhadap cekaman rendaman dengan tidak mengalami pemanjangan. Pemanjangan batang merupakan respon morfologi paling umum pada tanaman yang tercekam rendaman air (Harada *et al.*, 2005; Ookawara *et al.*, 2005), namun toleransi tanaman padi terhadap rendaman berkorelasi negatif dengan kemampuan pemanjangan batang. Mekanisme toleransi

Tabel 3 . Daya pulih tanaman (DPT) pada sub-percobaan di rumah kaca berdasarkan umur bibit yang sama

Genotipe	Umur bibit 10 hari			Umur bibit 35 hari		
	UB10R10	UB10R14	Rata-rata	UB35R10	UB35R14	Rata-rata
Ciherang <i>Sub 1</i>	80	77	79b	80	77	79b
B11586F-MR-11-2-2	50	30	40e	50	43	47ef
B13132-8-MR-1-KA-1	50	43	47d	50	47	49c
B13134-4-MR-1-KA-1	53	30	42de	53	37	45de
B13135-1-MR-2-KA-1	53	53	53c	53	57	55cd
B13138-7-MR-2-KA-1	97	97	97a	97	97	97a
B13138-7-MR-2-KA-2	53	53	53c	53	57	55cd
IPB107-F-16-2-1	50	40	45de	50	40	45f
IPB107-F-5-1-1	50	40	45de	50	40	45f
IPB107-F-60-1-1	50	40	45de	50	40	45f
IPB107-F-95-1-1	50	40	45de	53	40	47ef
IPB107-F-127-3-1	50	40	45de	53	40	47ef
IPB 107-F-13-1-1	50	40	45de	57	40	49def
FR13A (cek toleran)	100	100	100a	100	100	100a
IR42 (cek peka)	0	0	0	0	0	0g

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%

Tabel 4. Daya pulih tanaman (DPT) pada sub-percobaan di rumah kaca berdasarkan durasi rendaman yang sama

Genotipe	Rendam 10 hari			Rendam 14 hari		
	UB10R10	UB35R10	Rata-rata	UB10R14	UB35R14	Rata-rata
Ciherang <i>Sub 1</i>	80	80	80b	77	77	77b
B11586F-MR-11-2-2	50	50	50d	30	43	37ef
B13132-8-MR-1-KA-1	50	50	50c	43	47	45d
B13134-4-MR-1-KA-1	53	53	53c	30	37	34f
B13135-1-MR-2-KA-1	53	53	53d	53	57	55c
B13138-7-MR-2-KA-1	97	97	97a	97	97	97a
B13138-7-MR-2-KA-2	53	53	53d	53	57	55c
IPB107-F-16-2-1	50	50	50d	40	40	40de
IPB107-F-5-1-1	50	50	50d	40	40	40de
IPB107-F-60-1-1	50	50	50d	40	40	40de
IPB107-F-95-1-1	50	53	52d	40	40	40de
IPB107-F-127-3-1	50	53	52d	40	40	40de
IPB 107-F-13-1-1	50	57	54d	40	40	40de
FR13A (cek toleran)	100	100	100a	100	100	100a
IR42 (cek peka)	0	0	0e	0	0	0g

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%

tanaman padi terhadap cekaman rendaman keseluruhan dengan memperlambat laju pertumbuhan tanaman selama rendaman diperkuat juga dengan hasil analisis korelasi yang negatif nyata antara persentase daya pulih tanaman dengan penambahan tinggi tanaman. Koefisien korelasi antara tinggi tanaman dengan persentase daya pulih tanaman di rumah

kaca, yaitu $r = -0.83^{**}$ (UB10R10), $r = -0.69^{**}$ (UB35R10), $r = -0.50^*$ (UB10R14) dan $r = -0.72^{**}$ (UB35R14). Tabel 5 menunjukkan bahwa genotipe toleran B13138-7-MR-2-KA-1 memiliki penambahan tinggi tanaman terendah dan tidak berbeda nyata dengan varietas pembandingan toleran (FR13A). Pertambahan tinggi tanaman atau pemanjangan

Tabel 5. Pertambahan tinggi tanaman padi sesudah cekaman rendaman pada keempat sub-percobaan di rumah kaca

Genotipe	Tinggi tanaman (cm)				Rata-rata (cm)
	UB10R10	UB35R10	UB10R14	UB35R14	
Ciherang <i>Sub1</i>	5.7	11.2	5.8	7.7	8h
B11586F-MR-11-2-2	8.3	12.8	3.8	12.6	9efg
B13132-8-MR-1-KA-1	13.9	11.7	10.2	6.9	11e
B13134-4-MR-1-KA-1	11.7	13.0	4.0	7.4	9fg
B13135-1-MR-2-KA-1	13.2	11.6	2.2	5.4	8gh
B13138-7-MR-2-KA-1	4.5	4.1	3.1	2.4	4i
B13138-7-MR-2-KA-2	9.1	7.7	6.7	6.7	8h
IPB107-F-16-2-1	12.6	13.4	23.6	5.3	14d
IPB107-F-5-1-1	14.2	10.9	19.4	6.5	13d
IPB107-F-60-1-1	10.4	10.9	9.1	10.7	10ef
IPB107-F-95-1-1	13.4	19.7	15.3	17.7	17c
IPB107-F-127-3-1	15.5	16.4	18.3	15.2	16c
IPB 107-F-13-1-1	18.1	20.7	20.8	14.7	19b
FR13A (cek)	1.9	5.3	3.0	2.3	3i
IR42 (cek)	18.7	22.0	18.9	20.2	20a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%

batang tidak diinginkan pada kondisi cekaman rendaman keseluruhan karena dapat mengakibatkan diremobilisasinya karbohidrat yang tersimpan (Nugraha *et al.*, 2011). Ketika air surut, tanaman yang menggunakan cadangan energi untuk pemanjangan batang sudah tidak memiliki energi yang cukup untuk melakukan pemulihan.

Hal yang sama terlihat pada mekanisme toleransi di lapang (Tabel 6). Cekaman rendaman selama 10 hari menyebabkan rata-rata pertambahan tinggi tanaman lebih dari 20 cm, kecuali pada genotipe toleran. Apabila dibandingkan dengan lingkungan optimumnya maka terlihat selisih pertambahan tinggi tanaman pada genotipe toleran paling rendah.

Tabel 6. Pertambahan tinggi tanaman padi (cm) sebelum dan sesudah cekaman rendaman sesaat di lapang

Genotipe	Lingkungan tercekam rendaman			Lingkungan optimum			Selisih
	MH	MK	Rata-rata	MH	MK	Rata-rata	
Ciherang <i>Sub 1</i>	23.6	20.2	21.9bcd	22.3	20.7	21.5abcde	0.4
B11586F-MR-11-2-2	25.9	22.7	24.3b	14.9	24.5	19.7cde	4.6
B13132-8-MR-1-KA-1	19.4	20.8	20.1cd	13.8	25.7	19.7cde	0.3
B13134-4-MR-1-KA-1	21.6	17.9	19.7cd	17.6	23.0	20.3cde	-0.5
B13135-1-MR-2-KA-1	20.0	23.4	21.7bcd	14.9	22.6	18.7de	3.0
B13138-7-MR-2-KA-1	15.4	12.4	13.9f	17.4	22.4	19.9cde	-6.0
B13138-7-MR-2-KA-2	18.3	14.2	16.2ef	20.4	24.3	22.4abcd	-6.2
IPB107-F-16-2-1	20.1	17.5	18.8de	16.8	26.7	21.8abcde	-3.0
IPB107-F-5-1-1	26.3	16.6	21.5bcd	21.4	23.8	22.6abc	-1.1
IPB107-F-60-1-1	25.8	20.3	23.0bc	18.0	23.3	20.6cde	2.4
IPB107-F-95-1-1	25.2	22.1	23.6b	20.2	18.8	19.5cde	4.1
IPB107-F-127-3-1	25.8	19.8	22.8bc	19.2	23.0	21.1cde	1.7
IPB 107-F-13-1-1	25.9	18.5	22.2bc	25.2	23.6	24.4ab	-2.2
FR13A (cek) toleran	10.5	7.1	8.8g	23.8	25.7	24.7a	-15.9
IR42 (cek) peka	35.9	30.6	33.3a	14.8	22.0	18.4e	14.9

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%; MH = musim hujan; MK = musim kemarau

Informasi ini menunjukkan bahwa seleksi di rumah kaca dengan umur bibit yang berbeda dengan di lapang, namun mengalami durasi rendaman yang sama dapat dijadikan sebagai metode uji cepat terhadap cekaman rendaman yang terjadi pada fase vegetatif. Diharapkan dengan adanya metode uji cepat, maka seleksi dapat dilakukan lebih efektif dan efisien, baik dalam hal waktu maupun biaya.

KESIMPULAN

Metode seleksi di rumah kaca pada bibit umur 10 hari dapat dijadikan sebagai metode uji cepat tanaman padi terhadap cekaman rendaman pada fase vegetatif berdasarkan korelasi yang tinggi dan sangat nyata antara daya pulih tanaman di rumah kaca dengan di lapang ($r > 0.90^{**}$), begitu pula dengan korelasi antara daya pulih tanaman, baik di rumah kaca maupun di lapang, terhadap hasil gabah ($r > 0.80^{**}$). Berdasarkan hasil penapisan di rumah kaca dan simulasi banjir di lapang, galur B13138-7-MR-2-KA-1 teridentifikasi toleran terhadap cekaman rendaman keseluruhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan dana penelitian dari Badan Litbang Pertanian-Kementerian Pertanian RI; Hibah Kompetensi, Ditjen Pendidikan Tinggi-Kementerian Pendidikan Nasional tahun 2011 no. 375/SP2H/PP/Dit.Litabmas/ IV/2011 kepada Dr. Ir. Hajrial Aswidinnoor, M.Sc; dan I-MHERE B.2.C. IPB tahun 2011 no. 12/13.24.4/SPP/I-MHERE/2011 kepada Dr. Ir. Hajrial Aswidinnoor, M.Sc.

DAFTAR PUSTAKA

BB Padi 2013. Deskripsi Varietas Unggul Baru Padi. Kementerian Pertanian.

Harada, T., S. Satoh, T. Yoshioka, K. Ishizawa. 2005. Expression of sucrose synthase genes involved in enhanced elongation of pondweed (*Potamogeton distinctus*) turions under anoxia. Ann. Bot. 96:683-692.

Ikhwani, E. Suhartatik, A.K. Makarim. 2010. Pengaruh waktu, lama dan kekeruhan air rendaman terhadap pertumbuhan dan hasil padi sawah IR64-sub1. J. Penelitian Pertanian 29:63-71.

IRRI. 2002 Standard Evaluation System for Rice (SES). IRRI. Los Banos, Philippines.

Kasno, A., Trustinah, A.A. Rahmiana. 2012. Seleksi galur kacang tanah adaptif pada lahan kering masam. J. Penelitian Pertanian 32:16-24.

Manangkil O.E, Vu H.T., Yoshida S. 2008. A simple, rapid and reliable bioassay for evaluating seedling vigor under submergence in indica and japonica rice. Euphytica 163:1-8.

Manigbas, N.L., R.O. Solis, W.V. Barroga, A.J. Noriel, E.C. Arocena, T.F. Padolina, R.T. Cruz. 2008. Development of screening methods for anaerobic germination and seedling vigor in direct wet-seeded rice culture. Phil. J. Crop Sci. 33:34-44.

Nugraha, Y., G.V. Vergara, D.J. Mackil, A.B. Ismail. 2011. Status karbohidrat pada batang bibit padi pada kondisi rendaman keseluruhan dan parsial. hal. 753-764. Dalam S. Abdulrachman, A. Gani, Z. Susanti (Eds.). Prosiding Seminar Ilmiah Hasil Penelitian Padi Nasional. Sukamandi 24 November 2010.

Ookawara, R., S. Satoh, T. Yoshioka, K. Ishizawa. 2005. Expression of expansin and xyloglucan endotransglucosylase/hydrolase genes associated with shoot elongation enhanced by anoxia, ethylene and carbon dioxide in arrowhead (*Sagittaria pygmaea* Miq.) tubers. Ann. Bot. 96:693-702.

Sasmita, P. 2008. Skrining ex situ genotipe padi gogo haploid ganda toleran intensitas cahaya rendah. J. Agrikultura 19:75-82.

Suhartini, T., A.K. Makarim. 2009. Teknik seleksi genotipe padi toleran keracunan besi. J. Penel. Perta. 28:125-130.

Utama, M.Z.H, W. Haryoko, R. Munir. 2009. Penapisan varietas padi terhadap salinitas pada lahan rawa di Kabupaten Pesisir Selatan. J. Agron. Indonesia 37: 101-106.

Xu, K., X. Xu, T. Fukao, P. Canlas, R. Maghirang-Rodriguez, S. Heuer, A.M. Ismai, J. Bailey-Serres, P.C. Ronald, D.J. Mackill. 2006. *Sub1A* is an ethylene-response-factor-like gene that confers submergence tolerance to rice. Nature 442:705-708.