

PENGARUH PENGELOLAAN AIR DAN GENOTIPE PADI TERHADAP KERACUNAN BESI DAN PRODUKTIVITAS PADI DI LAHAN PASANG SURUT TIPE LUAPAN B DI SUMATERA SELATAN

Siti Maryam Harahap¹, Munif Ghulamahdi²,
Sandra Arifin Aziz², Atang Sutandi³ dan Miftahudin⁴

¹Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Utara
Jl. AH. Nasution No. 1B Medan, 20143

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB
Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga 16680, Bogor

³Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB
Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga 16680, Bogor

⁴Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB
Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga 16680, Bogor
Email: mery120470@yahoo.co.id

Diterima: 25 Maret 2014; Disetujui untuk Publikasi: 20 Juni 2014

ABSTRACT

The Effect of Water Management and Rice Genotypes to Against Toxicity of Iron and Productivity of Rice in Tidal Land Type B in South Sumatera. Tidal land is one of the alternative land to support increased productivity of rice, but rice productivity in this area is still low, and the land utilization is not optimal yet. One factor is high iron content in the soil that can be toxic to plants. The purposes of this study were (1) to determine the effect of water management and rice genotype, as well as their interaction on the percentage of leaf bronzing, growth and yield of rice in tidal lands, (2) to select an alternative combination of water management and rice genotypes that may increase rice yields in tidal land. This study was conducted from February until June 2013 in the tidal area with type B overflow, Mulia Sari village, Banyu Asin regency, South Sumatera. The experimental design used was a split plot design with three replications. The main plot was water management with four levels, while the subplot was rice genotypes consisted of three genotypes. The results showed that water management and its interactions with plant genotypes had significant effect only on the percentage of bronzing, Fe content in shoot, and Fe content in root crops, while the plant genotype significantly affected all observed variables. The use of genotypes tolerant to iron toxicity (Indragiri) combined with (form stagnant and saturated water management) drainage with intervals of two weeks could give yield 6.8 and 6.2 t/ha respectively.

Keywords : *Water management, genotype paddy, tidal land*

ABSTRAK

Lahan pasang surut merupakan salah satu lahan alternatif untuk mendukung peningkatan produksi padi, tetapi produksi padi di lahan ini masih rendah, dan pemanfaatan lahannya belum optimal. Salah satu faktor penyebabnya adalah adanya senyawa besi dalam tanah yang dapat meracuni tanaman. Tujuan penelitian ini adalah (1) untuk mengetahui pengaruh pengelolaan air dan genotipe tanaman padi serta interaksinya terhadap hasil padi di lahan pasang surut, (2) memilih alternatif kombinasi pengelolaan air dan genotipe tanaman padi yang sesuai dan dapat meningkatkan hasil padi di lahan pasang surut. Penelitian ini dilaksanakan bulan Februari – Juni 2013 di lahan pasang surut tipe luapan B, Desa Mulia Sari, Kabupaten Banyu Asin Sumatera Selatan. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Petak Terpisah dengan tiga ulangan. Sebagai petak utama adalah pengelolaan air, yang terdiri dari empat taraf, sedangkan sebagai anak petak adalah genotipe padi, yang terdiri dari tiga genotipe (IRH108, IR64 dan Indragiri). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan air dan interaksinya dengan

genotipe tanaman berpengaruh nyata terhadap persentase *bronzing*, kandungan Fe di tajuk, kandungan Fe di akar dan hasil tanaman sedangkan genotipe tanaman berpengaruh nyata terhadap semua peubah yang diamati. Penanaman genotipe tanaman toleran terhadap keracunan besi (genotipe Indragiri) yang dikombinasikan dengan drainase berinterval dua minggu dapat memberikan hasil masing-masing 6,8 dan 6,2 t/ha.

Kata kunci : *Pengelolaan air, genotype padi, keracunan besi, lahan pasang surut*

PENDAHULUAN

Jumlah kebutuhan pangan khususnya beras di Indonesia meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk. Untuk memenuhi jumlah kebutuhan pangan tersebut diperlukan suatu usaha yang dapat meningkatkan produktivitas padi misalnya dengan memanfaatkan semaksimal mungkin lahan-lahan sub-optimal seperti lahan pasang surut. Lahan pasang surut di Indonesia tersedia cukup luas, yaitu sekitar 20,15 juta ha yang terdapat di pulau-pulau besar seperti Sumatera, Kalimantan, Papua (Widjaja-Adhi *et al.* 1992). Luas lahan pasang surut yang berpotensi untuk dijadikan areal pertanian sekitar 9,53 juta ha, dan yang sudah direklamasi sampai dengan tahun 2000 baru sekitar 4,18 juta ha (Alihamsyah, 2002).

Selama ini hasil padi di lahan pasang surut masih tergolong rendah (3-5 t/ha). Rendahnya hasil padi di lahan pasang surut disebabkan oleh permasalahan yang umum dijumpai yaitu tanah yang sangat masam, sebagai sumber utama kemasaman tanah adalah pirit yang mengalami oksidasi (Priatmadi, 2008). Pirit jika berada pada kondisi teroksidasi dapat menghasilkan senyawa sulfat masam dan menyebabkan nilai pH tanah rendah yang diikuti dengan meningkatnya konsentrasi ion H^+ dan logam berat seperti Al, Fe, Mn, yang dapat mengakibatkan terjadinya kahat hara (Breemen and Ponds, 1997; Priatmadi dan Purnomo, 2000). Oksidasi pirit yang berlangsung secara cepat dapat juga menghasilkan mineral jarosit berupa bercak-bercak berwarna kuning (Dent, 1986; Langenhoff, 1986).

Senyawa pirit bila berada dalam kondisi reduktif dapat memicu terbentuknya senyawa lain yang cukup berbahaya bagi tanaman khususnya tanaman padi, seperti kelarutan Fe^{2+} , H_2S , CO_2 dan asam-asam organik (Vadari *et al.*, 1992; Sarwani *et al.*, 1994). Salah satu pemicu meningkatnya ion Fe^{2+} di dalam tanah adalah kondisi tergenang (Becker dan Asch, 2005; Audebert, 2006; Vadari *et al.*, 1992).

Tanaman padi yang mengalami keracunan besi dapat menyebabkan pertumbuhan akar terganggu, terjadi *bronzing* pada daun dan proses metabolisme terganggu (Yamauchi dan Peng, 1995; Fairhurt dan Witt, 2002) dan akhirnya dapat menyebabkan gagal panen (Sahrawat, 2004). Kendala lain yang menyebabkan rendahnya produktivitas padi di lahan pasang surut adalah pemakaian varietas yang kurang toleran terhadap besi (Suhartini, 2004; Suhartini dan Makarim, 2009).

Berdasarkan permasalahan tersebut di atas, maka dipandang perlu melakukan kajian komprehensif yang dapat memperbaiki dan meningkatkan produktivitas padi di lahan pasang surut, misalnya dengan menerapkan teknologi pengelolaan air untuk mengendalikan kemasaman dan pemakaian varietas yang toleran (Alihamsyah, 2002). Pengelolaan air di lahan pasang surut lebih ditekankan kepada teknik pencegahan oksidasi pirit dan menekan terjadinya akumulasi zat-zat beracun dengan cara pencucian/drainase. Tujuan penelitian adalah: (1) untuk mengetahui pengaruh pengelolaan air dan genotipe tanaman padi serta interaksinya terhadap hasil padi di lahan pasang surut, (2) memilih alternatif kombinasi pengelolaan air dan genotipe tanaman padi yang sesuai dan dapat meningkatkan hasil padi di lahan pasang surut.

METODOLOGI

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di lahan pasang surut tipe luapan B dengan kedalaman pirit <50 cm di Desa Mulia Sari, Kecamatan Tanjung Lago, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan pada bulan Februari sampai Juni 2013. Lokasi penelitian ditetapkan berdasarkan hasil

observasi dan diskusi dengan petani setempat tentang permasalahan yang dihadapi dalam usaha budidaya padi serta pemanfaatan lahan yang dilakukan.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah padi varietas IRH108, IR64 dan Indragiri, pupuk N, P dan K, bahan kimia (obat-obatan). Sedangkan alat yang digunakan adalah cangkul, meteran, jaring, tali plastik, gembor, pisau, gunting, tali plastik, karung goni, pengukur pH dan timbangan.

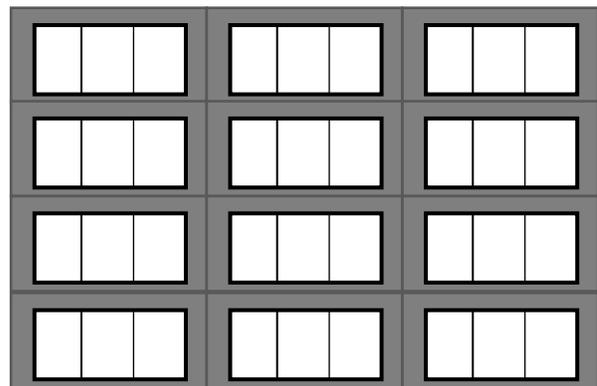
Metodologi Penelitian

Penelitian menggunakan rancangan petak terpisah (*split plot design*) dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah pengelolaan air yang terdiri dari empat taraf: (A) kondisi air jenuh 5-10 cm di bawah permukaan tanah dengan drainase berinterval dua minggu, (B) kondisi air jenuh 5-10 cm di bawah permukaan tanah tanpa drainase, (C) kondisi air tergenang 5-10 cm di atas permukaan tanah dengan drainase berinterval dua minggu dan (D) kondisi air tergenang 5-10 cm di atas permukaan tanah tanpa drainase. Faktor kedua genotipe padi yaitu IRH108 (galur), IR64 dan Indragiri. Jumlah petak utama 12 buah sedangkan anak petak 36 buah. Ukuran anak petak 4,5m x 5m dan jarak antar petak utama 1 m, jarak antar anak petak 50 cm dan jarak antar ulangan 1,5 m.

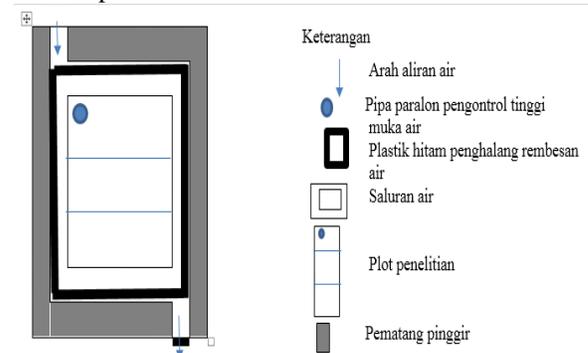
Pengaturan tinggi genangan air di atas permukaan tanah (perlakuan C dan D) dan kedalaman muka air tanah (perlakuan A dan B) dilakukan dengan mengatur pintu air yang dipasang di saluran air antara petak utama. Untuk meminimalkan terjadinya rembesan air ke dalam petak penelitian, di sekeliling pinggir parit sebelah sisi petak diberi plastik (Noor, 2012). Cara mengontrol tinggi permukaan air dapat dilakukan dengan menanam pipa paralon yang terlebih dahulu dilubangi disekelilingnya supaya air dapat masuk ke dalam pipa. Untuk mengetahui tinggi permukaan air, pada sisi pipa dibuat ukuran 5–10 cm dari permukaan tanah, selanjutnya pipa tersebut ditempatkan pada masing-masing sisi saluran air dan di tengah-tengah petak. Sketsa tata letak penelitian disajikan pada Gambar 1.

Pengolahan tanah di lakukan secara minimal dengan cangkul satu kali, sedangkan penanaman bibit padi dilakukan pada umur empat minggu dengan jarak tanam 25 x 25 cm, jumlah bibit yang ditanam 2 sampai 4 bibit per lubang tanam. Budidaya padi di petak percobaan yang meliputi pemupukan, pengendalian OPT, panen dan pasca panen dilakukan sesuai dengan panduan pengelolaan tanaman terpadu (PTT) padi di lahan pasang surut (Badan Litbang Pertanian, 2010).

Petak utama penelitian (3 ulangan)



Contoh petak utama



Gambar 1. Lay out penelitian

Parameter yang diamati terdiri dari : (1) tinggi tanaman maksimal diukur dari pangkal batang sampai tajuk daun tertinggi (cm), (2) jumlah anakan total, diamati pada umur 60 hari setelah tanam, (3) jumlah anakan produktif, diamati umur 90 hari setelah tanam (dihitung yang sudah membuka sempurna), (4) panjang malai diukur dari pangkal malai sampai

keujung malai, (5) hasil tanaman dilakukan dengan ubinan ukuran 1 x 1 m masing-masing dua ubinan per anak petak, (6) Pengamatan gejala keracunan besi (*Bronzing*) pada daun, ditentukan berdasarkan standar IRRI (1996). Pengamatan dilakukan dengan mengambil lima sampel per anak petak percobaan. Kandungan Fe diakar dan tajuk daun diukur pada saat tanaman padi berumur sembilan minggu setelah tanam. Pengukuran kandungan Fe pada jaringan tanaman dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian Tanah Bogor dengan menggunakan metode spektrometer serapan atom (SSA) dengan memakai pereaksi asam nitrat dan asam perklorat.

Analisis Data

Data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan Analisis Sidik Ragam pada taraf 5%, dan jika ada pengaruh nyata dilanjutkan dengan Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. Penetapan kriteria toleran dan peka terhadap keracunan besi dilakukan dengan pengamatan primer yaitu menggunakan skoring keracunan Fe di daun berdasarkan skala yang dikeluarkan oleh IRRI-INGER (1996).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pengelolaan air dan interaksinya dengan genotipe tanaman padi berpengaruh nyata terhadap persentase *bronzing*, kandungan Fe di tajuk, kandungan Fe di akar, dan hasil tanaman padi, tetapi

tidak berpengaruh nyata terhadap berat 1000 biji, tinggi tanaman, jumlah anakan maksimum dan jumlah anakan produktif. Sedangkan genotipe padi berpengaruh nyata terhadap semua variabel pertumbuhan dan hasil tanaman padi (Tabel 1).

Hasil analisis tanah yang dilakukan pada lokasi penelitian menunjukkan bahwa kandungan Fe total tergolong sangat tinggi (Hardjowigeno, 1995) (Tabel 2). Kondisi pengelolaan air di lapangan yang reduktif (tergenang) dapat memicu peningkatan konsentrasi ion Fe^{2+} di larutan tanah sehingga memungkinkan tanaman mengalami keracunan besi (Doberman dan Fairhurst, 2000). Menghadapi lingkungan yang bercekam Fe tinggi, masing-masing tanaman padi memiliki strategi (mekanisme) untuk terhindar dari keracunan besi. Salah satunya adalah mekanisme *avoidance* (penolakan), tanaman akan mengakumulasi ion Fe di permukaan akar sehingga ion Fe tidak diserap masuk ke dalam jaringan akar (Becker dan Asch, 2005). Tanaman yang tergolong toleran terhadap keracunan besi secara fisiologi mempunyai kemampuan melakukan penghindaran (*avoidance*) terhadap ion Fe yang tinggi di dalam larutan tanah (Audebert dan Sahrawat, 2000), sedangkan tanaman yang peka terhadap keracunan besi jika berada dalam kondisi lingkungan yang bercekam Fe, tanaman tersebut akan mengakumulasi ion Fe di semua jaringan tanaman tanpa adanya pembatas (*barrier*) antar jaringan (Audebert, 2006).

Tabel 1. Hasil analisis sidik ragam perbedaan genotipe dan pengelolaan air serta interaksinya terhadap komponen pertumbuhan dan hasil tanaman padi di lahan pasang surut Sumatera Selatan, Tahun 2013

Variabel	Air (A)	Genotipe (G)	Interaksi (A*G)	CV
Persentase bronzing (%)	**	**	**	4,58
Kandungan Fe di tajuk (ppm)	**	**	**	0,28
Kandungan Fe di akar (ppm)	**	**	**	0,36
Hasil (kg/ha)	**	**	**	12,17
Berat seribu biji (g)	tn	**	tn	7,61
Tinggi tanaman (cm)	tn	**	tn	12,17
Jumlah anakan produktif (helai)	tn	**	tn	15,41
Jumlah anakan (helai)	tn	**	tn	19,05

Keterangan: *= nyata pada taraf α 0,05 dengan analisis sidik ragam; tn = tidak nyata taraf $\alpha=0.05$ dengan analisis sidik ragam

Tabel 2. Hasil analisis tanah lokasi penelitian pada lahan pasang surut Tipe Luapan B Sumatera Selatan

Peubah analisis	Hasil analisis	Kriteria
pH		
– H ₂ O	4,60	masam
– KCl	4,00	
C-organik	4,78 %	sgt tinggi
N-Total	0,43%	sedang
P-Bray I	13,70 ppm	
Ca (me/100 g tanah)	3,57	rendah
Mg (me/100 g tanah)	8,79	tinggi
K (me/100 g tanah)	0,43	rendah
Na (me/100 g tanah)	3,13	
KTK	22,76	
N KCl		
Al (me/100 g tanah)	1,92	tinggi
H (me/100 g tanah)	0,48	
Tekstur		liat debu berpasir
– Pasir	9,34%	
– Debu	63,20%	
– Liat	27,46%	
Fe	316,86 ppm	tinggi
Pirit	0,91%	sedikit

Gejala Keracunan Besi pada Daun

Hasil analisis sidik ragam (Tabel 3) menunjukkan bahwa interaksi antara pengelolaan air dan genotipe menunjukkan perbedaan yang sangat nyata terhadap variabel persentase *bronzing* di daun. Persentase *bronzing* di daun pada genotipe padi berbeda nyata pada semua kondisi pengelolaan air dan persentase *bronzing* paling tinggi terdapat pada kondisi pengelolaan air tergenang tanpa drainase, tergenang dengan drainase berinterval dua minggu, sedangkan persentase *bronzing* terendah terdapat

pada kondisi pengelolaan air jenuh dengan drainase berinterval dua minggu. Genotipe padi yang memiliki persentase *bronzing* tertinggi adalah IR64 diikuti oleh IRH108 dan Indragiri. Berdasarkan skala ketetapan yang dikeluarkan oleh IRRI (1996) pada kondisi tergenang tanpa drainase, IR64 masuk kategori sangat berat, IRH108 kategori berat dan Indragiri kategori sangat ringan.

Kondisi air yang tergenang di lapangan menyebabkan persentase *bronzing* di daun lebih tinggi jika dibandingkan dengan kondisi air yang jenuh. Hal ini kemungkinan disebabkan karena proses oksidasi terhadap ion Fe²⁺ sangat sulit terjadi, karena pada kondisi reduktif difusi udara kedalam larutan tanah sangat kecil, sehingga proses oksidasi Fe²⁺ menjadi Fe³⁺ sangat sulit dilakukan dan menyebabkan ion Fe²⁺ yang tinggi di dalam larutan tanah diserap oleh akar tanaman secara berlebihan. Disamping itu, pada lokasi penelitian lapisan pirit berada pada lapisan kurang dari 50 cm di bawah permukaan tanah, sehingga kemungkinan pirit yang berada di bawah permukaan tanah tidak dapat teroksidasi.

Salah satu gejala yang ditimbulkan akibat terjadinya keracunan besi adalah terjadinya karat daun (*bronzing*). Tanaman yang mengalami keracunan besi dapat dilihat pada gejala pada daun yang ditunjukkan dengan adanya karat daun (*bronzing*) (Becker dan Asch, 2005; Lubis dan Noor 2012; Sahrawat, 2000). Tanaman padi yang sensitif terhadap keracunan besi akan mengalami *bronzing* lebih tinggi dibanding tanaman yang toleran terhadap keracunan besi. Tanaman yang toleran terhadap

Tabel 3. Pengaruh interaksi antara genotipe tanaman dan pengelolaan air terhadap persentase *bronzing* pada daun di lahan pasang surut Desa Mulia Sari, Banyu Asin Sumatera Selatan, tahun 2013

Genotipe	Kondisi Pengelolaan Air				Rata-rata
	A	B	C	D	
	%				
IRH108	19,67 gh	22,44 g	27,56 f	43,89 e	28,39 B
IR64	49,89 d	58,33 c	74,44 b	88,89 a	67,89 A
Indragiri	9,78 j	12,22 j	15,89 i	18,56 hi	14,11 C
Rata-rata	26,44 D	31,00 C	39,30 B	50,44 A	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha=0,05$

keracunan besi secara fisiologi memiliki strategi untuk mentolerir ion Fe^{2+} yang sudah masuk kedalam jaringan daun. Seperti yang disampaikan oleh Marschner (1995) ion Fe^{2+} yang terdapat pada jaringan daun akan bertindak sebagai pembentukan beberapa jenis oksigen aktif misalnya superoksida, radikal hidroksida dan H_2O_2 (Marschner, 1995). Kemudian ion Fe^{2+} ini akan dinetralkan oleh enzim Super Oksida Dismutase (SOD) dan menghasilkan H_2O_2 . Enzim peroksidase katalase menghasilkan H_2O dan triplet oksigen yang tidak beracun bagi tanaman. Selain itu tanaman yang toleran terhadap keracunan besi dapat juga mentolerir ion Fe^{2+} didalam daun dengan cara detoksifikasi enzimatis dalam simplas (Becker dan Asch, 2005). Tanaman yang sensitif terhadap keracunan besi umumnya strategi detoksifikasinya tidak dapat terlaksana, sehingga daun akan mengalami *bronzing* ketika ion Fe^{2+} tinggi pada jaringan daun. Keracunan besi pada tanaman dapat terjadi karena penyerapan terhadap ion Fe^{2+} yang berlebihan, selanjutnya ion tersebut ditransportasikan ke daun sehingga mengakibatkan aktivitas enzim polifenol oksidase meningkat pada daun yang akhirnya dapat meningkatkan jumlah polifenol teroksidase, hal ini diduga sebagai penyebab utama terjadinya *bronzing* pada daun (Yamauchi dan Peng, 1995).

Lahan sulfat masam dapat dikategorikan lahan yang memiliki kandungan Fe tinggi. Tanaman yang ditanam pada lokasi yang memiliki kandungan ion Fe tinggi, lebih beresiko akan mengalami keracunan besi. Seperti yang disampaikan oleh Doberman dan Fairhurst (2000), prinsip terjadinya keracunan besi pada tanaman padi: (1) konsentrasi ion Fe^{2+} tinggi dalam larutan tanah akibat dari kondisi reduksi yang kuat dalam tanah; (2) status

hara yang rendah atau terjadi ketidak seimbangan hara di dalam tanah; (3) kurangnya oksidasi akar atau daya eksklusi Fe^{2+} oleh akar sehingga terjadi defisiensi hara P, Ca, Mg dan K; (4) kurangnya daya eksklusi akar (eksklusi Fe^{2+}) akibat terjadinya akumulasi bahan-bahan yang menghambat respirasi (H_2S , FeS, asam organik); (5) aplikasi bahan organik yang tinggi dan belum terdekomposisi; dan (6) suplai Fe secara terus menerus dari air bawah tanah atau rembesan secara lateral dari tempat yang lebih tinggi. Pada penelitian ini diketahui perbedaan genotipe menunjukkan perbedaan terhadap tingkat keracunan besi. Genotipe IR64 merupakan tanaman yang sensitif terhadap keracunan besi, sedangkan genotipe IRH108 termasuk pada yang sedang (moderat), dan genotipe Indragiri termasuk genotipe yang sangat toleran terhadap keracunan besi.

Kandungan Fe di Jaringan Akar

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara perbedaan pengelolaan air dan perbedaan genotipe berpengaruh sangat nyata. Rata-rata kandungan Fe di jaringan akar pada setiap kondisi air (jenuh+drainase, jenuh, genang+drainase dan genang) terdapat perbedaan yang nyata. Sedangkan perbedaan genotipe menunjukkan perbedaan yang nyata pada masing-masing genotipe terhadap kandungan Fe di jaringan akar (Tabel 4). Pada kondisi jenuh+drainase, jenuh, genang+drainase, dan genang masing-masing genotipe menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kandungan Fe di jaringan akar. Kandungan Fe di akar tertinggi terdapat pada genotipe Indragiri

Tabel 4. Pengaruh interaksi antara genotipe dan pengelolaan air terhadap kandungan Fe pada jaringan akar di lahan pasang surut Desa Mulia Sari, Banyu Asin Sumatera Selatan, tahun 2013

Genotipe	Kondisi Pengelolaan air				Rata-rata
	A	B	C	D	
 ppm				
IRH108	3562 i	3671 h	2319 l	3182 k	3183,83 C
IR64	3428 j	5220 b	7330 a	4432 f	5102,67 A
Indragiri	4764 e	4311 g	5068 c	4906 d	4762,25 B
Rata-rata	3918,33 D	4400,78 B	4905,78 A	4173,44 C	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha=0,05$

kemudian IR64 dan IRH108 pada kondisi air genang, dan yang terendah adalah genotipe IR64 dan IRH108 kondisi air jenuh+drainase dan Indragiri kondisi air jenuh.

Kondisi air dilokasi penelitian yang jenuh menunjukkan kandungan ion Fe lebih rendah dibanding dengan kondisi air yang tergenang. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi ion Fe di dalam tanah yang tergenang lebih tinggi dibanding dengan kondisi air yang jenuh. Seperti yang disampaikan oleh Vadari *et al.* (1992) tanah sulfat masam yang digenangi (anaerob) dapat menyebabkan berkurangnya kemasaman tanah yang timbul akibat proses oksidasi, tetapi bila kondisi reduksi ini terjadi secara berlebihan akan muncul permasalahan baru, yaitu terbentuknya besi fero (Fe^{2+}) asam belerang (H_2S), CO_2 dan asam-asam organik. Proses reduksi yang terjadi pada tanah sulfat masam juga dapat meningkatkan pH di dalam larutan tanah dan mengurangi kelarutan Al di dalam larutan tanah. Proses reduksi pada tanah sulfat masam dapat digambarkan pada reaksi berikut ini : $Fe(OH)_3 + HFe^{2+} + H_2O$ (Dent, 1986). Tingginya kelarutan Fe^{2+} di dalam tanah hasil reduksi dari Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} dengan bantuan mikroba pelarut fosfat menyebabkan akar semakin aktif menyerap ion Fe^{2+} (*influx*), hal ini merupakan salah satu penyebab terjadinya keracunan besi pada tanaman padi (Becker dan Asch, 2005; Sahrawat, 2004). Oleh karena itu, tanaman akan lebih mudah mengalami keracunan besi pada kondisi tergenang dibanding dengan kondisi yang jenuh. Pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa perbedaan pengelolaan air memberikan pengaruh yang nyata terhadap kandungan Fe di akar.

Kandungan Fe di Jaringan Tajuk

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara pengelolaan air dan genotipe memperlihatkan perbedaan pengaruh yang sangat nyata terhadap kandungan Fe di jaringan tajuk daun. Pada kondisi air jenuh dengan interval drainase, jenuh tanpa drainase, genang dengan interval drainase dan genang tanpa drainase terdapat perbedaan yang nyata dari masing-masing genotipe yang diuji (Tabel 5). Kandungan Fe tertinggi ditajuk pada masing-masing genotipe dan masing-masing kondisi pengelolaan air terdapat pada genotipe IR64 pada kondisi tergenang, sedangkan yang terendah terdapat pada genotipe Indragiri pada kondisi tergenang dengan interval drainase 2 minggu.

Kondisi air tergenang di lahan pasang surut akan menyebabkan konsentrasi ion Fe^{2+} makin meningkat. Tingginya kelarutan Fe^{2+} di dalam larutan tanah adalah hasil reduksi dari Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} dan dengan bantuan mikroba pelarut fosfat menyebabkan akar semakin aktif menyerap ion Fe^{2+} (*influx*), sehingga tanaman akan mudah mengalami keracunan Fe pada kondisi kelarutan Fe yang tinggi (Becker dan Asch, 2005; Sahrawat, 2004). Tanaman yang sensitif terhadap keracunan besi akan lebih cepat mengalami keracunan dibanding dengan yang toleran jika berada pada kondisi tergenang dibanding dengan kondisi yang jenuh di lahan pasang surut sulfat masam.

Ion Fe^{2+} yang telah diserap oleh akar tanaman selanjutnya ditransportasi ke bagian tajuk setelah melewati lapisan jaringan yang terdapat di akar mulai dari epidermis, korteks

Tabel 5. Pengaruh perbedaan pengelolaan air dan genotipe serta interaksinya terhadap parameter kadar Fe di jaringan tajuk di lahan pasang surut Desa Mulia Sari Banyu Asin Sumatera Selatan, tahun 2013

Genotipe	Kondisi Pengelolaan air				Rata-rata
	A	B	C	D	
(ppm).....				
IRH108	727,00 b	677,33 c	568,33 f	573,67 e	636,58 B
IR64	541,00 h	555,33 g	667,00 d	1106,67 a	717,50 A
Indragiri	336,67 j	358,00 i	297,67 k	335,33 j	331,92 C
Rata-rata	534,89 A	530,22 C	511,00 D	671,89 A	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha=0,05$

dan akhirnya masuk ke jaringan pembuluh setelah melewati pita caspari yang dapat terjadi secara simplast maupun apoplast (Yeo *et al.*, 1987; Yamauchi dan Yoshida, 1981). Ion Fe^{2+} yang sudah masuk ke jaringan pembuluh dengan mudah dapat ditransportasikan ke jaringan tajuk/daun melalui aliran transpirasi (Tanaka, 1966). Tanaman yang toleran terhadap keracunan besi lebih sedikit mendistribusikan ion Fe^{2+} ke tajuk dibanding dengan tanaman yang sensitif terhadap keracunan besi. Hal ini merupakan suatu indikasi tentang mekanisme penghindaran (*avoidance*) secara fisiologi pada tanaman yang toleran besi (Audebert dan Sahrawat, 2000). Hasil penelitian menunjukkan genotipe yang paling banyak menyerap besi dan kemudian diangkut ke tajuk adalah IR64 (1106,67 ppm) dan yang paling rendah adalah Indragiri (297,67 ppm).

Pertumbuhan Tanaman Padi

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan perbedaan pengelolaan air dan interaksi antara perbedaan pengelolaan air dan perbedaan genotipe tidak berpengaruh nyata terhadap variabel tinggi tanaman, jumlah anakan dan jumlah anakan produktif. Sedangkan perbedaan genotipe berpengaruh nyata terhadap variabel tinggi tanaman, jumlah anakan dan jumlah anakan produktif (Tabel 6).

Tabel 6. Pengaruh perbedaan genotipe dan perbedaan pengelolaan air terhadap parameter pertumbuhan tanaman padi di lahan pasang surut Desa Mulia Sari Banyu Asin Sumatera Selatan, tahun 2013

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Anakan Total (btg)	Jumlah Anakan Produktif (btg)
Pengelolaan air			
Jenuh+drainase	72,77	26,67	17,94
Jenuh tanpa drainase	68,45	26,50	15,94
Genang+drainase	70,35	29,61	14,83
Genang tanpa drainase	65,66	27,59	12,36
Genotipe			
IRH108	78,53 a	22,57 b	9,50 c
IR64	53,40 b	25,78 b	15,13 b
Indragiri	75,99 a	34,43 a	21,19 a

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan analisis sidik ragam pada taraf $\alpha=0,05$

Tinggi tanaman

Tinggi tanaman antara IRH108 dan Indragiri tidak terdapat perbedaan yang nyata, tetapi kedua genotipe ini berbeda nyata dari genotipe IR64. Berdasarkan rata-rata tinggi tanaman, pertumbuhan genotipe IR64 sudah terlihat tertekan dan sudah mulai mengalami keracunan besi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fageria *et al.* (2008) menyatakan bahwa salah satu ciri pada tanaman padi yang mengalami keracunan besi adalah pertumbuhan tinggi tanaman jadi terhambat. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan terhadap pengamatan tinggi tanaman yang dilakukan dengan interval satu minggu, pada saat umur enam minggu di lapangan, pertambahan tinggi tanaman sangat menurun dibanding dengan pada saat 2 - 4 minggu setelah tanam. Sedangkan persentase *bronzing* di daun pada genotipe IR64 semakin lama umur tanaman padi di lapangan persentase *bronzing* makin meningkat.

Jumlah anakan tanaman

Jumlah anakan pada genotipe IRH108 dan Indragiri tidak menunjukkan perbedaan yang nyata tetapi berbeda nyata dengan IR64. Rata-rata jumlah anakan yang paling tinggi (34 batang) terdapat pada genotipe Indragiri dan yang terendah adalah genotipe IRH108. Tanaman padi yang mengalami keracunan besi akan menyebabkan penurunan biomassa tanaman bagian tajuk dibanding dengan bagian akar misalnya jumlah anakan produktif rendah, gabah hampa meningkat sehingga menyebabkan produksi turun (Lubis dan Noor, 2012). Tanaman yang peka terhadap keracunan besi lebih sedikit jumlah anakannya dibanding dengan tanaman padi yang toleran terhadap keracunan besi.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan perbedaan kondisi air dilapangan dan interaksi antara kondisi pengelolaan air dengan genotipe tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah anakan produktif (Tabel 6). Rata-rata jumlah anakan produktif pada masing-masing genotipe berbeda nyata. Jumlah anakan produktif tertinggi (21 batang) terdapat pada genotipe Indragiri dan terendah (9 batang) pada genotipe

IRH108. Perbedaan jumlah anakan produktif yang terjadi antara masing-masing genotipe sesuai dengan deskripsi dari masing-masing genotipe IR64 (20-35 batang) dan Indragiri (15-20 batang) IRH108 (10-15 batang) (Litbang Pertanian, 2010).

Komponen Hasil dan Hasil Tanaman

Bobot seribu biji

Hasil analisis sidik ragam terhadap variabel bobot 1000 biji menunjukkan bahwa pengelolaan air dan interaksinya dengan genotipe padi tidak berpengaruh nyata, sedangkan genotipe berpengaruh nyata terhadap bobot 1000 biji padi (Tabel 7). Genotipe IRH108 memiliki bobot 1000 biji tertinggi 33 g dan berbeda nyata dengan IR64 (20 g) dan Indragiri (23 g). Perbedaan bobot 1000 biji padi yang terjadi antara masing-masing genotipe ini disebabkan oleh perbedaan ukuran biji masing-masing genotipe. Berdasarkan deskripsi varietas genotipe IR64 dan Indragiri memiliki ukuran dan berat gabah (24,2–25g), sedangkan genotipe IRH108 (34 g).

Tabel 7. Pengaruh perbedaan genotipe dan pengelolaan air terhadap berat 1000 biji padi di lahan pasang surut Desa Mulia Sari, Banyu Asin Sumatera Selatan, tahun 2013

Genotipe	Bobot seribu biji (g)				Rata-rata
	A	B	C	D	
(ppm).....				
IRH108	33,27	33,60	33,47	-	33,45 a
IR64	22,87	22,70	-	-	22,78 b
Indragiri	23,03	24,67	23,17	22,23	23,28 b
Rata-rata	26,39	26,99	28,32	22,23	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha=0,05$; (-) tanaman tidak menghasilkan (mati)

Hasil tanaman padi

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pengelolaan air, genotipe dan interaksinya memberikan pengaruh yang nyata terhadap hasil padi di lahan pasang surut (Tabel 8). Pada kondisi air tergenang hanya genotipe Indragiri yang memberikan hasil sedangkan genotipe IRH108 dan IR64 tidak memberikan hasil karena tanaman mati.

Hasil tertinggi (6,23 t/ha) pada kondisi air jenuh dengan interval drainase dua minggu terdapat pada genotipe Indragiri sedangkan hasil padi pada kondisi tergenang dengan interval drainase dua minggu (6,83 t/ha) pada genotipe Indragiri pula. Pada lahan pasang surut sulfat masam dalam keadaan reduktif (tergenang) di dalam larutan tanah sangat tinggi konsentrasi Fe, sehingga genotipe IRH108 dan IR64 yang termasuk peka terhadap cekaman besi akan lebih mudah mengalami keracunan di banding dengan genotipe Indragiri yang termasuk toleran terhadap keracunan besi. Berdasarkan beberapa penelitian, IR64 termasuk genotipe yang sensitif terhadap keracunan besi (Sahrawat, 2004; Noor, 2012).

Penerapan pengelolaan air di lahan pasang surut sangat mempengaruhi tingkat keracunan besi pada tanaman padi. Tingkat keracunan yang tertinggi terdapat pada kondisi air tergenang tanpa ada drainase dan genotipe yang peka pada kondisi ini adalah IR64. Genotipe Indragiri mampu bertahan dan menghasilkan gabah pada semua kondisi. Berdasarkan hasil gabah yang diperoleh diketahui bahwa Indragiri merupakan yang sangat toleran terhadap keracunan Fe, sedang genotipe IRH108 dan IR64 termasuk yang peka terhadap keracunan Fe. Tingginya keracunan Fe yang terjadi pada kondisi reduktif (tergenang) kemungkinan disebabkan karena proses oksidasi terhadap ion Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} kurang terlaksana, karena pada kondisi reduktif difusi udara kedalam larutan tanah berkurang, sehingga proses oksidasi menjadi menurun akibatnya kelarutan ion Fe^{2+} di dalam larutan tanah meningkat. Akibat dari meningkatnya konsentrasi Fe^{2+} dalam larutan tanah, maka aktivitas akar untuk menyerap Fe semakin meningkat. Pada kondisi jenuh, keberadaan pirit berada pada lapisan kurang dari 50 cm di bawah permukaan tanah, sehingga kemungkinan pirit dapat juga mengalami oksidasi dan menghasilkan $Fe(OH)_3$. Sehingga keracunan Fe pada kondisi jenuh lebih rendah dibandingkan dengan kondisi tergenang.

Keracunan besi yang terjadi di lahan pasang surut sangat mempengaruhi produktivitas padi. Akibat keracunan besi dapat

Tabel 8. Pengaruh interaksi antara genotipe dan pengelolaan air terhadap hasil padi di lahan pasang surut Desa Mulia Sari Banyu Asin Sumatera Selatan, tahun 2013

Genotipe	Kondisi Pengelolaan Air				Rata-rata
	A	B	C	D	
 (t/ha).....				
IRH108	5,47 c	4,82 de	3,80 g	-	3,52 B
IR64	4,42 f	4,57 ef	-	-	2,25 C
Indragiri	6,23 b	5,97 b	6,83 a	5,13 d	6,04 A
Rata-rata	5,37 A	5,12 B	5,31 C	5,13 B	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha=0,05$; (-) tanaman tidak menghasilkan (mati)

menurunkan hasil sampai 100% yaitu pada kondisi tergenang dengan drainase dan tergenang tanpa drainase. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kunci keberhasilan pemakaian lahan di daerah pasang surut dengan tipe luapan B terletak pada pengelolaan air dengan menggunakan interval drainase serta penanaman genotipe yang toleran terhadap keracunan Fe.

KESIMPULAN

1. Pengelolaan air dan interaksinya dengan genotipe tanaman berpengaruh nyata terhadap persentase *bronzing*, kadar Fe di tajuk, kadar Fe di akar dan hasil tanaman sedangkan genotipe tanaman berpengaruh nyata terhadap semua yang diamati.
2. Hasil padi tertinggi diberikan oleh genotipe yang toleran terhadap keracunan besi (Indragiri) yaitu (6,2 t/ha dan 6,8 t/ha) pada pengelolaan air tergenang diikuti dengan drainase berinterval dua minggu dan pada kondisi jenuh yang diikuti drainase berinterval dua minggu.
3. Kombinasi perlakuan yang memberikan hasil tanaman terbaik adalah kondisi air tergenang dan jenuh tapi diikuti dengan drainase berinterval dua minggu dengan genotipe Indragiri

DAFTAR PUSTAKA

Alihamsyah, T. 2002. Optimalisasi pendayagunaan lahan rawa pasang surut. Prosiding Seminar Nasional: Optimalisasi Pendayagunaan Sumberdaya Lahan, tanggal 6-7 Agustus 2002 di Cisarua. Puslitbang Tanah dan Agroklimat.p:51-72.

Arsana, I.K.G.D., Yahya S, Pane H. 2003. Hubungan antara penggenangan dini dan potensi redoks, produksi etilen dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan hasil padi (*Oryza sativa*) system tabela. Bul. Agron. (31) (2) 37-41 (2003).

Audebert, A and KL Sahrawat. 2000. Mechanisms for iron toxicity tolerance in low land rice. J. Plant Nutr. 23. 1877-1885.

Audebert, A. 2006. Iron partitioning as a mechanism for iron toxicity tolerance in lowland rice. In: Audebert A. LT Narteh. D Millar, B Beks (Eds). Iron Toxicity in Rice-Base System in West Africa. Africa Rice Center (WARDA). P. 34-46

Badan Litbang Pertanian, 2010. Deskripsi Varietas Unggul Padi Baru. Balai Penelitian Padi Sukamandi.

Becker, M., and F Asch. 2005. Iron toxicity in rice-condition and management concepts. J. Plant Nutr. Soil Sci. 168. 558-573.

Breemen NV and Pons LJ. 1997. Acid sulphate soil and rice. In IRRI. Soil and Rice. Philippines. p:739-762.

Dent D. 1986. Acid Sulphate Soils: A baseline for research development. International Land Reclamation Institutes Pulb. 39. Wageningen, The Netherlands.

Doberman A and Fairhurst T. 2000. Rice Nutrition Disorder and Nutrient Management. International Rice Research Institute and Potash dan Phosphate Institute of Canada.

- Fageria, N.K., Barbosa Filho, M.P., Guimaraes, C.M. 2008. Iron toxicity in lowland rice. *J. Plant Nutr.* 31: 1676-1697.
- Fairhurst, T., Witt, C. 2002. A practical guide to nutrient management. Manila, The Philippines: International Rice Research Institute.
- Hardjowigeno S. 1995. Ilmu Tanah. Edisi Revisi. Penerbit Akademika Pressindo. Jakarta. 126p.
- IRRI-INGER. 1996. Standar Evaluation Syatem for Rice. Ed. 4th. Internation Rice Research Institute. Manila, Philippines. 52p.
- Langenhoff, R. 1986. Distribution, mapping, classification and use of acid sulphate soils in the tropics. A literature study soil survey institute (STIBOKA). Inter. Comm. No.74, Wageningen, The Nederland.
- Lubis, I dan A. Noor. 2012. Pengaruh dua level cekaman besi dalam larutan hara terhadap gejala keracunan besi dan hubungannya dengan pertumbuhan padi. Prosiding Simposium dan Seminar Bersama PERAGI-PERHORTI-PERIPI-HIGI Mendukung Kedaulatan Pangan dan Energi yang Berkelanjutan. Mei 1-2, 2012, Bogor, Indonesia, pp:41-46.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd Ed. Academic Press. Harcourt Brace dan Company, Publishers. London, San Diego, New York, Boston, Sydney, Tokyo, Toronto.
- Noor, A. 2012. Studi pengendalian keracunan besi pada padi di lahan pasang surut melalui keragaman genotipe padi dan ameliorasi dengan *Salvinia* sp. [Disertasi]. Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Priatmadi, B.J. 2008. Pengaruh pencucian tanah sulfat masam terhadap sifat kimia tanah. *J. Agroscentiae* J4: 88-95.
- Priatmadi, B.J., E. Purnomo. 2000. Karakterisasi tanah sulfat masam dan zonasi produktivitas padi. *J. Tanah Trop.* 11: 59-68.
- Sahrawat, K.L. 2000. Elemental composition of the rice plant as effected by iron toxicity under field conditions. *Comm. Soil Sei.Plant Anal.* 31 : 2819-2827.
- Sahrawat, K.L. 2004. Iron Toxicity in wetland rice and the roel of other nutriens, *J. of Plant Nutriton.* 27:147-1504.
- Sarwani, M., Noor M, Masganti. 1994. Potensi, kendala dan peluang pasang surut dalam perspektif pengembangan tanaman pangan. *Dalam.* Pengelolaan Air dan Produktivitas Lahan Rawa Pasang Surut. Balai Penelitian Tanaman Pangan. Banjar Baru.
- Suhartini, T. 2004. Perbaikan varietas padi untuk lahan keracunan Fe. *Bul. Plasma Nutfah*, 10:1-11.
- Tanaka, A., Loe R, Navero SA. 1966. Some mechanism involved in the development of iron toxicity symptoms in the rice plant. *Soil Sci Plant Nutr* 12 : 158-164.
- Vadari, T. H Suwardjo. Kasdi S., Sutono A., Abas ID., dan RAL Kselik. 1992. Peranan Pengelolaan Air dalam Usaha Mereklamasi Tanah Sulfat Masam Potensial (Sulfic Hydraquent) di Unit Tatas Kalimantan Tengah. Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Bogor. No.10 p:1 -15.
- Widjaja-Adhi, I.P.G., Nugroho K., Ardi DS., Karama AS. 1992. Sumberdaya Lahan Pasang Surut, Rawa dan Pantai: Potensi, Keterbatasan dan Pemanfaatan. Makalah utama Pertemuan Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Pasang Surut dan Rawa. Bogor.
- Yamauchi M, Peng XX. 1995. Iron toxicity and stress-induced etilen production in rice leaves. *Plant and soil* 173: 21-28.
- Yamauchi M, Yoshida S. 1981. Physiological mechanisms of rice's tolerance for iron toxicity. Paper presented at the IRRI Saturday Seminar June 6 1981. The International Rice Research Institute Manila The Philippines.
- Yeo AR., Yeo ME., Flowers TJ. 1987. The contribution of an apoplasic pathway to sodium uptake by rice roots in saline conditions. *Exp Bot* 38 : 1141-1153.