

TINGKAT KERACUNAN BESI DALAM BENTUK FERRO DAN FERRI SERTA  
PERTUMBUHAN TANAMAN PADI (*Oryza sativa.L*)  
PADA MEDIA PASIR

M. Harianti, Herviyanti, Hermansah  
*Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas*

Abstract

The Recent ricefield on marginal land such as Ultisol and Oxisol has low productivity due to Fe-toxicity for rice plant (*Oryza sativa.L*). Flooded ricefield has reduced Ferri ( $Fe^{3+}$ ) form into Ferro ( $Fe^{2+}$ ) from which is easy to dissolve and can be toxic for plant growth. This research was aimed to determine Fe concentration that causes toxic for rice growth on sand medium either under flooded or unflooded condition. Iron was applied in form of  $FeSO_4$  at 10 levels (0, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512 ppm). Based on laboratory analyses and visual symptoms, it was found that Fe toxicity was started at Fe concentration 128 ppm. Form of Fe which is toxic to this rice plant was ferro ( $Fe^{2+}$ ) because this form is active in plant metabolism. Fe concentration at 128 ppm both conditions had shown reddish brown spot on the whole plant, therefore growth and development of plants either above or below soil surface was limited or stressed.

*Keywords: recent ricefield, Fe toxicity, Ferro and Ferri, brownish symptom*

## PENDAHULUAN

Penurunan produksi padi saat ini disebabkan penurunan kualitas lahan dan luas lahan akibat konversi lahan pertanian produktif menjadi lahan non pertanian. Realisasi program pertanian diprioritaskan pada pembukaan dan pencetakan sawah baru. Di Sumatera Barat pencetakan sawah baru sudah mencapai 3.927 Ha (Nippon koei & Associate, 2001). Sebagian besar lahan yang akan dibuka menjadi lahan sawah tersebut adalah lahan-lahan marjinal dimana tingkat produktivitasnya relatif rendah dan rentan terhadap keracunan unsur aluminium (Al), besi (Fe), dan mangan (Mn) apabila pengelolaannya kurang optimal (Noor, 1996).

Penggenangan pada tanah sawah akan menyebabkan tereduksinya Fe dalam bentuk  $Fe^{3+}$  (ferri) menjadi  $Fe^{2+}$  (ferro) sehingga  $Fe^{2+}$  menjadi lebih mudah larut. Konsentrasi  $Fe^{2+}$  dalam larutan tanah meningkat dari 200 ppm diawal penggenangan menjadi 600 ppm beberapa minggu setelah penggenangan. Pada kondisi ini, tanaman padi telah menunjukkan gejala keracunan (Ponnamperuma, 1977 dan Zaini *et al*, 1987 *dalam* Yardha dan Yusuf, 1993). Pada beberapa percobaan

yang telah dilakukan untuk mengetahui tingkat toleransi tanaman padi dengan kepekatan Fe yang terdapat disekitar media perakaran ada beberapa pendapat antara lain: 1) kepekatan Fe lebih dari 10 ppm dalam larutan hara (Yamasaki, 1985 *dalam* Yardha dan Yusuf, 1993), 2) kepekatan Fe 30-80 ppm dalam percobaan pot (Ponnamperuma, 1958 *dalam* Yardha dan Yusuf, 1993), 3) kepekatan Fe 100-500 ppm dalam kultur hara (Okuda *et al*, 1985 dan Tanaka *et al*, 1966 *dalam* Todano dan Yoshida, 1978), 4) kepekatan Fe 300-400 ppm dalam tanah baik dengan suplai hara (IRRI, 1972 *dalam* Yardha dan Yusuf, 1993).

Sawah bukaan baru pada lahan marjinal ini didominasi oleh jenis tanah tanah mineral masam seperti Ultisol dan Oxisol. Kendala yang sering muncul ketika lahan ini dibuka untuk persawahan adalah keracunan Fe. Ismunadji dan Sabe (1988 *dalam* Taher, 1990) memperkirakan di Indonesia luas areal padi yang mengalami keracunan Fe sekitar 1 juta ha. Kondisi spesifik yang dapat menyebabkan keracunan Fe adalah draenase yang buruk. Keracunan Fe seringkali menjadi faktor pembatas produksi pada tahap awal

pemanfaatan kedua jenis tanah tersebut (Yardha dan Yusuf, 1993).

Pada tanaman Fe berfungsi sebagai unsur hara esensial karena merupakan bagian penyusun dari enzim-enzim tertentu, tanaman menyerap Fe dalam jumlah yang sedikit yaitu Fe berada pada konsentrasi < 0,1 % dalam jaringan tanaman (Lakitan, 2001). Menurut Benckiser *et al* (1982) Ismunadji dan Roechan (1988) dalam Burbey, Zadry dan Zaini (1990) kadar Fe pada tanaman lebih dari 300 ppm merupakan titik kritis keracunan besi pada tanaman padi. Selanjutnya Lu Tian Ren (1985 dalam Yusuf, Djakamihardja, Satari, Djakasutami, 1990), berpendapat bahwa batas kritis Fe dalam larutan tanah untuk tanaman padi sekitar 50-100 ppm. Bentuk  $Fe^{2+}$  adalah bentuk Fe yang dapat diserap dan tersedia bagi tanaman, sedangkan kelarutan  $Fe^{3+}$  yang berada dalam bentuk oksida dapat menyumbangkan  $Fe^{2+}$  (Nyakpa, Lubis, Pulung, Gaffar, Munawar, Hong, Hakim, 1986).

Dari keterangan diatas tidak dinyatakan bentuk Fe yang meracun pada tanaman dalam bentuk  $Fe^{2+}$  atau  $Fe^{3+}$ . Pada kondisi tertentu kelarutan  $Fe^{3+}$  juga bisa meracun tanaman. Adanya perbedaan terhadap kadar Fe yang dapat mengakibatkan keracunan Fe pada tanaman padi, menunjukkan bahwa perilaku Fe dalam tanah bervariasi dan sulit untuk memperoleh kadar Fe dan bentuk Fe yang tepat untuk dijadikan acuan dalam menunjukkan tingkat keracunan Fe terhadap tanaman padi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan batas meracun dari Fe dalam bentuk Ferro ( $Fe^{2+}$ ) dan Ferri ( $Fe^{3+}$ ) terhadap tanaman padi yang ditanam pada media pasir dengan kondisi digenangi dan tidak digenangi. Sulit untuk memperoleh kadar Fe dan bentuk Fe yang tepat untuk dijadikan acuan dalam menunjukkan tingkat keracunan Fe terhadap tanaman padi.

## METODA PENELITIAN

Untuk penanaman padi di Rumah Kaca digunakan pasir sebagai media pertanaman, botol kaca tempat menanam padi, asam klorida (HCl) pekat untuk

mensterilkan pasir. Larutan besi sulfat ( $FeSO_4$ ) sebagai perlakuan. Varietas padi yang digunakan sebagai indikator yaitu Cisokan. Dalam penelitian ini benih padi disemaikan pada media persemaian (*seedbed*) yang berisi tanah yang cukup untuk menyemai benih padi ( $\pm 10$  kg). Setelah 21 hari bibit siap dipindahkan ke botol kaca.

Penelitian dengan 10 perlakuan dan 3 ulangan ini terdiri dari 2 seri percobaan yaitu : Seri penggenangan (F1), untuk melihat keracunan yang disebabkan  $Fe^{2+}$ . Seri tanpa penggenangan (F2), untuk melihat keracunan yang disebabkan  $Fe^{3+}$ . Pasir digunakan untuk media pertanaman padi yang berukuran 1 - 2 mm dengan cara diayak pasir dipisahkan dengan bahan kasar lainnya. Kemudian pasir dibersihkan dengan air untuk memisahkannya dengan debu dan liat yang ada. Lalu direndam selama 7 hari dengan HCl pekat sampai putih untuk memisahkannya dengan unsur hara yang ada terutama Fe. Kemudian direndam lagi dengan Hidrogen Peroksida ( $H_2O_2$ ) untuk menghilangkan bahan organik yang ada pada pasir.

Untuk seri F1 media pasir digenangi dengan aquades setinggi  $\pm 5$  cm dimaksudkan untuk melihat tingkat keracunan Fe dalam bentuk  $Fe^{2+}$  dan media pasir untuk seri F2 hanya disemprot sampai lembab sehingga terjadi oksidasi menjadi  $Fe^{3+}$ . Media pasir pada kedua seri diberi perlakuan larutan  $FeSO_4$  secara merata dengan takaran 0, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, dan 512 ppm (2 ppm = 2 mg/l).

Kemudian dilakukan penanaman padi selama 1 bulan dan pemeliharaan yaitu pencegahan hama dan penyakit, penyiraman media pasir dan menjaga genangan media pasir agar tidak terjadi perubahan  $Fe^{2+}$ . Setelah 1 bulan dilakukan panen vegetatif yaitu bagian akar dan bagian atas tanaman padi untuk penetapan kadar Fe tanaman dan media pasir. Pengamatan pertumbuhan tanaman meliputi: panjang akar terpanjang (cm), tinggi tanaman (cm), bobot kering akar tanaman (g) dan bobot kering bagian atas tanaman (g). Hasil pengamatan di analisis dengan Uji Fisher taraf 5 % dan 1 % dan bila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji

DNMRT ( Duncan New Multiple Range Test) untuk menguji seluruh perlakuan yaitu pada taraf 5 %.

Analisis tanaman dan media pasir yang dilakukan yaitu:

- Ferro ( $Fe^{2+}$ ) akar tanaman dengan metoda ekstraksi 1,5 1-10 Orthopenanthrolin ( $C_{12}H_8N_2$ )
- Analisis Fe total bagian atas tanaman dengan metoda ekstraksi 50 %  $HClO_4$  (Ryan dan Rashid, 1999).
- Analisis Ferro ( $Fe^{2+}$ ) media pasir dengan metoda ekstraksi 1 M Na Asetat pH 2,8.
- Analisis Ferri ( $Fe^{3+}$ ) dengan metoda ekstraksi 5 % hidroksilamin hidroklorid (Hidayat, 1978).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Seri Penggenangan (F1)

Kadar  $Fe^{2+}$  meningkat dengan meningkatnya kepekatan Fe. Pada taraf 128 ppm kadar Fe akar menunjukkan peningkatan secara nyata dibandingkan taraf pemberian lainnya, kenaikan kadar  $Fe^{2+}$  sebesar 372.97 ppm pada taraf pemberian ini jika dibandingkan dengan tanpa pemberian Fe. Pada taraf tanpa pemberian Fe, kadar Fe pada akar juga ditemukan sebesar 235.33 ppm. Hal ini diduga berasal dari Fe yang diserap pada saat persemaian.

Pada taraf pemberian Fe 128 ppm ini secara visual tanaman sudah menunjukkan gejala keracunan yang ditandai dengan gejala bercak coklat kemerahan sepanjang tepi helaian daun dimulai dari daun yang paling bawah atau paling tua yang mulai layu seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Penampilan tanaman padi akibat pemberian beberapa taraf Fe.

Perkembangan akar telah tertekan pada pemberian Fe 128 ppm, dan bobot kering terus menurun sampai pemberian Fe 512 ppm. Pada pemberian 512 ppm Fe bobot kering akar tidak terukur lagi karena akar sangat sedikit sekali akibat terhambatnya perkembangan akar (Gambar 2), disebabkan penyerapan Fe oleh akar sangat tinggi, penyerapan Fe yang tinggi pada perlakuan ini mengakibatkan perkembangan akar tidak normal.



-----Taraf Pemberian Fe-----

Gambar 2. Penampilan akar tanaman padi akibat keracunan Fe pada umur 1 bulan

Keadaan yang paling ekstrim yaitu pada pemberian Fe 512 ppm, pada kondisi ini tanaman mulai menunjukkan gejala keracunan 1 minggu setelah tanam dimana seluruh daun di bagian bawah sudah layu dan akhirnya mati sampai tanaman berumur 1 bulan. Seluruh daun layu coklat kemerahan sampai kehitaman, sehingga pertumbuhan tanaman terhambat baik pembentukan anakan maupun perkembangan akar.

Dibandingkan dengan kadar  $Fe^{2+}$  akar, kadar Fe total bagian atas tanaman juga meningkat sejalan dengan peningkatan kadar  $Fe^{2+}$  akar, namun Fe lebih banyak tertahan di akar, karena translokasi Fe ke bagian atas tinggi seiring dengan tingginya kadar  $Fe^{2+}$  akar, sehingga Fe juga banyak diserap oleh bagian atas tanaman.

Perkembangan akar mulai terhambat pada pemberian Fe 128 ppm, karena panjang akar turun dari taraf pemberian Fe 64 ppm sebesar 4,68 %, dan panjang akar menunjukkan perbedaan yang nyata dengan taraf pemberian Fe lainnya yaitu menurun

sekitar 5.58 % dibandingkan dengan tanpa pemberian Fe dan pertumbuhan akar tanaman telah tertekan pada taraf pemberian Fe 256 dan 512 ppm. Pada dua perlakuan ini perkembangan akar terhambat karena konsentrasi Fe yang tinggi pada akar tanaman.

Makin tinggi kepekatan Fe maka tinggi tanaman juga semakin berkurang mulai dari pemberian Fe 128 ppm. Pada pemberian Fe 256 ppm dan 512 ppm memperlihatkan perbedaan yang nyata dengan taraf pemberian lainnya, karena pertumbuhan tinggi tanaman rendah sekali akibat keracunan Fe disebabkan penyerapan Fe yang tinggi oleh tanaman.

Bobot kering tanaman bagian atas paling besar adalah pada tanpa pemberian Fe, nilai ini semakin menurun sampai pemberian Fe 512 ppm. Pertumbuhan tanaman yang optimal adalah pada tanpa pemberian Fe, karena tanaman memperoleh unsur hara untuk metabolisme tubuhnya hanya dari pupuk. Burbey *et al* (1990) menyatakan keracunan besi akan menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat, kerdil, dan pembentukan anakan terbatas.

#### B. Seri Tanpa Penggenangan (F2)

Kadar  $Fe^{2+}$  akar mulai meningkat dari kepekatan 32 ppm Fe dan telah menunjukan gejala keracunan Fe berupa bercak coklat kemerahan, dan pertumbuhan tanaman mulai tertekan pada taraf pemberian ini, dan gejala keracunan Fe yang sangat nyata terlihat pada taraf pemberian Fe 128 ppm, secara visual daun tanaman mulai menyempit, warna daun hijau kebiruan, daun bagian bawah mengering, pertumbuhan tanaman kerdil dan anakan tidak muncul seperti terlihat pada Gambar 3.

Keadaan yang ekstrim terdapat pada pemberian Fe 512 ppm, dimana gejala keracunan Fe sudah ada pada hari ke-2 sesudah tanam, dimana daun layu, ada bercak coklat kekuningan sepanjang helaian daun, pertumbuhan terhambat, ujung daun mengering. Kuncup baru dan pada pemberian Fe 512 ppm semua daun layu terdapat bercak coklat kemerahan dan,

selanjutnya gejala keracunan semakin parah pada pemberian Fe 512 ppm dimana semua daun sudah layu berwarna coklat kehitaman, kuncup dipenuhi bercak, namun pangkal daun masih segar, pertumbuhan tanaman kerdil. Pada hari ke-5 setelah tanam, pemberian Fe 256 ppm, semua daun layu kecoklatan kecuali pada kuncup baru langsung dipenuhi bercak.

Peningkatan pemberian Fe juga meningkatkan kadar Fe total bagian atas tanaman pada pemberian 32 - 512 ppm sehingga menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan taraf pemberian Fe 0 - 16 ppm. Penyerapan Fe total bagian atas paling tinggi terdapat pada perlakuan 512 ppm, karena Fe dengan kepekatan Fe paling besar terdapat pada perlakuan ini, sehingga bagian atas tanaman juga banyak menyerap Fe. Menurut Yardha dan Yusuf (1993) semakin tinggi kepekatan Fe, maka bobot kering akar akan semakin berkurang. Hal ini disebabkan oleh unsur Fe yang berlebihan dapat merusak dan mengganggu keseimbangan unsur hara yang ada di sekitar perakaran.

Tanaman padi mampu menghambat penyerapan Fe oleh bagian atas dan menahannya di bagian akar, sehingga kadar Fe pada bagian atas tanaman jauh lebih kecil dibandingkan dengan kadar  $Fe^{2+}$  akar tanaman. Menurut hasil penelitian Todano dan Yoshida (1978) yang menemukan bahwa tanaman padi mempunyai tingkat toleransi terhadap kelebihan  $Fe^{2+}$  dalam media sekitar perakaran, bila akarnya mempunyai kemampuan untuk mengikat Fe dalam jaringan akar, maka translokasi Fe yang berlebihan ke bagian atas tanaman berkurang.



Gambar 3. Penampilan tanaman padi dengan gejala keracunan Fe pada beberapa taraf pemberian Fe.

Dari semua perlakuan gejala keracunan dimulai pada perlakuan 128 ppm ppm Fe dimana tanaman sudah memperlihatkan gejala keracunan 1 minggu setelah tanam, hampir semua daun kuning kecoklatan, bercak coklat kemerahan pada ujung daun dan sepanjang helaian daun, pada keadaan ini pertumbuhan tanaman mulai berkurang (Gambar 3).

Pada semua taraf pemberian Fe ternyata terjadi oksidasi Fe pada tanah, namun masih sedikit, karena  $Fe^{2+}$  tidak dapat teroksidasi dalam waktu singkat, sehingga  $Fe^{3+}$  tidak dapat menyebabkan keracunan, karena dari hasil analisis tanaman yang menyebabkan keracunan adalah  $Fe^{2+}$ . Tanaman untuk metabolisme tubuhnya yang berperan aktif adalah  $Fe^{2+}$ , sehingga yang menyebabkan keracunan Fe adalah  $Fe^{2+}$  bukan  $Fe^{3+}$  (Suseno, 1974).

Penyerapan Fe yang tinggi oleh akar akan menurunkan kadar  $Fe^{2+}$  pada media pasir, sehingga  $Fe^{2+}$  yang teroksidasi menjadi berkurang. Kadar  $Fe^{2+}$  meningkat dengan penggenangan dan kadar  $Fe^{3+}$  menurun, sebaliknya kadar  $Fe^{3+}$  meningkat pada kondisi aerob (Ponnamperuma, 1977; Ismunadji dan Roechan, 1988 dalam Burbey et al, 1990). Dengan tidak digenangnya media maka terjadi perubahan  $Fe^{2+}$  yang teroksidasi menjadi  $Fe^{3+}$  karena media berada pada keadaan aerob.

Penurunan yang paling menonjol dari bobot akar tanaman yaitu pada pemberian Fe 16 ppm karena mulai dari perlakuan ini perkembangan akar mulai tertekan disebabkan penyerapan Fe yang tinggi dari tanaman padi, dan perbedaan yang signifikan juga terdapat pada taraf pemberian Fe 128 ppm, bobot kering akar, kadar  $Fe^{3+}$  meningkat pada kondisi aerob (Ponnamperuma, 1977; Ismunadji dan Roechan, 1988 dalam Burbey et al, 1990). Dengan tidak digenangnya media maka terjadi perubahan  $Fe^{2+}$  yang teroksidasi menjadi  $Fe^{3+}$  karena media berada pada keadaan aerob.

Menurut Ottow, et al (1983 dalam Satari et al, 1990) akibat penyerapan ion  $Fe^{2+}$  adalah naiknya permeabilitas membran

akar padi, sehingga akar padi tidak selektif menyerap unsur hara yang dibutuhkan. Diketahui bahwa tanaman lebih banyak menyerap  $Fe^{2+}$  dibandingkan dengan  $Fe^{3+}$ , sehingga pada kondisi anaerob tanaman sering mengalami keracunan besi (Burbey et al, (1990).

Kelarutan dari Fe sebagian besar ditentukan oleh kelarutan dari Fe(III) hidroksida atau oksida (Linsay, 1972). Disamping itu Bacha dan Hossner (1977); Chen et al (1980 dalam Yardha dan Yusuf, 1993) menjelaskan bahwa tanaman padi termasuk salah satu tanaman yang berkemampuan tinggi untuk mendifusikan  $O_2$  ke bagian akar melalui jaringan *aerenchym*, selanjutnya gejala keracunan semakin parah pada pemberian Fe 512 ppm dimana semua dibagian akar, maka kemungkinan terjadinya oksidasi  $Fe^{2+}$  sangat tinggi. Hal serupa juga terjadi pada taraf pemberian Fe 512 ppm memperlihatkan perbedaan yang signifikan dengan kenaikan 96.5 % dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian Fe.

Seperti yang dilaporkan oleh Breeman dan Moormann (1978) bahwa  $Fe^{2+}$  yang tinggi pada zona perakaran mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman padi, pertumbuhan tanaman bisa diperlambat pada konsentrasi  $Fe^{2+}$  dalam zona perakaran yang lebih rendah dari faktor yang menyebabkan gejala



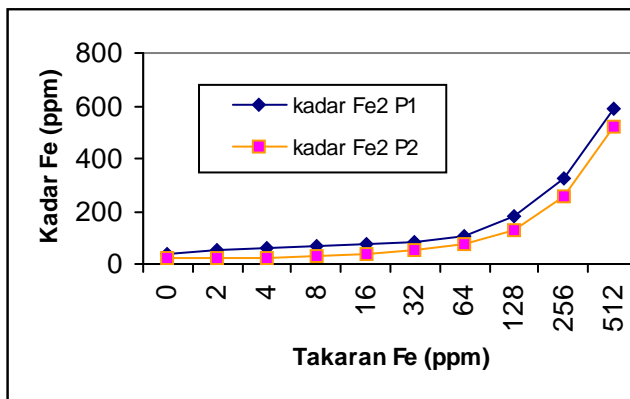
-----Taraf Pemberian Fe (ppm) -----

Gambar 4. Penampilan akar tanaman padi pada umur 1 bulan pada beberapa taraf pemberian Fe.

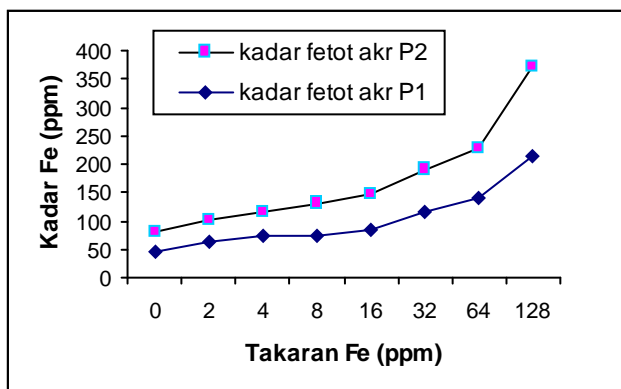
Penurunan yang paling menonjol dari bobot akar tanaman yaitu pada pemberian Fe 16 ppm karena mulai dari perlakuan ini perkembangan akar mulai tertekan

disebabkan penyerapan Fe yang tinggi dari tanaman padi, dan perbedaan yang signifikan juga terdapat pada taraf pemberian Fe 128 ppm, bobot kering akar telah menurun 60 % dibandingkan dengan tanpa pemberian Fe. Penyerapan  $Fe^{2+}$  akar

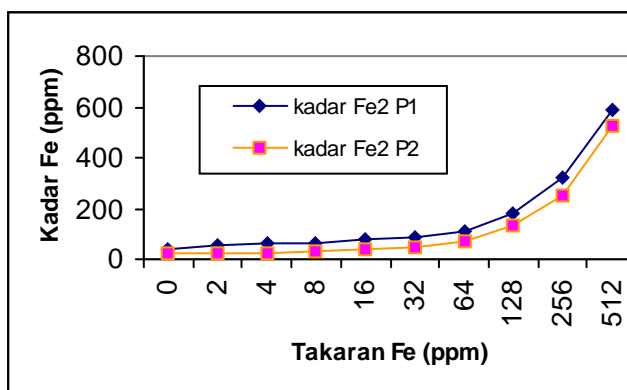
tanaman mulai tinggi pada perlakuan 16 ppm sampai perlakuan 32 ppm, sehingga perkembangan akar tanaman menjadi terhambat, seperti yang terlihat pada Gambar 4.



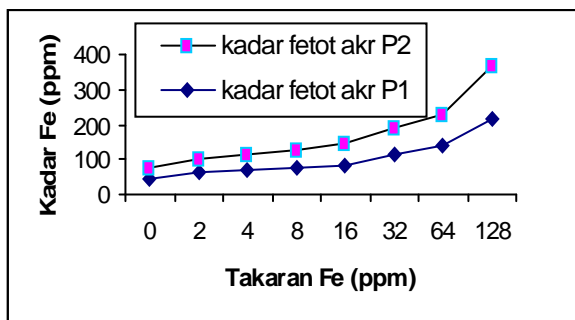
Gambar 5. Kadar  $Fe^{2+}$  akar tanaman padi dengan penggenangan (P1) dan tanpa penggenangan (P2) pada beberapa takaran Fe setelah 1 bulan



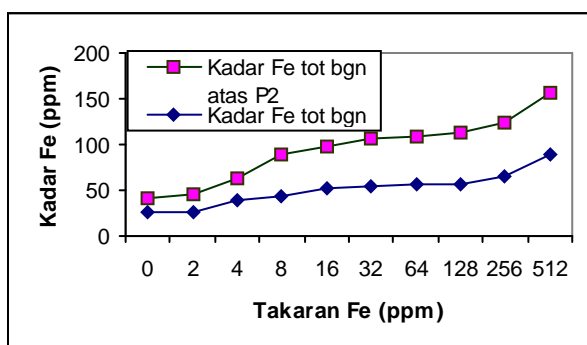
Gambar 6. Kadar Fe Total akar tanaman padi dengan penggenangan (P1) dan tanpa penggenangan (P2) pada beberapa takaran Fe setelah 1 bulan penanaman.



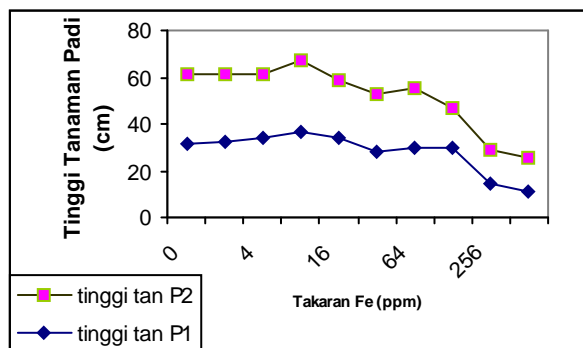
Gambar 5. Kadar  $Fe^{2+}$  akar tanaman padi dengan penggenangan (P1) dan tanpa penggenangan (P2) pada beberapa takaran Fe setelah 1 bulan



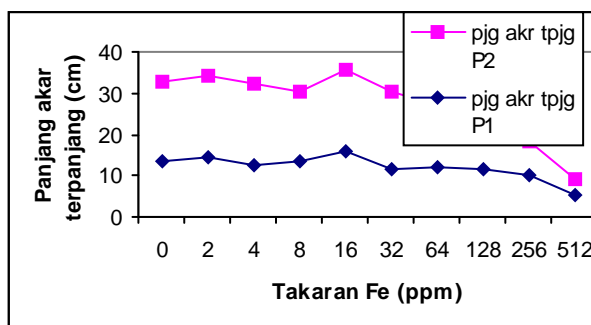
Gambar 6. Kadar Fe Total akar tanaman padi dengan penggenangan (P1) dan tanpa penggenangan (P2) pada beberapa takaran Fe setelah 1 bulan penanaman.



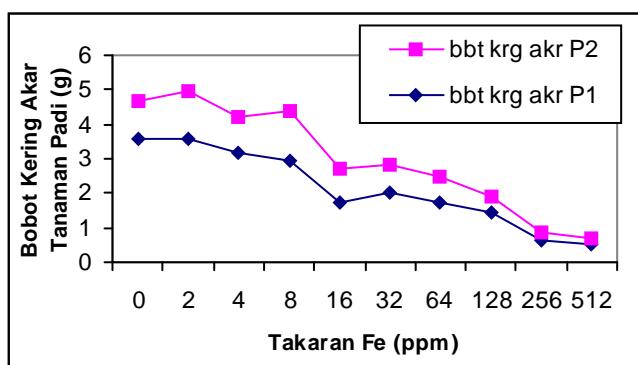
Gambar 7. Kadar Fe total bagian atas tanaman padi dengan penggenangan (P1) dan tanpa penggenangan (P2) pada beberapa takaran Fe setelah 1 bulan penanaman.



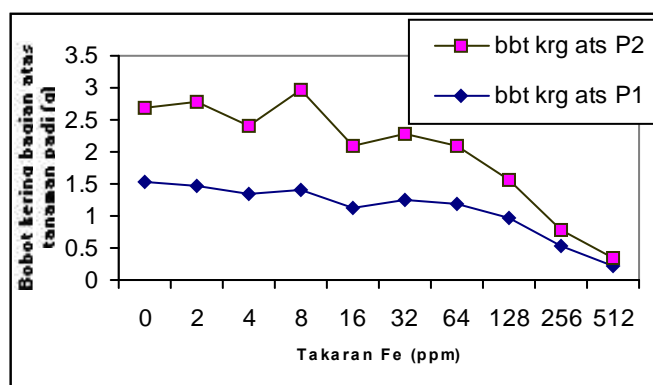
Gambar 8. Tinggi tanaman padi dengan penggenangan (P1) dan tanpa penggenangan (P2) pada beberapa takaran Fe setelah 1 bulan penanaman.



Gambar 9. Panjang akar terpanjang tanaman padi dengan penggenangan (P1) dan tanpa penggenangan (P2) pada beberapa takaran Fe setelah 1 bulan penanaman



Gambar 10. Bobot kering akar tanaman padi dengan penggenangan (P1) dan tanpa penggenangan (P2) pada beberapa takaran Fe setelah 1 bulan penanaman.



Gambar 11. Bobot kering bagian atas tanaman padi dengan penggenangan (P1) dan tanpa penggenangan (P2) pada beberapa takaran Fe setelah 1 bulan penanaman.

Pada hari ke-5 setelah tanam, pemberian Fe 256 ppm, semua daun layu kecoklatan kecuali pada kuncup baru langsung dipenuhi bercak. Kuncup baru pada pemberian Fe 512 ppm dan semua daun layu terdapat bercak coklat kemerahan dan, selanjutnya gejala keracunan semakin parah pada pemberian Fe 512 ppm dimana semua dibagian akar, maka kemungkinan terjadinya oksidasi Fe<sup>2+</sup> sangat tinggi. Hal serupa juga terjadi pada taraf pemberian Fe 512 ppm memperlihatkan perbedaan yang signifikan dengan kenaikan 96.5 % dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian Fe.

Seperti yang dilaporkan oleh Breeman dan Moormann (1978) bahwa Fe<sup>2+</sup> yang tinggi pada zona perakaran mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman padi, pertumbuhan tanaman bisa diperlambat pada

konsentrasi Fe<sup>2+</sup> dalam zona perakaran yang lebih rendah dari faktor yang menyebabkan gejala *bronzing* pada daun yang bervariasi dari

Dengan teroksidasinya Fe<sup>2+</sup> menjadi Fe<sup>3+</sup> maka tanaman tidak dapat menyerap Fe dalam bentuk Fe<sup>3+</sup> karena Fe<sup>3+</sup> cenderung mengendap dalam bentuk senyawa *lepidocrocite geothide* (Bacha dan Hossnar (1977; Chen *et al*, 1980 dalam Yardha dan Yusuf, 1993). Dari pemberian Fe 256 sampai 512 ppm pertumbuhan tinggi tanaman menurun dengan peningkatan pemberian Fe walaupun tingkat oksidasi juga meningkat, dimana pada taraf ini pertumbuhan tanaman mulai berhenti pada 5 hari setelah tanam.

Tanaman yang mempunyai panjang akar terpanjang ditemukan pada perlakuan



16 ppm Fe yaitu 19,93 cm karena untuk pertumbuhannya tanaman memperoleh unsur hara dari pupuk. Pada pemberian Fe 512 ppm akar tanaman padi tidak lagi mengalami perkembangan karena sudah teracuni oleh Fe akibat penyerapan Fe yang tinggi oleh tanaman sehingga berbeda nyata dengan pemberian Fe lainnya. Perkembangan akar yang terbatas oleh konsentrasi Fe yang tinggi menurut Burbey *et al* (1990) menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat, kerdil, pembentukan anakan terbatas.

Terjadi peningkatan yang tajam dari kadar  $Fe^{3+}$  sebesar 94,5 % pada taraf pemberian Fe 128 dan 256 ppm, hal ini diduga disebabkan oleh kepekatan Fe yang tinggi pada media pasir, sedangkan tanaman telah menyerap Fe yang tinggi bagian akar, ke permukaan akar akan teroksidasi menjadi  $Fe^{3+}$  atau berupa endapan senyawa *lepidocrocite* goethide ( $\alpha$  Fe-OOH) dan atau *lepidocrocite* ( $\gamma$ -Fe OOH).

Pada pemberian 8 ppm Fe tinggi tanaman menurun sampai perlakuan Fe 32 ppm, karena tingkat oksidasi atau perubahan  $Fe^{2+}$  menjadi  $Fe^{3+}$  meningkat pada taraf, sehingga tanaman tidak dapat menyerap  $Fe^{2+}$  sebagai nutrisi untuk meningkatkan pertumbuhannya. Lalu tinggi tanaman meningkat lagi sampai taraf pemberian 128 ppm Fe, ini disebabkan karena tingkat oksidasi menurun sampai pemberian Fe 128 ppm.

Akar tanaman padi mempunyai kemampuan merubah bentuk  $Fe^{2+}$  ke bentuk  $Fe^{3+}$  melalui oksidasi enzimatis dan  $Fe^{3+}$  diendapkan pada permukaan akar, sehingga menyelubungi permukaan air, terjadinya proses ini juga akan menghambat serapan hara lainnya (Parasettikel, 1987 dalam Yardha dan Yusuf, 1993).

## KESIMPULAN

1. Pada seri penggenangan gejala keracunan Fe mulai ditemukan pada pemberian Fe 128 ppm secara visual tanaman telah mulai memperlihatkan gejala bercak coklat kemerahan sepanjang helaian daun, menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman

baik bagian atas dan akar tanaman padi.

2. Pada seri tanpa penggenangan gejala keracunan mulai terlihat pada taraf pemberian 128 ppm, dimana tanaman sudah dipenuhi bercak coklat kemerahan 1 minggu setelah tanam.
3. Keracunan Fe pada seri tanpa penggenangan tidak disebabkan oleh  $Fe^{3+}$  melainkan oleh  $Fe^{2+}$  karena  $Fe^{2+}$  tidak bisa teroksidasi dalam waktu singkat dan tanaman untuk metabolisme tubuhnya yang berperan aktif adalah  $Fe^{2+}$ , sehingga yang menyebabkan keracunan Fe adalah  $Fe^{2+}$  bukan  $Fe^{3+}$ .

## Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak dan Ibu pembimbing yang telah membantu dalam terlaksananya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Breemen, V, Moormann, FR. 1978. Iron-toxic soils *In* Soil and Rice. The International Rice Research Institute Los Banos, Laguna Philippines: pp. 782-785
- Burbey, Zadry, H, Z. Zaini. 1990. Pengendalian keracunan besi di lahan mineral masam. *Dalam* Prosiding Pengelolaan Sawah Bukaan Baru Menunjang Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi di Padang. Fakultas Pertanian Universitas Eka Sakti dan Balitan Sukarami Solok: hal. 370-373
- Hidayat, A. 1978. Methods of soil chemical analysis. Central Research Institute for agriculture. Bogor. Indonesia. pp 77 – 83.
- Lindsay, W.L. 1972. Inorganic phase equilibria of micronutrients in soil *In* Micronutrients in agriculture. Soil

- Science society of America, inc. Madison, Wisconsin USA. pp 41-45.
- Nippon koei & Associate.2001. Laporan evaluasi lapisan tanah atas dan tata guna lahan daerah irigasi Batang Hari paket LCB-3 (Lot-1). Nippon Koei & Associate. Padang. hal III-17
- Noor, M. 1996. Padi lahan marjinal. Penebar Swadaya. Jakarta: hal.3– 7
- Nyakpa, M.Y.,A.M. Lubis, M.A. Pulung, A.G. Amrah, A. Munawar, G.B. Hong, N. Hakim. 1988. Kesuburan tanah. Universitas Lampung. Palembang: hal. 218-220
- Ryan, J ,G.Estefan and A.Rashid. 1999. Soil and plant analysis laboratory manual. 2<sup>nd</sup> Edition. International Center for Agricultural Research In Dry Area (ICARDA) and National Agricultural Research Center, Islamabad, Pakistan. (NARS). pp 139 – 142.
- Suseno,H. 1974. Fisiologi tumbuhan. Departemen Agronomi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. hal 22
- Taher, A. 1990. Perpadian dunia, transmigrasi, pengelolaan sawah bukaan baru di Indonesia. *Dalam* Prosiding Pengelolaan Sawah Bukaan Baru Menunjang Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi di Padang. Fakultas Pertanian Universitas Eka Sakti dan Balitan Sukarami Solok: hal. 140-141
- Todano, T dan Yoshida, S. 1978. Chemical change in submerged soils and their effect on rice growth. *In* Soil and Rice. The International Rice Research Institute, Los Banos Laguna Philippines: pp. 399-419
- Yardha dan A.Yusuf. 1993. Toleransi tiga varietas padi sawah terhadap keracunan besi. Buletin Pertanian, volume 12. No.3: hal 23-25