

# Uji Resistensi Plasma Nuthfah Padi Beras Merah Asal Sumatera Barat Terhadap Cekaman Al

Indra Dwipa<sup>a</sup>, Auzar Syarif<sup>b</sup>, Irfan Suliansyah<sup>c</sup>, dan Etti Swasti<sup>a,b,\*</sup>

<sup>a</sup>Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Universitas Andalas, Padang, 25166, Indonesia

<sup>b</sup>Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Universitas Andalas, Padang, 25166, Indonesia

<sup>c</sup>Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Universitas Andalas, Padang, 25166, Indonesia

E-mail: [1965indradwipa@gmail.com](mailto:1965indradwipa@gmail.com)

## Abstrak

Nilai suatu plasma nuthfah akan meningkat dengan diiringi data tentang ketahanan plasmanuthfah tersebut terhadap cekaman abiotik dan salah satunya adalah ketahanan terhadap cekaman Al. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari resistensi beberapa genotipe padi beras merah Sumatera Barat terhadap cekaman Al. Bahan penelitian yang digunakan adalah 15 genotipe padi beras merah hasil eksplorasi yang masih tersedia sampel benihnya dan dua padi genotipe tahan (toleran) terhadap Al, yaitu genotipe Singkarak dan Hawara Bunar. Percobaan dilakukan menurut rancangan acak kelompok dan diulang 3 kali. Masing-masing padi ditanam setiap 25 baris pada luas plot 1.0 x 2 m<sup>2</sup> (4 baris dengan jarak tanam 25 x 20 cm). Hasil penelitian menunjukkan terdapat tiga genotipe yang toleran terhadap Al yaitu genotipe BM Jorong Mudik, BM Perbatasan, dan BM Gunung Pasir serta 4 genotipe yang agak toleran yaitu BM Surian, BM Sikarujuk, BM Sungai Abu dan BM Siarang.

*Kata kunci: Resistensi, plasma nuthfah, padi, beras merah, dan Al.*

## Abstract

*The value of germplasm will increase if the germplasm that is equipped with the data of its resistance to abiotic stress, particularly Al stress. The objective of this research is to study the resistance of West Sumatera brown rice germplasm to Al stress. Materials research were result exploration of 15 brown rice genotypes and two comparators of resistant genotype, Singkarak genotype and Hawara Bunar genotype. Randomized block design was used in this research with 3 replications. Each rice is planted every 25 rows on a vast plot of 1.0 x 2 m<sup>2</sup> (4 lines with a spacing of 25 x 20 cm). The result showed that there were 3 tolerant genotypes to Al stress which were BR Jorong Mudiak, BR Perbatasan and BR Gunung Pasir and 4 rather tolerant genotypes, BR Surian, BR Sikarujuk, BR Sungai Abu and BR Siarang.*

*Keywords: Resistance, germplasm, rice, brown rice, and Al*

## I. PENDAHULUAN

Beras merupakan bahan pangan pokok bagi sebagian besar penduduk Indonesia sehingga menjadi komponen penting dalam sistem ketahanan dan kedaulatan pangan nasional. Hal itu disebabkan karena beras sebagai penyumbang yang sangat besar dalam kecukupan energi rakyat Indonesia. Dibandingkan dengan total konsumsi energi, umumnya beras menyumbang sebesar 60-65% [1].

Sumbangan pemuliaan tanaman nampak jelas dalam mendukung peningkatan produksi berbagai komoditas pertanian termasuk padi. Program pemuliaan tanaman padi dalam menghasilkan varietas unggul baru dengan produktivitas dan stabilitas hasil tinggi membutuhkan sumber-sumber gen dari sifat-sifat tanaman yang mendukung tujuan tersebut [2]. Plasma nuthfah yang sudah ada harus dilestarikan agar selalu tersedia baik untuk masa kini maupun untuk masa mendatang.

Peningkatan produksi padi melalui peningkatan potensi hasil padi telah banyak dilakukan, tetapi sering pula diikuti dengan tingkat kestabilannya rendah dan sebaliknya. Potensi hasil yang tinggi tidak akan teraktualisasi jika terjadi gangguan berupa cekaman abiotik seperti Al. Efek yang terjadi akibat keracunan Al

yang menyebabkan sistem perakaran tanaman padi terbatas sehingga hasilnya menjadi rendah. Keracunan Al pada tanaman padi gogo maupun palawija pada tanah yang memiliki kejenuhan Al >30%, dan konsentrasi Al dalam larutan tanah >1-2 mg Al/l-1. Tanah biasanya juga memiliki daya ikat kuat terhadap hara P dan ketersediaan P rendah. Keracunan Al ini terjadi apabila konsentrasi Al dalam tanaman pada fase vegetatif adalah >100 ppm Al, sedangkan normalnya antara 15-18 ppm Al. Aluminium umumnya terakumulasi di ujung akar pada lokasi terjadinya pembelahan dan pemanjangan sel [3].

Informasi yang diperoleh dari penelitian ini bermanfaat dalam mempelajari efek dari cekaman Al terhadap beberapa genotipe padi beras merah. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari plasma nuthfah beras merah Sumatera Barat memiliki ketahanan yang berbeda terhadap cekaman Al.

## II. BAHAN DAN METODE

### A. Waktu dan Tempat

Penelitian di laksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Andalas dari bulan Oktober 2010- Januari 2011.

### B. Pelaksanaan penelitian

Bahan penelitian yang digunakan adalah 15 genotipe padi beras merah hasil eksplorasi yang masih tersedia sampel benihnya dan dua padi genotipe tahan (toleran) terhadap Al, yaitu genotipe Singkarak dan Hawara Bunar [4]. Percobaan dilakukan menurut rancangan acak kelompok (RAK) dan diulang 3 kali. Masing-masing padi ditanam setiap 25 baris pada luas plot 1.0 x 2 m<sup>2</sup> (4 baris dengan jarak tanam 25 x 20 cm), dan dipupuk dengan 200 kg Urea, 100 kg TSP, dan 100 KCl/ha. Pupuk TSP dan KCl diberikan seluruhnya pada saat tanam (0 minggu setelah tanam = 0 MST) dan pupuk urea diberikan sebanyak 3 kali, yaitu saat tanam, 4 MST, dan 7 MST dengan dosis masing-masingnya sebanyak 1/3 bagian. Penyiangan dan pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara intensif. Evaluasi ketahanan padi beras merah terhadap keracunan Al dilakukan hanya 1 kali saja, yaitu pada saat anakan maksimum (8 MST). Evaluasi ketahanan padi terhadap Al dilakukan berdasarkan sistem penilaian baku padi oleh Ref. [5], dengan skor skala 1 - 9 seperti terlihat pada Tabel 1. Parameter yang diamati pada penelitian ini meliputi : 1) komponen pertumbuhan, 2) komponen produksi, 3) Toleransi Genotipe Padi Beras Merah Terhadap Keracunan Al dan 4) Kandungan Aluminium (Al) dalam Akar dan Jerami.

Tabel 1. Skala, gejala, dan kriteria ketahanan terhadap keracunan Al, berdasarkan standar evaluasi sistem [5]

Skala Keparahan	Gejala	Kriteria Ketahanan
1 (0-19%)	Pertumbuhan dan anakan normal	Tahan
3 (20-39%)	Pertumbuhan dan anakan normal, tetapi terdapat bintik-bintik warna putih atau kuning pada bagian ujung daun yang lebih tua	Agak tahan
5 (40-59%)	Pertumbuhan dan anakan terhambat	Agak rentan
7 (60-79%)	Pertumbuhan dan anakan terhenti	Rentan
9 (80-100%)	Semua tanaman mati atau mengering	Sangat rentan

## III. HASIL

### A. Komponen Pertumbuhan

Berdasarkan Uji F 5% bahwa perlakuan genotipe padi beras merah menunjukkan berbeda nyata terhadap anakan produktif, anakan total, bobot kering akar, dan bobot kring batang dan berdasarkan uji lanjut DNMRT 5% diperoleh hasil seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komponen pertumbuhan genotipe padi beras merah lokal Sumatera Barat yang tercekam Al

No	Genotipe	Komponen Pertumbuhan			
		Anakan Produktif (btg)	Anakan Total (btg)	Bobot Kering Akar (g)	Bobot Kering Batang (g)
1	BM Surian	15,00 cde	27,00 cd	14,90 c	16,91 cd
2	BM Padi Ladang	7,33 fg	15,00 f	6,81 f	8,76 f
3	BM Talang Babungo	11,00 efg	15,00 f	7,48 ef	9,41 f
4	BM Sungai Abu	16,33 cd	26,00 cd	10,35 d	16,40 cd
5	BHt Sariak Alam Tigo	18,00 bc	24,00 cd	17,11 bc	19,27 bc
6	BHt Solok	12,33 def	21,67 de	10,50 d	14,05 de
7	BM Gn. Pasir	18,33 bc	42,33 a	18,55 ab	19,71 bc
8	BM Perbatasan	25,00 a	43,33 a	20,40 a	26,33 a
9	BM Kekuningan	6,67 g	12,67 f	6,79 f	7,80 f
10	BM Pido Manggih	19,00 bc	28,00 c	17,08 bc	21,31 b
11	BM Siarang	16,00 cde	27,67 cd	15,88 c	15,75 cd
12	BM Padi Telur	9,00 fg	14,33 f	9,14 de	9,54 f
13	BM Sikarjuik	11,00 efg	17,00 ef	10,71 d	14,59 de
14	BM Jorong Mudiak	22,33 ab	35,00 b	16,41 bc	23,31 ab
15	BM Teluk Embun	9,00 fg	16,00 ef	7,39 ef	10,40 ef

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama berbeda tidak nyata ( $P > 0,05$ )

Jumlah anakan produktif tertinggi ditemukan pada genotipe BM Perbatasan dengan jumlah anakan rata-rata 25,00 batang dan terendah ditemukan pada genotipe BM Kekuningan (6,67 batang). Anakan total tertinggi ditemukan pada genotipe BM Perbatasan (43,33 batang) dan terendah pada BM Kekuningan (12,67 batang). Bobot kering akar yang tertinggi ditemukan pada BM Perbatasan (20,40 gram) dan terendah pada BM Kekuningan (6,79 gram). Bobot kering batang tertinggi ditemukan pada BM Perbatasan (26,33 gram) dan terendah pada BM Kekuningan (7,80 gram).

### B. Komponen Produksi

Berdasarkan Uji F 5% bahwa perlakuan genotipe padi menunjukkan berbeda nyata terhadap produksi gabah per pot dan berat 1000 biji dan berdasarkan uji lanjut DNMRT 5% diperoleh hasil seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komponen produksi genotipe padi beras merah lokal Sumatera Barat yang tercekam Al

No	Perlakuan	Komponen Produksi	
		Produksi Gabah Per Pot (g)	Berat 1000 Biji (g)
1	BM Surian	38,14 g	26,78 cdef
2	BM Padi Ladang	29,50 ij	31,29 a
3	BM Talang Babungo	27,68 j	29,93 ab
4	BM Sungai Abu	41,26 f	29,20 abc
5	BHt Sariak Alam Tigo	45,10 de	24,45 efghi
6	BHt Solok	31,02 hi	25,93 defg
7	BM Gn. Pasir	64,56 a	22,69 hi

No	Perlakuan	Komponen Produksi	
		Produksi Gabah Per Pot (g)	Berat 1000 Biji (g)
8	BM Perbatasan	56,02 b	18,50 k
9	BM Kekuningan	12,27 l	19,06 jk
10	BM Pido Manggih	47,16 d	23,24 ghi
11	BM Siarang	42,97 ef	24,78 efgh
12	BM Padi Telur	22,49 k	27,21 bcde
13	BM Sikarjuik	32,97 h	28,49 abcd
14	BM Jorong Mudiak	52,96 c	21,77 ij
15	BM Teluk Embun	30,31 i	24,00 fghi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi gabah per pot tertinggi ditemukan pada BM Gn. Pasir dan terendah pada BM Kekuningan. Berat 1000 Biji tertinggi ditemukan pada BM padi ladang (31,29 gram) dan terendah pada BM Perbatasan (18,50 gram).

#### 1) Toleransi Genotipe Padi Beras Merah Terhadap Keracunan Al

Penetapan tingkat toleransi genotipe padi lokal Sumatera Barat terhadap keracunan Al yang ditetapkan dengan metode metode Ref. [5] didapatkan hasil seperti terlihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4. Tingkat toleransi genotipe padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap cekaman Al

No.	Genotipe	Skala Keparahan	Tingkat Toleransi Terhadap Cekaman Al
1	BM Jorong Mudiak	1 (0-19%)	T
2	BM Gn. Pasir	1 (0-19%)	T
3	BM Perbatasan	1 (0-19%)	T
4	BM Siarang	3 (20-39%)	AT
5	BM Surian	3 (20-39%)	AT
6	BM Sungai Abu	3 (20-39%)	AT
7	BM Sikarjuik	3 (20-39%)	AT
8	BM Padi Ladang	5 (40-59%)	AP
9	BM Talang Babungo	5 (40-59%)	AP
10	BM Kekuningan	5 (40-59%)	AP
11	BM Pido Manggih	5 (40-59%)	AP
12	BM Teluk Embun	5 (40-59%)	AP
13	BHt Sariak Alam Tigo	5 (40-59%)	AP
14	BM Padi Telur	7 (60-79%)	P
15	BHt Solok	7 (60-79%)	P

Keterangan : (T) = Toleran, (AT) = Agak Toleran, (AP) = Agak Peka, (P) = Peka terhadap keracunan Al

#### 2) Kandungan Aluminium (Al) dalam Akar dan Jerami

Berdasarkan Uji F 5% bahwa perlakuan genotipe padi menunjukkan berbeda nyata terhadap kandungan Aluminium (Al) dalam akar dan jerami per rumpun dan berdasarkan uji lanjut DNMRT5% diperoleh hasil seperti terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kandungan Al akar dan batang genotipe padi beras merah lokal Sumatera Barat yang tercekam Al

	Perlakuan	Kandungan Al (ppm)
--	-----------	--------------------

No		Akar	Batang
1	BM Surian	0,37 bc	0,13 abc
2	BM Padi Ladang	0,45 ab	0,18 a
3	BM Talang Babungo	0,46 ab	0,18 a
4	BM Sungai Abu	0,26 de	0,20 a
5	BHt Sariak Alam Tigo	0,21 def	0,07 bcd
6	BHt Solok	0,45 ab	0,19 a
7	BM Gn. Pasir	0,16 f	0,03 d
8	BM Perbatasan	0,17 e f	0,05 cd
9	BM Kekuningan	0,46 ab	0,19 a
10	BM Pido Manggih	0,14 f	0,06 cd
11	BM Siarang	0,23 def	0,83 bcd
12	BM Padi Telur	0,50 a	0,19 a
13	BM Sikarjuik	0,29 cd	0,15 ab
14	BM Jorong Mudiak	0,19 ef	0,05 cd
15	BM Teluk Embun	0,48 a	0,21 a

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama berbeda tidak nyata ( $P > 0,05$ )

## IV. PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa genotipe padi yang digunakan dalam percobaan ini mempunyai tingkat toleransi yang berbeda terhadap cekaman Al (Tabel 4). Menurut Ref, [6], toleransi terhadap keracunan Al pada tanaman terjadi karena dua mekanisme yaitu toleransi *exclusion* dan *inclusion*. Mekanisme toleransi *exclusion* Al (penolakan Al) meliputi : (1) immobilisasi Al pada dinding sel, (2) selektif permeabilitas pada membran plasma, (3) alkalisasi rhizosfir, (4) pengeluaran ligan pengkelat, (5) pengeluaran fosfat, sedangkan mekanisme toleransi *inclusion* terjadi melalui: (1) kelatisasi Al dalam sitosol, (2) kompartementasi Al dalam vakuola, (3) sintesis protein spesifik pengikat Al, (4) evolusi enzim terhadap toleransi Al dan (5) meningkatkan aktivitas enzim.

Berdasarkan kondisi tersebut kemungkinan setiap genotipe padi yang digunakan dalam percobaan ini mempunyai mekanisme toleransi *exclusion* dan *inclusion*, namun demikian intensitas maupun kualitas aktivitas tersebut untuk masing-masing genotipe berbeda, sehingga terjadi perbedaan dalam tingkat toleransi terhadap keracunan Al.

Kandungan Al pada suatu tanaman akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman tersebut. Pada penelitian ini, kandungan Al pada akar dan jerami tertinggi terdapat pada genotipe Padi Putih (P) dan menunjukkan berbeda nyata dengan genotipe yang lain, sedangkan yang terendah terdapat pada genotipe yang termasuk katagori toleran terhadap keracunan Al yang berbeda nyata dengan genotipe lain (Tabel 5). Hal ini menunjukkan bahwa pada genotipe yang peka mempunyai kandungan Al dalam akar dan jerami lebih tinggi dibandingkan genotipe yang toleran. Secara keseluruhan dari genotipe padi mempunyai kecenderungan, semakin tinggi tingkat toleransi terhadap keracunan Al, maka semakin rendah kandungan Al dalam akar dan batang. Referensi [7], menyatakan bahwa konsentrasi Al pada anakan dan akar dari semua genotipe tanaman padi (genotipe yang sensitif dan genotipe yang resisten terhadap keracunan aluminium) meningkat dengan meningkatnya konsentrasi Al dalam larutan hara

dan yang selalu ditemukan akan jauh lebih tinggi di akar dari pada di dalam tunas. Terjadinya keracunan aluminium menyebabkan kandungan Al pada akar dan tunas dari genotipe tanaman padi yang sensitif terhadap keracunan Al adalah lebih besar dibandingkan dengan genotipe tanaman padi yang tahan terhadap keracunan Al.

Jumlah anakan tertinggi terdapat pada genotipe yang termasuk toleran terhadap keracunan Al, diikuti oleh kelompok genotipe agak toleran, agak peka dan yang paling sedikit terdapat pada genotipe yang termasuk peka terhadap keracunan Al (Tabel 4). Berdasarkan hal tersebut dapat dinyatakan bahwa tingkat toleransi terhadap keracunan Al pada setiap genotipe relatif dapat mempengaruhi jumlah anakan yang dihasilkan. Makin tinggi tingkat toleransi genotipe terhadap keracunan Al, maka anakan yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan dengan genotipe yang mempunyai tingkat toleransi terhadap keracunan Al (Tabel 2).

Menurut Ref. [8], kelarutan Al yang tinggi di dalam tanah akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman padi, antara lain menghambat pertumbuhan anakan, menghambat pertumbuhan akar, sehingga akar akan tumbuh kerdil dan bahkan bisa merusak akar, khususnya pada tanaman padi yang sangat rentan terhadap adanya Al.

Jumlah anakan produktif tertinggi terdapat pada genotipe yang termasuk dalam kategori toleran terhadap keracunan Al, yang menunjukkan berbeda nyata dengan beberapa genotipe yang termasuk kategori agak toleran dan seluruh genotipe yang masuk kategori agak peka dan peka terhadap keracunan Al (Tabel 4). Genotipe yang termasuk kategori agak toleran terhadap keracunan Al, menunjukkan berbeda nyata dengan beberapa kulti-var yang termasuk kategori agak peka dan genotipe yang termasuk peka terhadap keracunan Al. Secara umum dapat dinyatakan bahwa genotipe yang termasuk dalam kategori toleran terhadap keracunan Al mempunyai jumlah anakan produktif tertinggi dan genotipe yang termasuk kategori peka mempunyai jumlah anakan produktif yang terendah.

Menurut Ref. [9], tingginya kandungan Al berpengaruh buruk terutama terhadap sistem perakaran yang meliputi pertumbuhan akar terhambat, pendek, tebal, percabangan tidak normal, tudung akar rusak dan berwarna coklat atau merah. Sedangkan menurut Ref. [10], akar merupakan bagian tanaman yang paling sensitif terhadap keracunan Al. Gejala awal yang tampak pada tanaman yang keracunan Al, yaitu tidak berkembangnya sistem perakaran sebagai akibat penghambatan perpanjangan sel. Hal ini diduga terjadi penggabungan Al dengan dinding sel dan penghambatan pembelahan sel, sehingga menghambat penyerapan air dan hara. Dengan terganggunya sistem perakaran akan dapat menghambat penyerapan unsur hara tanaman sehingga akan mengurangi pembentukan jerami.

Komponen pertumbuhan suatu tanaman akan berpengaruh terhadap komponen produksi. Produksi gabah kering giling tertinggi terdapat pada genotipe yang mempunyai kategori toleran terhadap keracunan Al, diikuti dengan genotipe yang agak toleran, selanjutnya agak peka dan yang terendah adalah terdapat pada genotipe yang termasuk dalam kategori peka terhadap

keracunan Al (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa produksi gabah kering giling sangat dipengaruhi oleh sifat toleransi terhadap keracunan Al apabila ditanam pada tanah ultisols yang mempunyai pH rendah dan kejenuhan Al tinggi. Makin tinggi tingkat toleransi terhadap keracunan Al maka makin tinggi produksi gabah yang dihasilkan. Kondisi ini sangat terkait dengan kelarutan Al yang sangat tinggi pada ultisols (75%), pH rendah (4,4) dan ditanam dalam kondisi oksidatif, sehingga sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung khususnya pada genotipe yang termasuk dalam kategori peka terhadap keracunan Al.

Keracunan aluminium merupakan faktor penghambat pertumbuhan tanaman pada tanah masam dengan pH dibawah 5.0. Pada umumnya Al tercampur dengan bagian-bagian sel pada ujung akar dan akar lateral, mengeraskan dinding sel melalui ikatan silang pektin, mengurangi replikasi DNA dengan mengeraskan DNA double helix, mengikat Fosfor dalam bentuk yang kurang tersedia di tanah dan di permukaan akar, menurunkan respirasi akar, mengganggu aktivitas enzim yang mengatur fosforilasi gula dan pengendapan dinding sel polisakarida, pengambilan, pengangkutan dan penggunaan beberapa unsur esensial [11].

## V. KESIMPULAN

Jumlah anakan produktif dan total tertinggi ditemukan pada genotype BM Perbatasan dan terendah ditemukan pada genotype BM Kekuningan.. Bobot kering akar dan batang yang tertinggi ditemukan pada BM Perbatasan dan terendah pada BM Kekuningan. Hasil gabah kering per-pot tertinggi ditemukan pada genotype BM Gunung Pasir dan terendah pada BM Kekuningan. Berat gabah 1000 biji tertinggi ditemukan pada genotype BM Padi Ladang dan terendah pada BM Perbatasan. Hasil pengujian genotipe padi beras merah terhadap keracunan Al terdapat tiga genotipe yang toleran yaitu genotipe, BM Perbatasan, BM Jorong Mudiak dan BM Gunung Pasir.

## Referensi

- [1] Institut Pertanian Bogor (IPB). 2000. *Laporan seminar-lokakarya penyusunan kebijakan perberasan*. LP-IPB bekerjasama dengan Ditjen Tanaman Pangan dan Hortikultura. Bogor
- [2] Allard, RW. 1960. *Principles of plant breeding*. John Wiley 9 dan Son. 450 p.
- [3] Makarim, A. K., O. Sudarman, dan H. Supriadi. 1989. *Status hara tanaman padi berkeracunan Fe di daerah Batumarta, Sumatera Selatan*. Penelitian Pertanian 9(4):166-170
- [4] Balitbang Deptan. 2002. *Pedoman pembentukan komisi daerah dan pengelolaan plasma nutfah*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Deptan.
- [5] IRRI. 1996. *Standard Evaluation System for rice*. 4 th edition July 1996. INGER Genetic Resources Center IRRI. Philippines
- [6] Taylor, G.J. 1991. *Current views of the Al stress response. The physiological basis of tolerance*. Curr. Top. Plant. Biochem. Physiol. 10:57-93
- [7] Cristiane E. C. Macêdo1 & Veronique V. S. Jan. 2008. *Effect of aluminum stress on mineral nutrition in rice cultivars differing in aluminum sensitivity*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.12, n.4, p.363-369, 2008Campina Grande,
- [8] IRRI. 2002. *Rice Doctor. International Rice Research Institute*. [http://www.knowledgebank.irri.org/riceDoctor/Fact\\_Sheets/DeficienciesToxicities/Aluminum.htm](http://www.knowledgebank.irri.org/riceDoctor/Fact_Sheets/DeficienciesToxicities/Aluminum.htm)

- [9] Ismunadji, M., dan S. Partohardjono. 1985. *Program hasil penelitian pengapuran tanah masam untuk peningkatan produksi tanaman pangan*. Balittan. Puslitbangtan
- [10] Purnamaningsih, R dan I. Mariska. 2005. *Seleksi in vitro tanaman padi untuk sifat ketahanan terhadap Aluminium In vitro selection of rice for aluminum resistance*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. Bogor
- [11] Rout, G.R; S. Samantaray, P. Das. 2001. *Aluminium toxicity in plants: a review*. *Agronomie* 21 (2001) 3–21.