

**PENAPISAN GENOTIPE CABAI (*Capsicum annum* L.)  
TOLERAN ALUMINIUM BERDASARKAN PERBEDAAN PANJANG AKAR  
PADA FASE VEGETATIF**

**THE SCREENING OF CHILI TOLERANT-GENOTYPES TO ALUMINUM  
BASED ON THE ROOTS LENGTH IN VEGETATIVE PHASE**

**D. Wasgito Purnomo<sup>1</sup>, Sriani Sujiprihati<sup>2</sup>, Amisnaipa<sup>3</sup>**

**ABSTRACT**

*The aims of the research were to determine index of Al saturation causing Al stress in chili and to identify chili genotypes tolerance to Al using root bioassay. The research had been carried out in University Farm of IPB in Cikabayan from September 2005 to January 2006. The media was Ultisol from Gajrug (Lebak, Banten) in polybags. Twenty genotypes of chili were tested at different level of Al saturation (0.77, 15.92, 31.96, 60.85 and 83.48%) by adding lime in different treatments (18.33, 13.75, 9.16, 4.58 and 0 g CaCO<sub>3</sub>/kg soil, respectively). The tolerance to aluminum was determined by relative root length (RRL) value, i.e. the root length at Al-stress condition were compared to that without Al-stress condition. Screening results showed that 5 genotypes were potentially tolerant to Al, namely PBC 619, Jatilaba, Cilibangi 5, Jayapura dan Marathon; 3 genotypes were moderate (Randu, Karo and PBC 473); and 12 genotypes were sensitive to Al (Cilibangi 3, PBC 549, Tit Bulat, Helm, Bengkulu, PBC 065, PBC 593, Tampar, Tit Super, Cilibangi 6, PBC 584 and Cilibangi 1).*

**Key words:** *screening, aluminum stress, roots growth, Capsicum annum, Ultisol*

**INTISARI**

Penelitian ini bertujuan menentukan tingkat kejenuhan Al untuk penapisan genotipe cabai terhadap cekaman Al pada tanah Ultisol, serta mengidentifikasi secara cepat genotipe cabai yang toleran dan peka Al pada fase vegetatif. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Cikabayan IPB dari bulan September 2005 sampai Januari 2006, dengan menggunakan polibag yang bermedia tanah Ultisol dari Gajrug, Lebak, Banten. Sebanyak 20 genotipe cabai diuji pada kejenuhan Al: 0,77 , 15,92, 31,96, 60,85 dan 83,48%, yang diperoleh dengan pemberian kapur berturut-turut sebanyak: 18,33, 13,75, 9,16, 4,58 dan 0 g CaCO<sub>3</sub>/kg tanah. Penentuan toleransi tanaman terhadap Al didasarkan pada nilai panjang akar relatif (*relative root*

<sup>1</sup> Dosen pada Jurusan Budidaya Pertanian, Fapertek UNIPA, Jl. Gunung Salju Amban, Manokwari, Papua Barat, e-mail: was\_pur@yahoo.com (\*Penulis untuk korespondensi).

<sup>2</sup> Dosen pada Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta IPB, Bogor

<sup>3</sup> Peneliti pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Papua Barat, Manokwari

*length*= RRL), dengan membandingkan panjang akar pada kondisi tercekam Al dengan kondisi tanpa cekaman Al. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan tingkat keragaman yang tinggi, maka tingkat kejenuhan Al 60.85% ditetapkan sebagai kondisi tercekam Al dalam penapisan genotipe cabai untuk toleransi Al pada media tanah Ultisol. Penapisan berdasarkan nilai RRL menghasilkan 5 genotipe yang termasuk kriteria toleran, yaitu PBC 619, Jatilaba, Cilibangi 5, Jayapura dan Marathon; 3 genotipe moderat yaitu Randu, Karo dan PBC 473; serta 12 genotipe peka, yaitu Cilibangi 3, PBC 549, Tit Bulat, Helm, Bengkulu, PBC 065, PBC 593, Tampar, Tit Super, Cilibangi 6, PBC 584 dan Cilibangi 1.

**Kata kunci :** penapisan, cekaman aluminium, pertumbuhan akar, cabai, tanah Ultisol.

## PENDAHULUAN

Lahan Ultisol yang tersebar luas di Kalimantan, Sumatra, Papua, Sulawesi dan Maluku sangat potensial dikembangkan untuk pertanaman cabai. Pada lahan tersebut terdapat beberapa kendala yang sering ditemukan secara serempak dan saling berinteraksi dalam mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Adanya kelarutan aluminium (Al) yang tinggi pada tanah Ultisol merupakan kendala utama yang dapat membatasi pertumbuhan tanaman (Idris, 1995; Marschner, 1995). Pengaruh aluminium terhadap tanaman dapat terlihat jelas dengan terhambatnya pertumbuhan akar. Tanaman yang keracunan aluminium mempunyai akar yang pendek dan terlihat gemuk karena pertumbuhan dan perpanjangan akar primer maupun lateral terhambat. Pertumbuhan akar yang demikian sulit melakukan penetrasi ke lapisan subsoil sehingga penyerapan hara dan air menjadi lebih rendah (Marschner, 1995; Ma *et al.*, 2001).

Upaya untuk mengurangi kendala yang terdapat pada tanah Ultisol dapat dilakukan dengan pemberian kapur. Pengapuran dapat memperbaiki kondisi tanah sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik. Jumlah kapur yang diberikan sebaiknya didasarkan pada daya netralisir untuk meniadakan pengaruh racun dari aluminium. Pengapuran dapat menekan kelarutan Al, Fe, dan Mn serta menaikkan pH tanah dan ketersediaan unsur seperti P, Ca dan Mo (Idris, 1995). Namun demikian, pendekatan ini kurang ekonomis karena dalam aplikasinya dibutuhkan kapur dalam jumlah yang banyak, sehingga pada daerah-daerah dengan sarana transportasi terbatas dan jauh dari industri kapur akan terkendala dengan tingginya biaya pengadaan. Pada penelitian ini kapur digunakan untuk memperoleh tingkat kejenuhan Al yang berbeda pada tanah ultisol.

Alternatif lain agar tanah Ultisol dapat dimanfaatkan untuk lahan pertanian adalah penggunaan tanaman yang toleran terhadap cekaman aluminium. Toleransi tanaman terhadap cekaman aluminium merupakan

faktor penting untuk adaptasi pada tanah Ultisol. Keragaman genotipe cabai di Indonesia cukup tinggi, namun selama ini baru dimanfaatkan untuk perbaikan daya adaptasi terhadap cekaman biotik seperti penyakit antraknosa dan virus mosaik, sedangkan untuk daya adaptasi terhadap cekaman abiotik seperti cekaman aluminium belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, seleksi terhadap genotipe yang tersedia perlu dilakukan untuk memperoleh genotipe yang toleran.

Identifikasi perbedaan karakter pertumbuhan akar merupakan salah satu peubah yang dapat digunakan dalam seleksi toleransi terhadap cekaman Al, karena akar merupakan target utama kerusakan oleh Al. Pada beberapa tanaman, metode cepat untuk menapis genotipe yang toleran terhadap cekaman Al dapat dilakukan dengan mengamati perbedaan panjang akar pada fase vegetatif (Sasaki *et al.*, 1994; Samuel *et al.*, 1997; Hanum, 2004; Bakhtiar *et al.*, 2007).

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tingkat kejenuhan Al untuk penapisan genotipe cabai terhadap cekaman Al pada tanah ultisol, serta mengidentifikasi secara cepat genotipe cabai yang toleran dan peka Al melalui pengamatan perbedaan karakter panjang akar pada fase vegetatif .

## **BAHAN DAN METODE**

Penelitian dilaksanakan dari bulan September 2005 sampai Januari 2006 di kebun percobaan Cikabayan, University Farm, Institut Pertanian Bogor (IPB), sedangkan analisis tanah dilakukan di Laboratorium Tanah Balai Besar Sumber Daya Lahan Bogor.

Bahan tanaman cabai yang diuji terdiri atas 20 genotipe berasal dari koleksi laboratorium Genetika dan Pemuliaan Tanaman Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta IPB, yaitu PBC 065, PBC 473, PBC 549, PBC 584, PBC 593, PBC 619, Cilibangi 1, Cilibangi 3, Cilibangi 5, Cilibangi 6, Marathon, Jatilaba, Tit Super, Tit Bulat, Karo, Tampar, Helm, Bengkulu, Randu, dan Jayapura. Media tanah Ultisol berasal dari Gajrug, Kabupaten Lebak, Banten, dengan karakteristik pH 4,2, kandungan Al-dd 30,08 me/ 100 g tanah dan tingkat kejenuhan Al sebesar 83,81 %. Bahan lainnya adalah kapur CaCO<sub>3</sub>, pupuk Urea, SP36, KCl.

Penelitian ini merupakan penelitian faktorial dengan 2 faktor dan disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) 3 ulangan. Faktor pertama adalah 20 genotipe cabai, yaitu : PBC 065, PBC 473, PBC 549, PBC 584, PBC 593, PBC 619, Cilibangi 1, Cilibangi 3, Cilibangi 5, Cilibangi 6, Marathon, Jatilaba, Tit Super, Tit Bulat, Karo, Tampar, Helm, Bengkulu, Randu, dan Jayapura. Faktor kedua adalah tingkat kejenuhan Al tanah Ultisol, yaitu : 0,77, 15,92, 31,96, 60,85 dan 83,48%.

Tingkat kejenuhan Al yang berbeda pada tanah Ultisol diperoleh melalui percobaan pendahuluan tentang pemberian kapur  $\text{CaCO}_3$  dengan takaran 0, 5, 10, 15, dan 20 g kapur  $\text{CaCO}_3/\text{kg}$  tanah. Tanah Ultisol yang telah diayak, ditimbang sebanyak 3 kg bobot kering udara dan dicampur secara merata dengan kapur, kemudian dimasukkan ke dalam polibag untuk diinkubasi selama 1 bulan (Idris 1995). Setelah diinkubasi dilakukan analisis tanah terhadap unsur K, Ca, Mg, Na, Al, H dan kejenuhan Al. Kebutuhan kapur untuk menurunkan kejenuhan Al yang diinginkan ditentukan dengan analisis regresi. Hasil analisis regresi yang menggambarkan hubungan antara pemberian kapur (X) dan kejenuhan Al (Y) diperoleh persamaan  $Y = 80,713 - 4,4031 X$ ,  $r = - 0,978$ . Berdasarkan persamaan regresi tersebut, maka diperoleh kejenuhan Al tanah Ultisol masing-masing sebesar 0,77, 15,92, 31,96, 60,85 dan 83,48% dengan pemberian kapur seperti yang tercantum pada Tabel 1. Pemberian kapur sebanyak 18,33, 13,75, 9,16, 4,58 dan 0 g  $\text{CaCO}_3/\text{kg}$  tanah kemudian digunakan sebagai standar untuk memperoleh tingkat kejenuhan Al seperti pada perlakuan.

Media seleksi menggunakan tanah Ultisol yang telah dibersihkan dan diayak dengan ayakan yang berukuran 2 mm, kemudian ditimbang sebanyak 3 kg bobot kering udara dan dicampur secara merata dengan kapur sesuai dengan perlakuan. Campuran tanah dan kapur dimasukkan ke dalam polibag, kemudian diinkubasi selama 1 bulan (Idris, 1995).

Tabel 1. Jumlah kebutuhan kapur  $\text{CaCO}_3$  untuk memperoleh kejenuhan aluminium tanah ultisol yang berbeda

Kejenuhan Al tanah ultisol (%)	Jumlah kebutuhan kapur (g kapur $\text{CaCO}_3/\text{kg}$ tanah)
0,77	18,33
15,92	13,75
31,96	9,16
60,85	4,58
83,48	0

Bibit yang telah berumur 4 minggu setelah semai, kemudian dipindahkan ke dalam polibag sebanyak 1 bibit per polibag. Pemeliharaan meliputi pemupukan, penyiraman, penyiangan, serta pengendalian hama dan penyakit. Pupuk diberikan dengan dosis 250 kg N/ha, 150 kg  $\text{P}_2\text{O}_5/\text{ha}$  dan 200 kg  $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}$  atau setara dengan 0,82 g urea/polibag, 0,63 g SP36/polibag dan 0,50 g KCl/polibag. Aplikasi pupuk dilakukan sebanyak dua kali dengan cara disebar dalam alur melingkar, pemupukan pertama dilakukan sehari sebelum bibit ditanam dengan nisbah N (1/2)+P(1)+K(1/2), sedangkan pemupukan kedua dilakukan 3 minggu setelah bibit ditanam dengan nisbah N (1/2)+P(0)+K(1/2). Penyiraman dilakukan setiap hari jam 08.00 sesuai kapasitas lapangan. Kebutuhan air untuk mencapai kapasitas lapangan ditentukan dari kadar air tanah kapasitas lapangan (35,25%) -kadar air tanah

kering udara (13,64%) x bobot tanah kering mutlak (2,64 kg) = 570,5 ml atau disetarakan menjadi 570 ml/polibag. Untuk melindungi tanaman cabai dari serangan hama dan penyakit dilakukan penyemprotan pestisida jika diperlukan. Insektisida yang digunakan berbahan aktif Deltamethrin dengan konsentrasi 50 mg/l air dan fungisida berbahan aktif Mankozeb dengan konsentrasi 1,6 g/l air (Haryantini & Santoso, 2001).

Pengamatan karakter panjang akar, bobot kering akar dan bobot kering tajuk dilakukan pada umur 6 minggu setelah bibit ditanam, sedangkan analisis tanah dilakukan pada kondisi sebelum maupun sesudah inkubasi kapur.

Data yang diperoleh diuji secara statistik dengan analisis ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan. Untuk mengetahui perbedaan panjang akar pada kondisi tercekam Al dengan tanpa cekaman Al dilakukan uji t pada taraf 5%. Pengelompokan tingkat toleransi terhadap cekaman Al didasarkan pada nilai panjang akar relatif (*relative root length* = RRL) dengan mengacu pada kriteria yang telah dimodifikasi dari Matsumoto *et al.* (1996), yaitu :

Toleran : jika nilai RRL > 50% dan panjang akar pada kondisi tercekam Al tidak berbeda nyata dengan kondisi tanpa cekaman Al.

Moderat : jika nilai RRL > 50% dan panjang akar pada kondisi tercekam Al berbeda nyata dengan kondisi tanpa cekaman Al.

Peka : jika nilai RRL ≤ 50% dan panjang akar pada kondisi tercekam Al berbeda nyata dengan kondisi tanpa cekaman Al.

Nilai panjang akar relatif (RRL) diperoleh dari persamaan:

$$RRL (\%) = \frac{A1}{A0} \times 100\%$$

dimana:

A1 = panjang akar pada kondisi tercekam Al;

A0 = panjang akar pada kondisi tanpa cekaman Al

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Sifat Tanah

Hasil analisis tanah sebelum pengapuran (Tabel 2) menunjukkan bahwa tanah ultisol asal Gajrug mempunyai reaksi tanah yang sangat masam (pH 4,2), kandungan bahan organik rendah dengan nisbah C/N tergolong rendah. Kandungan P potensialnya rendah, P tersedia sangat rendah dan K potensial rendah. Jumlah basa-basa dapat dipertukarkan dan kejenuhan basa tergolong rendah, namun KTK termasuk tinggi. Kejenuhan Al pada tanah tersebut tergolong sangat tinggi (83,81%) dengan kandungan Al dapat dipertukarkan sebanyak 30,08 me/100 g. Kondisi tanah dengan pH kurang

dari 5 dan kejenuhan Al yang tinggi merupakan ciri tanah yang tercekam Al (Hidayat & Mulyani, 2002).

Tabel 2. Karakteristik sifat tanah ultisol asal Gajrug, Lebak Banten sebelum dan sesudah pemberian kapur

Sifat tanah	Analisis awal	Setelah inkubasi dengan kapur sebanyak:				
		---- g CaCO <sub>3</sub> /kg tanah ----				
		0	4,58	9,16	13,75	18,33
Pasir (%)	12					
Debu (%)	65					
Liat (%)	23					
C (%)	1,76 (r)					
N (%)	0,18 (r)					
C/N	10 (r)					
pH H <sub>2</sub> O	4,2 (sm)	4,3 (sm)	4,5 (m)	4,9 (m)	5,2 (m)	5,4 (m)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Bray (ppm)	4 (sr)	5 (sr)	8 (sr)	6 (sr)	8 (sr)	10 (r)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> HCl (mg/100 g)	19 (r)	19 (r)	18 (r)	18 (r)	19 (r)	19 (r)
K <sub>2</sub> O HCl (mg/100 g)	17 (r)	16 (r)	17 (r)	17 (r)	17 (r)	18 (r)
K-dd (me/100 g)	0,17 (r)	0,16 (r)	0,19 (r)	0,20 (r)	0,22 (r)	0,22 (r)
Ca-dd (me/100 g)	2,28 (r)	2,32 (r)	9,85 (s)	19,97 (t)	24,91 (st)	29,82 (st)
Mg-dd (me/100 g)	1,04 (r)	1,03 (r)	1,01 (r)	0,98 (r)	0,86 (r)	0,59 (r)
Na-dd (me/100 g)	0,11 (r)	0,12 (r)	0,11 (r)	0,13 (r)	0,12 (r)	0,11 (r)
Al-dd (me/100 g)	30,08	29,47	21,15	10,84	5,04	0,24
H (me/100 g)	2,21	2,19	2,45	1,81	0,50	0,49
KTK (me/100 g)	35,89 (t)	35,31 (t)	34,76 (t)	33,93 (t)	31,64 (t)	31,48 (t)
Kej. Basa (%)	10,03 (sr)	10,31 (sr)	32,10 (r)	62,71 (t)	82,51 (st)	97,68 (st)
Kej. Al (%)	83,81 (st)	83,48 (st)	60,85 (st)	31,96 (t)	15,92 (r)	0,77 (sr)

Keterangan : <sup>1)</sup> Kriteria menurut Lembaga Penelitian Tanah (Hidayat & Mulyani, 2002); sr=sangat rendah; r=rendah; s=sedang; t=tinggi; st= sangat tinggi; sm=sangat masam; m=masam

Pemberian kapur menurunkan kejenuhan Al dan kandungan aluminium, serta menaikkan kejenuhan basa, kandungan kalsium, pH tanah, dan P tersedia (Tabel 3). Berkaitan dengan cekaman Al, maka pemberian kapur sebanyak 18,33, 13,75, 9,16, 4,58 dan 0 g CaCO<sub>3</sub>/kg tanah terlihat dapat menghasilkan tingkat kejenuhan Al yang berbeda, yaitu masing-masing sebesar 0,77, 15,92, 31,96, 60,85 dan 83,48%. Kejenuhan Al tersebut sesuai untuk lingkungan penapisan genotipe toleran Al yang menggunakan media tanah ultisol dengan tingkat kejenuhan Al yang berbeda.

### Penentuan Tingkat Kejenuhan Al untuk Penapisan

Nilai tengah ketiga karakter yang diamati semakin menurun dengan meningkatnya kejenuhan Al pada tanah Ultisol (Tabel 3). Penambahan

kejenuhan Al sampai 31,96% belum memberikan penurunan nilai tengah yang berbeda dengan kontrol (kejenuhan Al 0,77%) pada karakter bobot kering akar dan tajuk. Perbedaan terjadi jika kejenuhan Al mencapai 60,85%. Sementara untuk karakter panjang akar, kejenuhan Al 31,96% telah memberikan perbedaan panjang akar dibandingkan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa karakter panjang akar lebih sensitif terhadap Al dibandingkan karakter bobot kering akar maupun tajuk. Oleh karena itu karakter panjang akar dapat digunakan untuk seleksi awal genotipe toleran Al pada cabai. Pada penapisan padi gogo untuk ketenggangan Al menggunakan media kultur hara, juga menggunakan panjang akar sebagai karakter seleksi karena lebih peka terhadap cekaman Al dibandingkan bobot kering akar (Bakhtiar *et al.*, 2007). Dibandingkan dengan panjang akar, penurunan bobot kering akar kurang peka terhadap cekaman Al karena walaupun akarnya pendek tetapi lebih besar (gemuk).

Tabel 3. Tanggapan panjang akar, bobot kering akar dan bobot kering tajuk terhadap tingkat kejenuhan Al pada tanah Ultisol

Karakter yang diamati	Nilai tengah pada tingkat kejenuhan Al :				
	0,77%	15,92%	31,96%	60,85%	83,48%
Panjang akar (cm)	13,26±0,88	11,39±1,00	10,14±1,13	7,88±2,77	6,56±1,99
Bobot kering akar (g)	0,89±0,12	0,78±0,12	0,69±0,12	0,53±0,16	0,46±0,13
Bobot kering tajuk (g)	3,39±0,44	3,00±0,43	2,65±0,38	2,00±0,55	1,81±0,55
Jumlah genotipe (n)	20	20	20	20	20

Keterangan: angka disebelah kanan tanda ± merupakan nilai standard deviasi yang merupakan akar dari ragam

Tingkat kejenuhan Al 60,85% juga memberikan keragaman yang lebih tinggi dibandingkan tingkat kejenuhan Al lainnya pada semua karakter yang diamati. Keragaman yang tinggi menunjukkan semakin banyak karakter yang dapat diseleksi pada tingkat kejenuhan tersebut sehingga peluang untuk mendapatkan genotipe yang toleran lebih besar. Berdasarkan penurunan nilai tengah dan keragaman yang tinggi, maka kondisi tercekam Al untuk penapisan genotipe cabai ditetapkan pada tingkat kejenuhan Al 60,85%.

#### Pengelompokan Tingkat Toleransi terhadap Cekaman Aluminium

Penapisan 20 genotipe cabai menghasilkan 8 genotipe yang mempunyai nilai RRL lebih dari 50% dan 12 genotipe mempunyai nilai RRL kurang dari 50% (Tabel 4). Genotipe PBC 619, Jatilaba, Cilibangi 5, Jayapura dan Marathon dikelompokkan ke dalam genotipe toleran Al karena memenuhi kriteria nilai RRL > 50% dan panjang akar pada kondisi tercekam Al tidak

berbeda nyata dengan kondisi tanpa cekaman Al. Walaupun genotipe Randu, Karo dan PBC 473 mempunyai nilai RRL > 50%, namun karena panjang akar pada kondisi tercekam Al nyata lebih pendek dibandingkan pada kondisi tanpa cekaman Al, maka ketiga genotipe tersebut dikelompokkan ke dalam tanaman moderat.

Tabel 4. Pengelompokan genotipe cabai untuk toleransi terhadap cekaman Al berdasarkan nilai panjang akar relatif

Genotipe cabai	Panjang akar pada kondisi:		Nilai RRL (%)	Kriteria
	Tanpa cekaman Al	Tercekam Al		
	----- cm -----			
PBC 619	14,0	12,0 <sup>tn</sup>	85,7	toleran
Jatilaba	13,9	11,8 <sup>tn</sup>	84,9	toleran
Cilibangi 5	12,8	10,8 <sup>tn</sup>	84,4	toleran
Jayapura	13,1	10,9 <sup>tn</sup>	83,2	toleran
Marathon	13,0	10,6 <sup>tn</sup>	81,5	toleran
Randu	13,1	10,0 <sup>*</sup>	76,3	moderat
Karo	12,3	8,9 <sup>*</sup>	72,4	moderat
PBC 473	12,8	7,7 <sup>*</sup>	60,2	moderat
PBC 065	12,8	6,4 <sup>*</sup>	49,9	peka
PBC 584	14,3	7,1 <sup>*</sup>	49,7	peka
Tampar	13,7	6,8 <sup>*</sup>	49,6	peka
Cilibangi 1	11,9	5,9 <sup>*</sup>	49,6	peka
Tit Super	12,7	6,2 <sup>*</sup>	48,8	peka
Cilibangi 6	12,0	5,8 <sup>*</sup>	48,3	peka
PBC 593	12,3	5,9 <sup>*</sup>	48,0	peka
Bengkulu	12,6	6,0 <sup>*</sup>	47,6	peka
Helm	14,0	6,4 <sup>*</sup>	45,7	peka
Tit Bulat	14,6	6,6 <sup>*</sup>	45,2	peka
PBC 549	14,2	5,8 <sup>*</sup>	41,8	peka
Cilibangi 3	14,8	6,0 <sup>*</sup>	40,5	peka

Keterangan : kondisi tanpa cekaman Al (=kejenuhan Al 0,77%); tercekam Al (=kejenuhan Al 60,85%); \* = terdapat perbedaan nyata dengan kondisi tanpa cekaman Al, berdasarkan uji t ; tn = tidak berbeda nyata dengan kondisi tanpa cekaman Al, berdasarkan uji t.

Genotipe lainnya yaitu genotipe Cilibangi 3, PBC 549, Tit Bulat, Helm, Bengkulu, PBC 065, PBC 593, Tampar, Tit Super, Cilibangi 6, PBC 584 dan Cilibangi 1 dikelompokkan ke dalam tanaman peka terhadap cekaman Al karena memenuhi kriteria nilai RRL  $\leq$  50% dan panjang akar pada kondisi tercekam Al berbeda nyata dengan kondisi tanpa cekaman Al. Dari pengelompokan ini dipilih 4 genotipe yang mempunyai nilai RRL tertinggi, yaitu PBC 619, Jatilaba, Cilibangi 5 dan Jayapura, serta 4 genotipe yang



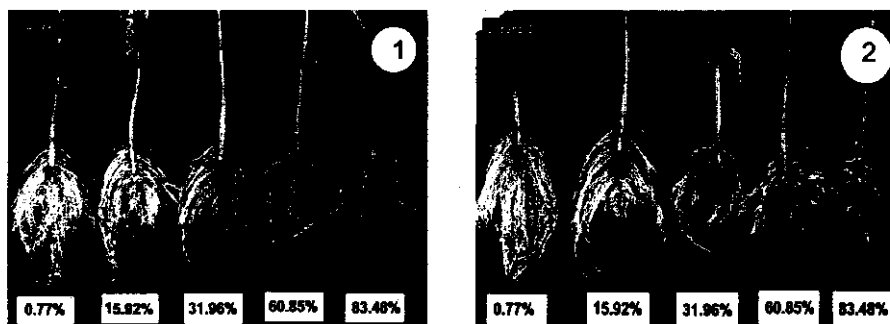
mempunyai nilai RRL terendah yaitu Cilibangi 3, PBC 549, Tit Bulat dan Helm. Genotipe-genotipe tersebut kemudian akan dievaluasi untuk melihat konsistensinya berdasarkan karakter agronominya.

Pada kelompok genotipe toleran terhadap cekaman Al terlihat pertumbuhan akar masih dapat berkembang dengan baik walaupun mengalami cekaman Al, ini ditunjukkan oleh nilai RRL yang lebih dari 50%. Tanaman yang toleran terhadap cekaman Al memiliki kemampuan menekan pengaruh buruk Al dengan cara mengurangi serapan ion  $Al^{3+}$  oleh akar dan menetralkan pengaruh racun Al dalam jaringan, sehingga pertumbuhan akar tidak terganggu (Watanabe & Osaki 2002; Sopandie *et al.*, 2003). Pertumbuhan akar yang panjang memiliki bidang jelajah per satuan volume tanah yang lebih besar jika dibandingkan dengan akar yang pendek sehingga kemampuan pengambilan hara dan air lebih besar. Pertumbuhan akar yang demikian merupakan ciri tanaman yang mempunyai kemampuan beradaptasi yang tinggi terhadap cekaman Al pada tanah Ultisol (Matsumoto *et al.*, 1996; Bushamuka & Zobel, 1998).

Keadaan sebaliknya terlihat pada kelompok genotipe yang peka, karena terjadi penurunan panjang akar yang nyata akibat cekaman Al. Hal ini ditunjukkan oleh nilai RRL yang kurang dari 50%. Penurunan panjang akar akibat cekaman Al terjadi karena terhambatnya pembelahan dan pemanjangan sel di meristem akar. Aluminium yang masuk ke dalam sel akan merusak membran plasma dan protein di dalam membran plasma, selanjutnya Al akan berikatan dengan gugus P pada DNA sehingga menghambat pembelahan sel (Delhaize & Ryan 1995; Matsumoto *et al.*, 2003). Selain itu, Al dapat menggantikan Ca pada ikatan Ca-pektat serta menstimulir sintesis lignin di dalam dinding sel, akibatnya terjadi kekakuan dinding sel dan pemanjangan sel-sel akar menjadi terhambat (Blamey *et al.*, 1993; Matsumoto *et al.*, 2003). Kalsium sangat dibutuhkan untuk menjaga stabilitas membran dan perkembangan sel. Penggantian Ca oleh Al akan menyebabkan kerusakan pada membran plasma dan terjadi kebocoran sel (Matsumoto *et al.*, 2003).

### **Keragaan Panjang Akar Akibat Cekaman Al**

Penurunan panjang akar yang bervariasi antar genotipe pada berbagai tingkat kejenuhan Al mencerminkan adanya perbedaan daya adaptasi antar genotipe cabai terhadap cekaman Al. Secara visual (Gambar 1) dapat diamati perbedaan yang nyata pada panjang akar akibat cekaman Al antara genotipe PBC 619 (toleran) dan Cilibangi 3 (peka).



Gambar 1. Perbedaan panjang akar cabai umur 6 MST antara genotipe PBC 619 (1) dan Cilibangi 3 (2) pada tanah ultisol dengan tingkat kejenuhan Al berturut-turut 0,77%, 15,92%, 31,96%, 60,85% dan 83,48%

Akar genotipe PBC 619 terlihat masih dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada kondisi tingkat kejenuhan Al hingga 60,85%. Sementara itu, panjang akar genotipe Cilibangi 3 telah mengalami penurunan yang nyata pada tingkat kejenuhan Al 31,96%. Kenyataan tersebut mengindikasikan bahwa kemampuan adaptasi genotipe PBC 619 terhadap cekaman Al lebih baik dibandingkan genotipe Cilibangi 3. Pada tingkat kejenuhan Al 83,48%, pertumbuhan akar genotipe PBC 619 terlihat turun drastis. Hal ini mengindikasikan tanaman telah mengalami cekaman berat, namun pertumbuhan akarnya terlihat masih lebih baik dibandingkan Cilibangi 3. Penurunan panjang akar akibat cekaman Al juga terjadi pada beberapa tanaman, seperti padi (Sivaguru & Paliwal, 1993; Bakhtiar *et al.*, 2007), kedelai (Sopandie *et al.*, 2003; Hanum, 2004), sorgum (Tan *et al.*, 1993), barley (Matsumoto *et al.*, 1996), gandum (Samuel *et al.*, 1997), dan jagung (Bushamuka & Zobel, 1998).

## KESIMPULAN

Penapisan berdasarkan karakter panjang akar dan bobot kering akar pada fase vegetatif memperlihatkan tanggap yang berbeda antar genotipe terhadap berbagai tingkat kejenuhan Al. Tanggap genotipe cabai lebih beragam pada tingkat kejenuhan Al 60,85% sehingga dapat ditetapkan sebagai kondisi tercekam Al dalam penapisan genotipe cabai untuk toleransi terhadap cekaman Al.

Hasil penapisan berdasarkan panjang akar relatif pada media tanah Ultisol dengan tingkat kejenuhan Al 60,85% menghasilkan 5 genotipe yang termasuk kriteria toleran yaitu PBC 619, Jatilaba, Cilibangi 5, Jayapura dan Marathon; 3 genotipe moderat yaitu Randu, Karo dan PBC 473; dan 12 genotipe peka yaitu Cilibangi 3, PBC 549, Tit Bulat, Helm, Bengkulu, PBC 065, PBC 593, Tampar, Tit Super, Cilibangi 6, PBC 584 dan Cilibangi 1.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Bakhtiar, B.S. Purwoko, Trikoesoemaningtyas, M.A. Chozin, I. Dewi dan M. Amir. 2007. Penapisan galur haploid ganda padi gogo hasil kultur antera untuk toleransi terhadap cekaman aluminium. Buletin Agronomi 35(1):8-14.
- Blamey, F.P.C., C.J. Asher, G.L. Kerven and D.G. Edwards. 1993. Factors affecting aluminium sorption by calcium pectate. Plant and Soil 149:87-94.
- Bushamuka, V.N. and R.W. Zobel. 1998. Maize and soybean top, basal, and lateral root responses to stratified acid, aluminum toxic soil. Crop Sci. 38:416-421.
- Delhaize, E. and P.R. Ryan. 1995. Aluminum toxicity and tolerance in plants. Plant Physiol. 107:315-312.
- Hanum, C. 2004. Penapisan beberapa galur kedelai (*Glycine max* L. Merr.) toleran cekaman aluminium dan kekeringan serta tanggap terhadap mikoriza vesikular arbuskular [disertasi]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Haryantini, B.A. dan M. Santoso. 2001. Pertumbuhan dan hasil cabai merah pada andisol yang diberi mikoriza, pupuk fosfor dan zat pengatur tumbuh. *Biosain* 1(3): 50-57.
- Hidayat, A. dan A. Mulyani. 2002. Lahan Kering untuk Pertanian. Di dalam: Adimihardja, A., Mappaona, A. Saleh, editor. Teknologi Pengelolaan Lahan Kering. Bogor: Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. hlm 1-34.
- Idris, K. 1995. Evaluasi pemberian fosfat alam dari Jawa dan pengapuran pada tanah masam: I. Modifikasi ciri kimia tanah. *J Ilmu Pert Indon.* 5(2):57-62.
- Ma, J.F., P.R. Ryan and E. Delhaize. 2001. Aluminum tolerance in plants and the complexing role of organic acids. *Trends in Plant Sci.* 6(6):273-279.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2<sup>nd</sup> Ed. Academic Press. San Diego. 565 hal.
- Matsumoto, H., Y. Senoo, M. Kasai dan M. Maeshima. 1996. Response of the plant root to aluminum stress: analysis of the inhibition of the root elongation and changes in membrane function. *J Plant Res.* 109: 99-105.

- Matsumoto, H., Z.M. Yang, J.F. You and H. Nian. 2003. The physiological mechanism of aluminum tolerance in *Glycine max* L. *Plant Physiol.* 6:237-261.
- Samuel, T., K. Kucukakyuz and K. Zachary. 1997. Al partitioning pattern and root growth as related to Al sensitivity and Al tolerance in Wheat. *Plant Physiol.* 133: 527-534.
- Sasaki, M., M. Kasai, Y. Yamamoto and H. Matsumoto. 1994. Comparison of the early response to aluminum stress between tolerant and sensitive wheat cultivars: root growth, aluminum content and efflux of K<sup>+</sup>. *J Plant Nutr.* 17:1275-1288.
- Sivaguru, M. and K. Paliwal. 1993. Differential Al-tolerance in some tropical rice cultivars: I. growth performance. *J Plant Nutr.* 16:1705-1716.
- Sopandie, D., I. Marzuki and M. Jusuf. 2003. Aluminum tolerance in soybean: protein profiles and accumulation of Al in roots. *Hayati* 10(1): 30-33.
- Tan, K., W.G. Keltjens and G.R. Findenegg. 1993. Aluminum toxicity in sorghum genotypes as influenced by solution acidity. *Soil Sci Plant Nutr.* 39:291-298.
- Watanabe, T. and M. Osaki. 2002. Mechanisms of adaptation to high aluminum condition in native plant species growing in acid soils. *Communication Soil Science Plant Analysis* 33:1247-1260.