

Uji Cepat Toleransi Genotipe Padi Gogo terhadap Cekaman Alumunium (Al) pada Fase Perkecambahan

Rapid Testing Method for Al Toxicity Tolerance at Germination Growth Stage of Upland Rice Genotype

Santi Aprilliani, Faiza Chairani Suwarno^{*}, dan Yullianida

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

Telp.&Faks. 62-251-8629353 e-mail agronipb@indo.net.id

^{*}Penulis untuk korespondensi : faizasuwarno@yahoo.co.id

Disetujui 16 Januari 2017/ *Published Online* 24 Januari 2017

ABSTRACT

A rapid testing method for Al toxicity tolerance at early growth stage is important for breeding line selection of rice. A research was done aimed to develop a rapid testing method and screening the upland rice genotypes for Al toxicity tolerance at germination stage. The experiments were conducted at the Laboratory of Seed Science and Technology, Bogor Agricultural University, and in a green house at Experimental Station Muara, Bogor from February until June 2016. The research consisted of two experiments including (1) identification the most promising testing method for Al toxicity tolerance and (2) evaluation of the promising testing method. A Composite analysis of variance with two method as the composite factors was applied in the first experiment. A split plot design with four concentration levels of Al as the main plot, with three rice genotypes as the sub plot, with three replications was applied in the first experiment. In the second experiment, seeds of 56 upland rice genotypes were tested for the Al toxicity tolerance with the most promising method selected, and the rapid testing method in Yoshida nutrient solution (UCY). An augmented design with eight blocks and three checks varieties were applied to the rapid test and the UCY method, respectively. The results indicated that the rapid test method UPL with 20 ppm Al was identified as the most promising method. The Al toxicity tolerance of the rice genotypes tested by the UPL rapid test method, indicated by germination and relative root length at 10 HST was correlated ($r^2 = 0,067$ and $0,078$) with the UCY method. Some upland rice genotypes were identified tolerant to Al toxicity.

Keywords : identification, correlation, method, screening, tolerant

ABSTRAK

Metode uji cepat toleransi terhadap cekaman Alumunium (Al) pada awal pertumbuhan penting untuk menyeleksi genotipe padi. Penelitian ini bertujuan mendapatkan metode terbaik dan skrining genotipe padi gogo terhadap cekaman Al pada fase perkecambahan. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih, Institut Pertanian Bogor, dan di rumah kaca Kebun Percobaan Muara, Bogor, pada bulan Februari sampai Juni 2016. Penelitian ini terdiri atas dua percobaan (1) Identifikasi metode terbaik untuk uji cepat toleransi cekaman Al, dan (2) evaluasi metode terbaik. Analisis ragam gabungan digunakan pada Percobaan 1 dengan metode sebagai faktor tersarang. Rancangan split plot dengan empat konsentrasi Al sebagai petak utama, tiga genotipe padi sebagai anak petak, beserta tiga ulangan digunakan pada Percobaan 1. Pada Percobaan 2.56 genotipe padi diuji tingkat toleransinya terhadap cekaman Al dengan metode terbaik yang terpilih dan metode Uji Cepat dalam larutan hara Yoshida (UCY). Rancangan augmented dengan delapan blok dan tiga cek digunakan untuk masing-masing metode. Hasil penelitian menunjukkan metode Uji di Permukaan Larutan (UPL) dengan konsentrasi Al 20 ppm merupakan metode terbaik. Pada metode UPL, relatif daya berkecambah dan panjang akar pada 10 HST berkorelasi ($r^2 = 0,067$ dan $0,078$) dengan metode UCY. Beberapa genotipe padi gogo diidentifikasi toleran cekaman Al 20 ppm pada fase perkecambahan.

Kata kunci : identifikasi, korelasi, metode, skrining, toleran

PENDAHULUAN

Peningkatan produksi padi nasional dilakukan dengan berbagai upaya, baik secara intensifikasi maupun ekstensifikasi. Upaya ekstensifikasi dilakukan dengan perluasan lahan untuk budidaya padi. Salah satu jenis lahan yang potensial untuk ekstensifikasi tanaman padi adalah lahan kering masam.

Kendala utama yang dihadapi pada lahan kering masam adalah rendahnya kadar pH tanah. Kadar pH berhubungan erat dengan kapasitas tukar kation. Semakin rendah pH suatu tanah maka kapasitas tukar kation tanah juga rendah begitupun sebaliknya, semakin tinggi pH suatu tanah (netral atau basa) maka kapasitas tukar kation tanah juga tinggi. Tanah yang memiliki pH rendah didominasi oleh kation yang bersifat masam seperti ion H^+ dan Al^{3+} (Syahriani, 2014).

Upaya perakitan varietas padi gogo yang toleran terhadap keracunan Al dilakukan dengan pengujian galur-galur pada tingkat konsentrasi Al tertentu. Penentuan konsentrasi Al yang tepat perlu dilakukan untuk mengetahui seberapa besar konsentrasi Al yang mampu membedakan varietas padi toleran dan peka. Metode standar yang selama ini digunakan oleh pemulia tanaman dalam pengujian toleransi terhadap keracunan Al adalah metode uji cepat dalam larutan hara Yoshida (1976). Namun pengujian ini cukup sulit dilakukan karena membutuhkan ketelitian serta pengetahuan mengenai bahan kimia yang digunakan dalam pengujian. Selain itu, penggunaan bahan kimia dalam pengujian tersebut membutuhkan biaya yang relatif lebih mahal. Oleh karena itu perlu dicari metode uji cepat yang lebih cepat pada fase perkecambahan, lebih mudah dan ekonomis, serta berkorelasi dengan metode yang selama ini telah terbukti valid dalam skrining genotipe padi gogo terhadap keracunan Al.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor dan Kebun Percobaan Muara, Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (BB Padi), Bogor. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai bulan Februari sampai bulan Juni 2016. Materi yang digunakan dalam percobaan pertama adalah genotipe padi gogo yang telah diketahui tingkat toleransinya terhadap cekaman Al, yaitu IR60080-23 (toleran Al), Inpago 6 (agak toleran Al) dan ITA131 (peka Al). Materi yang digunakan pada percobaan kedua, yaitu sebanyak 56 genotipe padi

gogo beserta ketiga genotipe yang digunakan pada percobaan pertama sebagai cek. Bahan lain yang digunakan pada penelitian ini, yaitu larutan Yoshida yang mengandung senyawa Al pada konsentrasi 0 ppm, 20 ppm, 40 ppm, dan 60 ppm, *buffer* pH 4.00, NaOH, dan HCl untuk menyesuaikan pH larutan, serta akuades.

Penelitian ini terbagi ke dalam dua percobaan. Percobaan pertama yaitu untuk menentukan metode terbaik yang akan digunakan untuk skrining genotipe padi gogo pada percobaan kedua. Metode yang digunakan pada percobaan pertama yaitu metode uji kertas digulung didirikan dalam plastik (UKDdp) dan metode uji di permukaan larutan (UPL). Taraf aluminium (Al) yang digunakan yaitu pada konsentrasi 0 ppm, 20 ppm, 40 ppm, dan 60 ppm. Larutan yang mengandung aluminium (Al) pada konsentrasi tertentu ini digunakan untuk membasahi kertas pada metode UKDdp dan digunakan langsung pada metode UPL. Pengecekan pH larutan dilakukan setiap dua hari sekali sehingga pH konstan pada $pH 4 \pm 0.02$. Pada percobaan kedua digunakan dua metode, yaitu, metode terbaik pada percobaan pertama dan metode uji cepat larutan Yoshida (UCY). Metode pertama pada percobaan kedua dilakukan sesuai dengan metode terbaik yang didapatkan pada percobaan pertama. Percobaan dengan metode uji cepat larutan Yoshida diawali dengan pembuatan larutan Yoshida ditambah aluminium (Al) pada konsentrasi 0 ppm sebagai kontrol dan konsentrasi terbaik yang didapatkan dari percobaan pertama. Pengecekan pH dilakukan setiap dua hari sekali untuk mempertahankan pH tetap pada angka 4 ± 0.02 .

Terdapat dua metode yang dipakai pada percobaan pertama, yaitu metode uji kertas digulung didirikan dalam plastik (UKDdp) dan uji di permukaan larutan (UPL). Masing-masing metode menggunakan rancangan percobaan Split Plot Rancangan Acak Lengkap (Split Plot RAL) yang dikombinasikan. Menurut Handayani (2005), jika ingin menggabungkan model dari masing-masing lokasi, maka akan muncul sumber keragaman baru, yaitu sumber keragaman yang terjadi karena perbedaan lokasi (pengaruh dari lokasi). Analisis ragam yang dipakai merupakan analisis ragam gabungan dengan dua metode sebagai faktor yang tersarang. Faktor konsentrasi aluminium sebagai petak utama (0 ppm, 20 ppm, 40 ppm, dan 60 ppm), dan genotipe padi gogo sebagai anak petak (toleran, agak toleran dan peka). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga masing-masing metode terdapat 36 satuan percobaan. Pada percobaan kedua, masing-masing metode

menggunakan rancangan augmented. Perlakuan genotipe yang dipakai sebanyak 56 genotipe dan tiga genotipe cek yang diulang sebanyak delapan ulangan.

Pengamatan dilakukan pada 10 tanaman contoh yang dipilih secara acak pada setiap satuan percobaan. Komponen yang diamati meliputi indeks vigor (IV), daya berkecambah (DB), potensi tumbuh maksimum (PTM), panjang akar (PA), panjang plumula (PP), relatif panjang akar (RPA), relatif panjang plumula (RPP). Parameter PA, RPA, PP, dan RPP diamati pada 7 HST dan 10 HST. Parameter RPA pada metode UCY diamati pada hari ke-14 setelah tanam. Data hasil percobaan dianalisis dengan sidik ragam (uji F) untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Jika pada Percobaan 1 hasil uji F menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata, maka dilakukan uji beda nilai tengah dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf $\alpha = 5\%$. Percobaan 2 menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf $\alpha = 5\%$ sebagai uji lanjut jika hasil uji F menunjukkan pengaruh yang beda nyata. Parameter metode terbaik yang berpengaruh nyata pada Percobaan 2 dikorelasikan dengan parameter RPA pada 14 HST dari metode UCY.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum

Metode uji kertas digulung didirikan dalam plastik (UKDdp) dilakukan dengan menggunakan germinator tipe IPB 72-1 di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih, Institut Pertanian Bogor. Kendala yang terdapat pada pengujian dengan menggunakan metode UKDdp yaitu sulitnya menentukan pH larutan yang terserap dalam kertas buram. Pengecekan pH yang sulit ini menyebabkan kondisi pH larutan pada metode UKDdp kurang akurat. Plumula genotipe

IR60080-23 memiliki pertumbuhan yang lambat sehingga cukup mempengaruhi besarnya kecambah normal pada *first count* maupun *final count*.

Metode uji di permukaan larutan (UPL) dan Percobaan 2 dilakukan di instalasi rumah kaca, Kebun Percobaan Muara, Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Bogor. Benih genotipe Sigambiri Merah, Sigambiri Putih, dan IR83745-B-B-33-3 tidak tumbuh pada pengujian Percobaan 2. Tanaman padi yang masih dalam fase perkecambahan beberapa diserang oleh burung yang menyebabkan adanya data hilang pada salah satu ulangan genotipe IR60080-23. Untuk mengantisipasi adanya serangan yang lebih berat, maka dipasang paranet. Selain burung, beberapa genotipe juga diserang oleh cendawan.

Percobaan 1. Penentuan Metode Uji Cepat dan Konsentrasi Aluminium Terbaik pada Fase Perkecambahan

Parameter Vigor Benih dalam Penentuan Metode dan Konsentrasi. Analisis ragam yang dilakukan pada seluruh parameter menunjukkan bahwa genotipe berpengaruh sangat nyata pada semua parameter yang diamati. Parameter potensi tumbuh maksimum (PTM) tidak dipengaruhi secara nyata oleh konsentrasi dan metode yang digunakan dalam percobaan. Metode percobaan yang digunakan juga tidak memberikan pengaruh yang nyata pada besarnya relatif panjang plumula (Tabel 1). Interaksi antara ketiga faktor percobaan (metode, konsentrasi, dan genotipe) memberikan pengaruh yang sangat nyata pada parameter indeks vigor, daya berkecambah, panjang akar, dan relatif panjang akar, berpengaruh nyata pada panjang plumula, serta tidak memberikan pengaruh yang nyata pada parameter potensi tumbuh maksimum dan relatif panjang plumula.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil analisis ragam parameter yang diamati pada Percobaan 1

Parameter	M	K	G	M*K	M*G	K*G	M*K*G
Indeks vigor	**	**	**	**	**	**	**
Daya berkecambah	**	**	**	**	**	**	**
Potensi tumbuh maksimum	tn	tn	**	tn	**	tn	tn
Panjang akar	**	**	**	**	**	**	**
Panjang plumula	**	**	**	tn	**	*	*
Relatif panjang akar	**	**	**	**	**	**	**
Relatif panjang plumula	tn	*	**	tn	tn	tn	tn

Keterangan : *, **, tn berturut-turut : berbeda nyata, berbeda sangat nyata, tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha = 5\%$, M: metode, K: konsentrasi, G: genotipe

Hasil uji lanjut parameter indeks vigor menunjukkan bahwa metode uji di permukaan larutan (UPL) lebih tepat digunakan sebagai

metode skrining pada Percobaan 2 (Tabel 2). Metode uji kertas digulung didirikan dalam plastik (UKDdp) dengan kadar konsentrasi Al yang

berbeda belum dapat membedakan sensitivitas genotipe cek terhadap cekaman Al. Pada metode UPL dengan konsentrasi Al 20 ppm, nilai indeks vigor dari IR60080-23 lebih tinggi dibandingkan ITA 131, tetapi tidak berbeda nyata dengan Inpago 6 yang merupakan genotipe agak toleran Al. Pada metode UPL dengan konsentrasi Al 40 ppm dan 60 ppm, genotipe Inpago 6 berubah menjadi peka Al karena memiliki nilai yang nyata lebih rendah dibandingkan IR60080-23 dan tidak berbeda nyata dengan ITA 131.

Hasil pengamatan pada metode UKDdp menunjukkan bahwa daya berkecambah ketiga genotipe padi gogo pada berbagai tingkatan konsentrasi Al tidak jauh berbeda dengan daya kecambah pada kontrol (0 ppm). Pengujian daya

berkecambah genotipe padi gogo pada metode UPL menunjukkan penurunan yang nyata seiring dengan meningkatnya konsentrasi Al. Pada metode UPL dengan konsentrasi Al 20 ppm, genotipe IR60080-23 memiliki nilai daya berkecambah yang nyata lebih tinggi dibandingkan genotipe ITA 131, tetapi tidak berbeda nyata dengan genotipe Inpago 6. Pada metode UPL dengan konsentrasi Al 40 ppm dan 60 ppm, genotipe Inpago 6 nyata lebih rendah daripada genotipe IR60080-23 dan tidak berbeda nyata dengan genotipe ITA 131. Berdasarkan parameter daya berkecambah dan indeks vigor, metode skrining terbaik adalah metode UPL dengan konsentrasi Al 20 ppm.

Tabel 2. Rata-rata indeks vigor (%) dan daya berkecambah (%) tiga genotipe cek padi gogo terhadap cekaman keracunan Al pada metode dan konsentrasi Al berbeda

Perlakuan	Konsentrasi			
	0 ppm	20 ppm	40 ppm	60 ppm
Indeks vigor (%)				
UKDdp				
IR60080-23	54.00b	52.00a	34.67b	24.00b
Inpago 6	65.33a	76.00a	69.33a	58.67a
ITA131	50.67ab	61.33a	50.67ab	54.67a
UPL				
IR60080-23	72.00b	26.67a	28.00a	5.33a
Inpago6	92.00a	17.33a	0.00b	0.00b
ITA131	69.33b	6.67b	0.00b	0.00b
Daya berkecambah (%)				
UKDdp				
IR60080-23	88.00ab	73.33a	66.67b	80.00a
Inpago 6	89.33a	88.00a	88.00a	88.00a
ITA131	65.33b	70.67a	72.00ab	73.33a
UPL				
IR60080-23	76.00a	32.00a	32.00a	10.67a
Inpago6	96.00a	28.00a	2.67b	0.00b
ITA131	80.00a	6.67b	0.00b	0.00b

Keterangan : Uji lanjut dilakukan pada data yang telah ditransformasi ke $\sqrt{(x+0,5)}$, angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata berdasarkan hasil *Duncan's multiple range test* (DMRT) pada taraf $\alpha = 5\%$, UKDdp: uji kertas digulung didirikan dalam plastik, UPL: uji di permukaan larutan.

Metode UKDdp pada Percobaan 1 memakai kertas buram yang memiliki kemampuan menyerap air hingga 28.1 g per unit media. Air di dalam substrat tidak akan berkurang secara signifikan melalui evaporasi pada metode UKDdp. Sifat fisik substrat kertas ini antara lain mampu mempertahankan air dan kecepatan penyerapan air kapilernya tinggi meskipun berfluktuasi (Suwarno dan Hapsari, 2008). Penelitian yang dilakukan oleh Tamas *et al.* (2004) menunjukkan bahwa perkecambahan benih barley pada dua lapis kertas filter yang lembab membutuhkan konsentrasi Al yang lebih tinggi untuk mendapatkan respon yang hampir sama

dengan kondisi di larutan hara. Hal ini diduga dikarenakan tingginya ikatan antara serat selulosa pada kertas filter dengan senyawa Al

Parameter Panjang Akar dan Relatif Panjang Akar. Rata-rata panjang akar tiga genotipe padi gogo pada metode uji kertas digulung didirikan dalam plastik (UKDdp) tidak jauh berbeda antara penambahan Al dengan tanpa Al (Tabel 3). Pada metode uji di permukaan larutan (UPL) dengan konsentrasi Al 20 ppm genotipe IR60080-23 memiliki panjang akar yang nyata lebih tinggi dibandingkan genotipe lainnya. Panjang akar ketiga genotipe tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada metode UPL dengan

konsentrasi 40 ppm dan 60 ppm. Berdasarkan parameter indeks vigor, daya berkecambah, dan panjang akar, metode skrining yang akan

digunakan pada Percobaan 2 adalah metode UPL dengan konsentrasi 20 ppm.

Tabel 3. Rata-rata panjang akar (cm) dan relatif panjang akar tiga genotipe cek padi gogo terhadap cekaman keracunan Al pada metode dan konsentrasi Al berbeda

Perlakuan	Konsentrasi Al			
	0 ppm	20 ppm	40 ppm	60 ppm
Panjang akar (cm)				
UKDdp				
IR60080-23	10.18b	10.90a	11.55a	11.39a
Inpago 6	10.57b	10.82a	9.63b	11.13ab
ITA 131	12.34a	10.29a	11.84a	10.04b
UPL				
IR60080-23	3.39a	2.54a	0.99a	0.67a
Inpago 6	3.57a	0.55b	0.42a	0.29a
ITA 131	2.89a	0.59b	0.35a	0.32a
Relatif panjang akar				
UKDdp				
IR60080-23	-	1.08a	1.14a	1.12a
Inpago 6	-	1.02ab	0.91b	1.05a
ITA 131	-	0.83b	0.96a	0.81b
UPL				
IR60080-23	-	0.77a	0.29a	0.20a
Inpago 6	-	0.15b	0.12b	0.08a
ITA 131	-	0.21b	0.12b	0.11a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata berdasarkan hasil *Duncan's multiple range test* (DMRT) pada taraf $\alpha = 5\%$, UKDdp: uji kertas digulung didirikan dalam plastik, UPL: uji di permukaan larutan.

Metode pengujian UKDdp menunjukkan relatif panjang akar yang berbeda nyata (Tabel 3). Pada metode UKDdp menunjukkan bahwa relatif panjang akar genotipe IR60080-23 pada konsentrasi 20 ppm, 40 ppm, dan 60 ppm, nyata lebih tinggi dibandingkan genotipe cek peka ITA 131. Namun nilai relatif panjang akar genotipe IR60080-23 lebih dari 1.00 yang mengindikasikan bahwa panjang akar perlakuan cekaman Al lebih panjang dibandingkan panjang akar kontrol (0 ppm). Pada metode UPL konsentrasi Al 20 ppm dan 40 ppm, relatif panjang akar genotipe IR60080-23 nyata lebih tinggi dibandingkan genotipe lainnya. Berdasarkan parameter relatif panjang akar, metode UPL dengan konsentrasi Al 20 ppm merupakan metode yang tepat untuk dijadikan metode skrining pada Percobaan 2.

Parameter panjang plumula. Panjang plumula ketiga genotipe yang digunakan tidak berbeda jauh antara genotipe yang tercekam keracunan Al 20 ppm dengan perlakuan kontrol (0 ppm). Panjang plumula ini diduga tidak mencerminkan sensitivitas genotipe padi gogo terhadap cekaman Al (Gambar 2). Rata-rata panjang plumula genotipe Inpago 6 nyata lebih tinggi dibandingkan genotipe lainnya pada semua

metode dan konsentrasi. Genotipe IR60080-23 memiliki rata-rata panjang plumula yang tidak berbeda nyata dengan genotipe ITA 131 pada metode uji di permukaan larutan (UPL). Pada metode uji kertas digulung didirikan dalam plastik (UKDdp) dengan konsentrasi 40 ppm dan 60 ppm, rata-rata panjang plumula genotipe IR60080-23 nyata lebih rendah dibandingkan genotipe ITA 131 yang peka Al (Tabel 4).

Berdasarkan nilai panjang plumula, tidak terdapat metode dan konsentrasi Al yang tepat untuk dijadikan metode skrining pada Percobaan 2. Panjang plumula pada cekaman Al tidak menunjukkan penurunan yang nyata dibandingkan tanpa Al sebagai kontrol. Hal tersebut menunjukkan bahwa besarnya panjang plumula lebih ditentukan oleh genetik dari masing-masing genotipe. Tanaman yang toleran Al umumnya memiliki jumlah Al di tajuk yang hampir sama dengan tanaman peka Al, tetapi jumlah Al di bagian akar lebih rendah dibandingkan tanaman peka Al (Rout *et al.*, 2001). Keberadaan Al baik di akar maupun tajuk meningkat dengan jumlah akumulasi Al di akar lebih tinggi daripada di tajuk jika terjadi penurunan pH (Meriga *et al.*, 2010).

Tabel 4. Rata-rata panjang plumula (cm) tiga genotipe cek padi gogo terhadap cekaman keracunan Al pada metode dan konsentrasi Al berbeda

Perlakuan	Konsentrasi			
	0 ppm	20 ppm	40 ppm	60 ppm
Panjang plumula (cm)				
UKDdp				
IR60080-23	6.39b	5.36b	4.99c	4.97c
Inpago 6	8.92a	9.39a	7.53a	7.88a
ITA131	6.53b	5.99b	6.48b	6.48b
UPL				
IR60080-23	5.34b	4.03b	3.72b	3.92b
Inpago6	6.39a	5.12a	4.59a	4.79a
ITA131	4.83b	4.20b	3.66b	3.53b

Keterangan : Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata berdasarkan hasil *Duncan's multiple range test* (DMRT) pada taraf $\alpha = 5\%$, UKDdp: uji kertas digulung didirikan dalam plastik, UPL: uji di permukaan larutan

Percobaan 2. Skrining Genotipe Padi Gogo terhadap Cekaman Aluminium dan Evaluasi Metode Uji Cepat Terbaik

Vigor genotipe padi gogo pada kondisi cekaman Al (20 ppm). Parameter indeks vigor dan daya berkecambah dari 56 genotipe padi gogo beserta tiga genotipe cek berbeda sangat nyata baik pada metode uji di permukaan larutan (UPL)

maupun pada metode uji cepat dalam larutan hara Yoshida (UCY). Rata-rata indeks vigor dan daya berkecambah seluruh genotipe pada metode UPL cenderung lebih rendah dibandingkan metode UCY, dengan koefisien keragaman (KK) yang cukup tinggi yaitu 41.66% dan 26.35%. Tingginya nilai KK ini mengindikasikan sangat beragamnya indeks vigor dan daya berkecambah pada metode UPL (Tabel 5).

Tabel 5. Rekapitulasi hasil analisis ragam vigor genotipe padi gogo terhadap cekaman Al (20 ppm) pada uji di permukaan larutan dan uji cepat larutan hara Yoshida

Parameter	Rata-rata	KK (%)
UPL		
Indeks vigor	9.40 ^{**}	45.37
Daya berkecambah	21.05 ^{**}	49.22
Potensi tumbuh maksimum	82.37 ^{tn}	22.82
UCY		
Indeks vigor	51.10 ^{**}	25.81
Daya berkecambah	65.02 ^{**}	20.24
Potensi tumbuh maksimum	76.86 ^{**}	15.74

Keterangan : **,tn berturut-turut: berbeda nyata, berbeda sangat nyata, tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha = 5\%$, KK: Koefisien keragaman, UPL: uji di permukaan larutan, UCY: uji cepat dalam larutan hara Yoshida.

Potensi tumbuh maksimum pada metode UPL tidak berbeda nyata (Tabel 5). Berdasarkan hal tersebut, maka parameter potensi tumbuh maksimum kurang tepat jika digunakan dalam skrining genotipe padi gogo terhadap cekaman aluminium. Rout *et al.* (2001) menyatakan bahwa aluminium tidak berpengaruh terhadap perkecambahan benih tetapi berpengaruh pada pembentukan akar baru dan pengisian biji. Penghambatan pertumbuhan ini dapat dideteksi 2-4 hari setelah perkecambahan benih. Hal tersebut menunjukkan bahwa aluminium tidak berpengaruh pada daya hidup benih tetapi lebih berpengaruh pada mutu kecambah benih yang menentukan kecambah tersebut normal atau abnormal.

Keberadaan unsur hara diduga menjadi penyebab lebih tingginya indeks vigor dan daya berkecambah genotipe padi gogo pada metode UCY dibandingkan dengan metode UPL. Pada metode UCY tanaman masih dapat melakukan proses metabolisme meskipun dalam keadaan minimum karena ketersediaan hara, dan mekanisme toleransi masih mendukung adanya penyerapan hara. Berbeda dengan metode UCY, metode UPL tidak memiliki komponen unsur hara yang dibutuhkan untuk proses metabolisme, sehingga pertumbuhan lebih terhambat dan tanaman lebih sensitif terhadap cekaman Al.

Berdasarkan parameter indeks vigor dan daya berkecambah, genotipe B13642E-TB-71, Inpago 5, Gajah Mungkur, TB155J-TB-3-1-1, dan

B14086D-TB-86-2 memiliki nilai indeks vigor dan daya berkecambah yang nyata lebih tinggi dibandingkan genotipe cek IR60080-23. Genotipe Gajah Mungkur dan TB155J-TB-3-1-1 terlihat memiliki nilai indeks vigor dan daya berkecambah lebih tinggi dibandingkan genotipe lainnya, yaitu berturut-turut 66.67% dan 75% untuk indeks vigor, serta 100% untuk daya berkecambah. Berdasarkan parameter indeks vigor dan daya berkecambah pada metode UPL, genotipe Gajah Mungkur dan TB155J-TB-3-1-1 merupakan genotipe yang berpotensi sebagai genotipe unggulan. Indeks vigor dan daya berkecambah pada metode UCY ini lebih dominan dipengaruhi oleh mutu benih. Hal tersebut dapat dilihat dari besarnya indeks vigor genotipe cek. Genotipe cek toleran IR60080-23 memiliki indeks vigor dan daya berkecambah berturut-turut 42.86% dan 53.57%, lebih rendah jika dibandingkan genotipe cek peka ITA 131 yang memiliki indeks vigor dan daya berkecambah berturut-turut 76.04% dan 86.46%. Berdasarkan hal tersebut, parameter indeks vigor dan daya berkecambah pada metode UCY kurang tepat dijadikan sebagai parameter skrining genotipe padi gogo cekaman Al. Beberapa genotipe yang memiliki mutu benih lebih rendah yaitu B12168D-MR-38-1-6-TB-1, B11604E-MR-2-4, B11186G-MR-3-1-14-2, B12493C-MR11-4-3-2, B12801F-MR-44-3, B12417F, B14086D-TB-86-2, Inpago 4, Inpago 8, dan Batutegei. Hal tersebut ditunjukkan oleh daya

berkecambah yang berkisar antara 0-25% pada metode UCY.

Panjang akar dan relatif panjang akar genotipe padi gogo pada cekaman Al (20 ppm). Berdasarkan hasil pengamatan, cekaman aluminium (Al) lebih berpengaruh pada panjang akar genotipe padi gogo. Akar tanaman lebih menunjukkan kerusakan daripada bagian tanaman lainnya (Rout *et al.*, 2001). Cekaman Al menginduksi kerusakan akar dengan cara mereduksi panjang akar (Meriga *et al.*, 2010). Cekaman Al menghambat perpanjangan akar primer dan menghalangi pembentukan akar adventif. Semakin tinggi konsentrasi Al semakin rendah pertambahan panjang akar. Kelarutan Al yang tinggi dapat menyebabkan penghambatan pertumbuhan akar tanaman yang serius (Nurlaela, 2007). Ujung akar yang meliputi tudung akar, meristem, dan zona elongasi mengakumulasi lebih banyak Al dan menimbulkan lebih banyak kerusakan daripada akar dewasa yang sudah terdiferensiasi. Hanya butuh 2-3 mm bagian ujung akar yang tercekam Al dan pertumbuhan tanaman akan terhambat (Delhaize and Ryan, 1995).

Nilai KK pada 7 HST lebih besar dibandingkan nilai KK pada 10 HST dan 14 HST, yang mengindikasikan bahwa keragaman panjang akar pada 7 HST lebih besar dibandingkan pada 10 HST dan 14 HST. Cekaman Al 20 ppm berpengaruh nyata terhadap parameter panjang akar pada 7 HST, 10 HST, dan 14 HST (Tabel 6).

Tabel 6. Rekapitulasi hasil analisis ragam panjang akar genotipe padi gogo pada cekaman Al 20 ppm pada uji di permukaan larutan (UPL)

Umur Tanaman	Rata-rata (cm)	KK (%)
Panjang akar		
UPL		
7 HST	1.11 ^{**}	25.36
10 HST	1.35 ^{**}	20.39
14 HST	1.77 ^{**}	20.43
Relatif panjang akar		
UPL		
7 HST	0.47 ^{**}	24.73
10 HST	0.29 ^{**}	36.84
14 HST	0.26 ^{**}	27.37
UCY		
14 HST	0.76 ^{**}	7.53

Keterangan : *,**,tn berturut-turut: berbeda nyata, berbeda sangat nyata, tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha = 5\%$, KK = koefisien korelasi, UPL: uji di permukaan larutan, UCY: uji cepat dalam larutan hara Yoshida, HST: hari setelah tanam

Pada 7 HST, beberapa genotipe yang memiliki rata-rata panjang akar yang tidak berbeda nyata dengan genotipe cek toleran IR60080-23 yaitu genotipe Inpago 5, Gajah Mungkur, B13626E-TB-36, dan B14086D-TB-11. Genotipe B14086D-TB-86-2 memiliki panjang

akar 3.17 cm yang nyata lebih tinggi daripada genotipe cek toleran IR60080-23, dan lebih tinggi dibandingkan genotipe lainnya. Genotipe B14086D-TB-86-2 potensial menjadi genotipe unggulan. Genotipe-genotipe yang memiliki panjang akar pada 10 HST yang nyata lebih tinggi

dibandingkan genotipe cek toleran IR60080-23 yaitu B12480D-MR-7-1-1, Gajah Mungkur, B14086D-TB-67, dan B14086D-TB-86-2. Genotipe-genotipe tersebut diharapkan dapat menjadi genotipe unggulan. Beberapa genotipe yang memiliki panjang akar pada 10 HST yang tidak berbeda nyata dengan genotipe cek toleran yaitu B13642E-TB-71, B11908F-TB-3-WN-1, Inpago 5, B11186G-MR-3-1-14-2, TB155J-TB-3-1-1, dan B14086D-TB-11. Genotipe padi gogo yang memiliki panjang akar pada 14 HST yang nyata lebih tinggi dibandingkan genotipe cek toleran yaitu B12480D-MR-7-1-1, Inpago 5, Gajah Mungkur, B14086D-TB-67, B14086D-TB-86-2, dan B14086D-TB-11. Beberapa genotipe yang memiliki panjang akar pada 14 HST yang tidak berbeda nyata dengan genotipe cek toleran yaitu B13642E-TB-71, B11908F-TB-3-WN-1, B11910D-MR-22-2, B11495F-TB-1-19-2, B11186G-MR-3-1-14-2, TB155J-TB-3-1-1, dan Inpago 7.

Genotipe padi toleran dan moderat terhadap cekaman Al memiliki pertumbuhan akar yang masih dapat berkembang dengan baik walaupun mengalami cekaman Al. Kemampuan akar tanaman toleran Al untuk tidak terganggu oleh cekaman Al disebabkan kemampuan perakaran genotipe toleran untuk beradaptasi dengan lingkungan tumbuhnya. Penggunaan relatif panjang akar (RPA) pada skrining dengan menggunakan media kultur hara minimum sangat efektif sebagai alat skrining untuk penapisan padi toleran cekaman Al (Turati *et al.*, 2010).

Penelitian Nurlaela (2007) menyatakan periode cekaman Al berpengaruh terhadap akumulasi Al pada akar. Semakin lama periode cekaman Al, semakin tinggi akumulasi Al. Relatif panjang akar (RPA) ketiga genotipe cek pada metode UPL cenderung menurun dari 7 HST, 10 HST, dan 14 HST. Penurunan nilai RPA ini juga terjadi pada genotipe-genotipe yang diuji. Penurunan ini dikarenakan akar pada cekaman Al 20 ppm terhambat pertumbuhannya, sedangkan akar pada kontrol (0 ppm) terus tumbuh. Hal tersebut menyebabkan perbandingan antara panjang akar pada cekaman Al 20 ppm dengan kontrol semakin besar.

Beberapa genotipe padi gogo yang memiliki nilai relatif panjang akar (RPA) 7 HST lebih tinggi dibandingkan genotipe cek toleran IR60080-23 pada metode uji di permukaan larutan (UPL) yaitu genotipe B12480D-MR-7-1-1, B12168D-MR-38-1-6-TB-1, dan B12056F-TB-1-29-1. Genotipe yang memiliki nilai RPA pada 7 HST tidak berbeda nyata dengan genotipe cek toleran pada metode UPL yaitu B13642E-TB-71, B11908F-TB-3-WN-1, Inpago 5, dan B14086D-

TB-86-2. Genotipe yang memiliki nilai RPA pada 10 HST nyata lebih tinggi dibandingkan genotipe cek toleran IR60080-23 pada metode UPL yaitu B12480D-MR-7-1-1 dan B14086D-TB-86-2, sedangkan genotipe yang tidak berbeda nyata dengan genotipe cek toleran IR60080-23 yaitu B13642E-TB-71, Inpago 5, dan B14086D-TB-11.

Beberapa genotipe yang memiliki nilai relatif panjang akar (RPA) 14 HST nyata lebih tinggi daripada genotipe cek toleran IR60080-23 pada metode uji di permukaan larutan (UPL) yaitu B12480D-MR-7-1-1, Inpago 5, Gajah Mungkur, B14086D-TB-86-2, dan B14086D-TB-11. Genotipe yang memiliki nilai RPA pada 14 HST tidak berbeda nyata dengan genotipe cek toleran IR60080-23 pada metode UPL yaitu B13642E-TB-71, B11908F-TB-3-WN-1, B11910D-MR-22-2, B14086D-TB-67, B11495F-TB-1-19-2, B11186G-MR-3-1-14-2, B12493C-MR-11-4-3-2, B12417F, TB155J-TB-3-1-1, Inpago 7, dan Inpago 8.

Korelasi metode uji di permukaan larutan dengan metode uji cepat larutan hara Yoshida. Koefisien korelasi merupakan koefisien yang menggambarkan tingkat keeratan hubungan linear antar dua parameter atau lebih. Besaran dari koefisien korelasi tidak menggambarkan hubungan sebab akibat antara dua parameter atau lebih tetapi semata-mata menggambarkan keterkaitan linear antar parameter (Mattjik dan Sumertajaya, 2000). Uji korelasi ini untuk menentukan keterkaitan hubungan masing-masing parameter yang diamati pada pengujian dengan metode uji di permukaan larutan (UPL) dengan relatif panjang akar (RPA) metode uji cepat dalam larutan hara Yoshida (UCY). RPA pada metode UCY dijadikan sebagai acuan dalam uji korelasi ini dikarenakan RPA merupakan standar pengujian untuk skrining genotipe padi cekaman Al yang digunakan oleh para pemulia tanaman padi gogo (Santika, 2011). Pengujian ini hanya dilakukan pada parameter yang dipengaruhi secara nyata oleh cekaman Al 20 ppm pada masing-masing metode.

Berdasarkan Tabel 7. parameter daya berkecambah genotipe yang tercekam Al 20 ppm dari metode UPL menjadi satu-satunya parameter vigor benih yang berkorelasi nyata dengan relatif panjang akar pada metode UCY. Daya berkecambah genotipe yang tercekam Al 20 ppm pada metode UPL berkorelasi positif dengan relatif panjang akar pada metode UCY, yang mengindikasikan bahwa apabila daya berkecambah genotipe yang tercekam Al 20 ppm pada metode UPL tinggi, maka relatif panjang akar juga tinggi. Berdasarkan hal tersebut, skrining genotipe padi gogo cekaman Al dapat

dilakukan pada fase perkecambahan yaitu dengan menggunakan metode uji di permukaan larutan

dengan konsentrasi Al 20 ppm.

Tabel 7. Korelasi antara parameter vigor benih pada metode uji di permukaan larutan (UPL) dengan relatif panjang akar pada metode uji cepat larutan hara Yoshida (UCY) genotipe padi gogo pada cekaman Al 20 ppm

Metode Uji	UPL		UCY		
	IV ^t	DB ^t	IV	DB	PTM
UPL					
IV ^t	-				
DB ^t	0.71 ^{**}	-			
UCY					
IV	0.32 ^{**}	0.20 ^{tn}	-		
DB	0.41 ^{**}	0.19 ^{tn}	0.91 ^{**}	-	
PTM	0.42 ^{**}	0.14 ^{tn}	0.76 ^{**}	0.91 ^{**}	-
RPA 14 HST	0.13 ^{tn}	0.26 [*]	0.15 ^{tn}	0.12 ^{tn}	0.00 ^{tn}

Keterangan : ^tUji korelasi dilakukan pada data yang telah ditransformasi ke $\sqrt{(x+0,5)}$, *, **, tn berturut-turut: berkorelasi nyata, berkorelasi sangat nyata, tidak berkorelasi nyata pada taraf $\alpha = 5\%$, UPL: uji di permukaan larutan, UCY: uji cepat dalam larutan hara Yoshida, IV: indeks vigor, DB: daya berkecambah, PTM: potensi tumbuh maksimum, RPA: relatif panjang akar, HST: hari setelah tanam.

Berdasarkan Tabel 8 nilai panjang akar yang tercekam Al 20 ppm dengan metode UPL baik pada 7 HST maupun 10 HST berkorelasi sangat nyata terhadap relatif panjang akar metode

UCY. Setiap peningkatan panjang akar yang tercekam Al 20 ppm pada metode UPL juga menunjukkan bahwa nilai relatif panjang akar pada metode UCY meningkat.

Tabel 8. Korelasi antara panjang akar dan relatif panjang akar pada metode uji di permukaan larutan (UPL) dengan relatif panjang akar pada metode uji cepat larutan hara Yoshida (UCY) genotipe padi gogo pada cekaman Al 20 ppm

Metode Uji	UPL			
	PA		RPA	
	7 HST	10 HST	7 HST	10 HST
UPL				
PA				
7 HST	-			
10 HST	0.94 ^{**}	-		
RPA				
7 HST	0.68 ^{**}	0.67 ^{**}	-	
10 HST	0.79 ^{**}	0.86 ^{**}	0.81 ^{**}	-
UCY				
RPA				
14 HST	0.44 ^{**}	0.44 ^{**}	0.15 ^{tn}	0.28 [*]

Keterangan : *,**, tn berturut-turut : berkorelasi nyata, berkorelasi sangat nyata, tidak berkorelasi nyata pada taraf $\alpha = 5\%$, UPL: uji di permukaan larutan, UCY: uji cepat larutan hara Yoshida PA : panjang akar, RPA: relatif panjang akar, HST: hari setelah tanam.

Relatif panjang akar yang tercekam Al 20 ppm pada 7 HST tidak berkorelasi nyata dengan relatif panjang akar pada metode UCY. Relatif panjang akar yang tercekam Al 20 ppm selama 10 HST pada metode UPL berkorelasi nyata dengan relatif panjang akar pada metode UCY pada 14 HST.

Penggunaan metode uji di permukaan larutan (UPL) dapat dilakukan dengan menggunakan parameter daya berkecambah, panjang akar pada 7 HST dan 10 HST, serta

parameter relatif panjang akar pada 10 HST. Uji cepat terhadap cekaman Al pada fase perkecambahan dapat dilakukan dengan metode uji di permukaan larutan dengan parameter relatif panjang akar pada 10 HST. Parameter tersebut dipilih karena setiap genotipe memiliki potensi genetik yang berbeda, yang memungkinkan suatu genotipe memiliki sifat tertentu, seperti panjang akar yang memang relatif pendek. Oleh karena itu, perlu adanya perbandingan antara parameter panjang akar pada perlakuan cekaman Al dengan

panjang akar pada kontrol. Parameter tersebut juga berkorelasi dengan parameter RPA pada uji cepat larutan hara Yoshida.

KESIMPULAN

Metode uji cepat untuk skrining genotipe padi gogo cekaman Al pada fase perkecambahan dapat dilakukan dengan menggunakan metode uji di permukaan larutan (UPL) konsentrasi Al 20 ppm dengan parameter yang diamati adalah relatif panjang akar (RPA) pada 10 HST. Genotipe padi gogo yang berpotensi menjadi genotipe toleran cekaman Al pada konsentrasi 20 ppm yaitu genotipe B13642E-TB-71, B14086D-TB-86-2, dan B12480D-MR-7-1-1. Parameter lain yang dapat digunakan sebagai alternatif untuk skrining pada metode UPL yaitu daya berkecambah, panjang akar pada 7 HST dan 10 HST, serta relatif panjang akar pada 10.

DAFTAR PUSTAKA

- [BBSDLP] Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. 2012. Lahan sub optimal, potensi, peluang, dan permasalahan pemanfaatannya untuk mendukung program ketahanan pangan. *Dalam* Kementrian Ristek dan Teknologi. Seminar Lahan Sub-Optimal. Palembang Maret 2012.
- Delhaize, E., Ryan, P.R. 1995. Aluminium toxicity and tolerance in plants. *Plant Physiol.* 107:315-321.
- Handayani, R. 2005. Analisis ragam gabungan dengan ragam tidak homogeny (studi kasus percobaan multilokasi budidaya jahe di Jawa Barat). *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mattjik, A.A., Sumertajaya, M. 2000. Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab Jilid 1. Bogor(ID): IPB Press.
- Meriga, B., Attitalla, I.H., Ramgopal, M., Ediga, A., Kavikishor, P.B. 2010. Differential tolerance to aluminium toxicity in rice cultivars: involvement of antioxidative enzyme and possible role of aluminium resistant locus. *Acad. J. Plant Sci.* 3(2):53-63.
- Mulyani, A., Syarwani, M. 2013. Parameteristik dan potensi lahan sub optimal untuk pengembangan pertanian di Indonesia. *Dalam* Pusat Unggulan Riset Pengembangan Lahan Suboptimal Universitas Sriwijaya. Prosiding Intensifikasi Pengelolaan Lahan Sub-optimal dalam Rangka Mendukung Kemandirian Pangan Nasional. Palembang 20-21 September 2013.
- Nurlaela. 2007. Distribusi dan akumulasi alumunium pada akar padi dalam kondisi cekaman alumunium pada larutan hara. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rout, G., Samantary, S., Das, P. 2001. Aluminium toxicity in plants: a review. *Agronomie* 21(1):3-21.
- Santika, A. 2011. Teknik pengujian galur padi gogo terhadap keracunan alumunium di rumah kaca. *Buletin Teknik Pertanian* 16(2): 43-47.
- Suwarno, F.C., Hapsari, I. 2008. Studi alternatif substrat kertas untuk pengujian vigor benih dengan metode uji UKDdp. *Bul. Agron.* 36(1):84-91.
- Syahriani. 2014. Perbaikan kualitas lahan kering melalui pertanian terpadu rambutan, jagung dan gamal di kabupaten Gowa. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Tamas, L., Simonovicova, M., Huttova, J., Mistrik, I. 2004. Aluminum stimulated hydrogen peroxide production of germinating barley seeds. *Env. and Exp. Bot.* 51:281-288.
- Turati, Miftahudin, Hanarida, I. 2010. Penapisan galur-galur padi toleran cekaman alumunium pada populasi RIL F7 hasil persilangan antara padi varietas IR64 dan Hawara Bunar. hal. 1-11. *Dalam* Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (Eds). Prosiding Seminar Nasional Sains III “Sains sebagai Landasan Inovasi Teknologi dalam Pertanian dan Industri”. Bogor 13 November 2010.
- Wirnas, D., Makmur, A., Sopandie, A., Aswidinnor, H. 2002. Evaluasi ketenggangan galur padi gogo terhadap cekaman alumunium dan efisiensi penggunaan hara kalium. *Bul. Agron.* 30(2):39-44.

Yoshida, S., Forno, D.A., Cook, J.H., Gomez, K.A. 1976. Routine procedure for growing rice plants in culture. hal. 61-66. *Dalam* International Rice Research institute

(Eds). Laboratory Manual for Physiological Studies of Rice. International Rice Research institute, Los Banos.