***SIDO-CHAR* SEBAGAI PEMBENAH KERACUNAN Fe PADA TANAH SAWAH**

Sido-char as an Ameliorant of Fe Toxicity in Paddy Fields

Catherin Anggi Tiara*, Fitria Dita Rahmatina, Rahmatul Fajrianeldi, Lusi Maira

Universitas Andalas, Padang

^{*)}Penulis korespondensi: siburiancatherin21@gmail.com

Abstract

Solok Regency is known as a food production centre of the community of West Sumatra and has extensive volcanic paddy fields. Paddy fields have problems of one that is the toxicity of Fe at the time of the decrease in pH, thereby resulting in low available P (Phosphate) and can decrease the production of rice. This research aimed to get the right combination of siderophore-producing bacteria by growing rice husk bio-char media in overcoming toxicity of iron (Fe) in the land of paddy fields in Solok Regency, and to get a pure siderophore bacterial isolate without the use of the media biochar in overcoming toxicity of Fe on paddy fields. The results of this research showed that the addition of the siderophore bacteria by using rice husk biochar could reduce the toxicity of Fe as well as improving soil available P content of paddy field. The best combination was obtained for 10 ml of siderophore bacterial isolate and 25 g of rice husk biochar.

Keywords: *biochar, siderophore, toxicity of Fe, volcanic paddy fields*

Pendahuluan

Kabupaten Solok dikenal sebagai sentra produksi padi masyarakat di Sumatera Barat. Total luas lahan sawah di Kabupaten Solok sebesar 23.426 Ha (32.36 %) dari 72.370 ha total luas lahan pertanian di Kabupaten Solok (BPS, 2017). Periode tahun 2016 – 2017, komoditas padi mengalami kenaikan produktifitas dari 6,60 ton/ha menjadi 6,67 ton/ha (BPS, 2018). Menurut Sudarsono *et al.*, (2010), tingkat produktifitas padi di Kabupaten Solok tersebut masih tergolong rendah dibandingkan dengan potensi hasilnya yang dapat mencapai 7 t ha⁻¹. Jumlah penduduk Kota Solok dari tahun 2014 – 2017 terus mengalami peningkatan. Pada tahun 2014 jumlah penduduk Kota Solok adalah 64.819 jiwa, tahun 2015 66.106 jiwa, tahun 2016 67.307 jiwa dan pada tahun 2017 jumlah penduduk kota Solok adalah 68.602 jiwa dan

kepadatan penduduknya mencapai 1.190 jiwa km⁻² (BPS, 2018).

Tanah sawah merupakan salah satu sumber daya lahan utama dalam memproduksi beras sebagai kebutuhan pokok Nasional. Tanah sawah di kabupaten Solok didominasi dari bahan induk vulkanis, Karena daerah tersebut berada di kaki gunung merapi yaitu gunung Talang. Permasalahan utama pada tanah sawah vulkanis adalah tingginya kandungan besi (Fe⁺³). Fiantis (2010) menjelaskan bahwa kandungan abu vulkanis Gunung Talang memiliki kadar Fe₂O₃ sebesar 5,39%, urutan 3 terbesar setelah SiO₂ dan Al₂O₃. Selanjutnya Nanda (2018) dengan pemanfaatan citra landsat 8 untuk identifikasi besi (Fe) pada sawah vulkanis gunung Talang terdapat beberapa sampel yang secara visual menunjukkan warna kekuningan (*dark yellowish brown* 10 YR 3/4, 4/4 dan 4/6), hal ini disebabkan oleh kadar besi lebih dominan

mempengaruhi warna dibandingkan faktor lainnya.

Besi (Fe) merupakan salah satu unsur hara mikro yang dibutuhkan tanaman, dan unsur keempat yang paling banyak di bagian litosfer (Datnoff *et al.*, 2007). Pada kondisi tereduksi, besi dapat menyebabkan keracunan pada tanaman padi, serta terjadi retensi hara pada tanah sawah. Mekanisme keracunan besi (Fe) pada sawah yaitu dengan terhambatnya serapan hara yang disebabkan tidak berkembangnya perakaran, karena perakaran tersebut diselimuti oleh besi oksida. Hal ini mengakibatkan terganggunya fungsi akar dalam menyerap unsur hara dari dalam tanah sehingga pertumbuhannya terhambat dan dapat mengakibatkan produksinya rendah atau bahkan tanaman tidak berproduksi. Keracunan besi (Fe) pada lahan sawah dapat menurunkan hasil padi 52-75 % (Pusat Penelitian Tanah, 2004). Toksisitas besi (Fe) pada padi yang disebabkan oleh tingginya kadar besi (Fe) larut merupakan kendala utama dalam produksi padi. Keracunan besi merupakan momok yang sangat menakutkan petani sawah karena dapat menyebabkan gagal panen.

Melihat kasus yang terjadi, penulis mencoba membuat suatu inovasi untuk mengurangi efek negatif dari kelarutan besi yang tinggi pada tanah sawah yang beresiko mengalami keracunan besi terutama pada lahan yang digenangi secara terus menerus dengan mengaplikasikan bakteri penghasil siderofor dan biochar sekam padi sebagai media tumbuhnya (Sido-Char).

Bakteri penghasil siderofor selain perannya sebagai agen pengangkut besi (III), juga berkemampuan sebagai pengendali mikroba patogen (biocontrol). Berkurangnya kadar Fe pada tanah berakibat menurunnya aktifitas beberapa bakteri patogen, sehingga keberadaan patogen dapat dikendalikan. Selain itu besi merupakan elemen penting dalam perkembangan penyakit, sehingga dengan terikatnya besi oleh siderofor maka patogen kurang mampu menginfeksi, sehingga menghambat perkembangan penyakit Fe sangat dibutuhkan oleh bakteri patogen untuk metabolisme.

Siderofor juga aktif sebagai faktor pertumbuhan dan beberapa diantaranya berpotensi sebagai antibiotik (Neilsen, 1981).

Bakteri Siderofor juga dapat berperan sebagai bakteri pelarut posfat sehingga unsur hara Posfat lebih tersedia. Bakteri siderofor dapat menjadi bakteri pelarut posfat karena ketika Fe diikat oleh siderofor maka unsur hara P akan lebih tersedia. Unsur Fe yang tinggi dapat mengikat basa-basa dalam tanah salah satunya unsur P, sehingga tidak dapat diserap oleh tanaman. Dalam penggunaan bakteri siderofor membutuhkan media yang tepat. Media tumbuh yang diharapkan adalah media yang memiliki kadar C yang tinggi sebagai sumber karbonnya serta dapat bertahan lama. Media yang dianggap tepat dalam hal ini adalah *biochar* sekam padi.

Biochar merupakan arang hayati dari sebuah pembakaran tidak sempurna sehingga menyisakan unsur hara yang dapat menyuburkan lahan Gani (2009). Nurida *et al.* (2010) menambahkan *biochar* sekam padi memiliki kandungan C-organik >35% dan kandungan unsur makro seperti N, P dan K yang cukup tinggi. Oleh karena itu, limbah sekam padi dapat diproses menjadi *biochar* yang dapat dikembalikan ke tanah sebagai bahan pembenah tanah selain itu *biochar* dapat menjadi media pertumbuhan dari bakteri siderofor. Karena bakteri siderofor dapat mempergunakan karbon yang berasal dari *biochar* menjadi makanannya.

Masalah kelebihan Fe telah banyak diatasi secara kimia dan fisika misalnya seperti penambahan bahan organik, penambahan pupuk, pengaturan air. Namun sejauh ini belum banyak penelitian tentang penanganan keracunan Fe ditinjau dari segi biologisnya dengan mengungkap peranan mikroba penghasil siderofor dalam mengkhelat besi sehingga penelitian ini sangat penting untuk dilakukan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kombinasi yang tepat dari bakteri penghasil siderofor dengan media tumbuhnya *biochar* sekam padi dalam mengatasi keracunan besi (Fe) pada tanah sawah di Kabupaten Solok, mendapatkan kemampuan isolat murni bakteri siderofor tanpa menggunakan media tumbuh *biochar* dalam mengatasi keracunan Fe pada tanah sawah serta mengetahui kemampuan dari *biochar* sekam padi dalam mengurangi keracunan Fe pada tanah sawah

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Sampel tanah diambil dari tanah sawah vulkanis di Nagari Salayo Tanang Bukik Sileh Kecamatan Lembang Jaya Kab. Solok. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah sawah, media NA (*Nutrient Agar*), TSA (*Tryptic Soy Agar*), media kultur LB (*Luria-Bertain*), air kelapa, biochar sekam padi, Alkohol 70%, aquadest, KOH, $K_2Cr_2O_7$, HCl, KCl plastik wrap, aluminium foil. Isolat yang

digunakan adalah isolat *Bacillus* sp. koleksi Rahmah (2015)

Rancangan penelitian

Penelitian dilaksanakan menggunakan Rancangan Faktorial yang disusun secara Acak Lengkap yang terdiri atas 2 faktor, yaitu faktor S dan B dan diulang sebanyak 3 kali (Tabel 1). Faktor S (Bakteri Siderofor) terdiri atas S0 = Tanpa isolat bakteri, S1 = Isolat bakteri 10 ml, dan S2 = Isolat bakteri 20 ml. Faktor B (Biochar sekam padi) terdiri atas B0 = Tanpa biochar, dan B1 = Dengan biochar 25 g.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan

Faktor S	Faktor B	
	B0	B1
S0	S0B0 (1) S0B0 (2) S0B0 (3)	S0B1 (1) S0B1 (2) S0B1 (3)
S1	S1B0 (1) S1B0 (2) S1B0 (3)	S1B1 (1) S1B1 (2) S1B1 (3)
S2	S2B0 (1) S2B0 (2) S2B0 (3)	S2B1 (1) S2B1 (2) S2B1 (3)

Data hasil pengamatan Fe tanah setelah diinkubasikan dianalisis secara statistik dengan menggunakan uji F untuk sidik ragamnya dengan taraf nyata 5%. Jika berbeda nyata (F hitung lebih besar dari F tabel 5%), maka dilanjutkan dengan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%.

Pelaksanaan penelitian

Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah sawah dilakukan pada lahan sawah di Kabupaten Solok secara Random Sampling. Tanah di ambil pada kedalaman 0-20 cm secara komposit, dan dimasukkan ke dalam kantong plastik.

Persiapan tanah

Sampel tanah yang diambil selanjutnya diaduk merata (homogen). Lalu ditempatkan dalam ember plastik masing-masing 5 kg sebanyak 18 satuan. Sampel tanah untuk analisis kimia

tanah awal yang meliputi analisis pH, Fe, N,P,K, C-organik, dikering anginkan, lalu diayak untuk analisis kimia tanah awal.

Pembuatan biochar sekam padi

Proses pembuatan biochar sekam padi tidak jadi menggunakan Drum yang diberi cerobong dikarenakan sulitnya dalam proses pembalikan sekam padi. Apabila sekam padi tidak dilakukan pembalikan maka sekam padi akan hangus. Oleh karena itu, peneliti memodifikasi alat sederhana yaitu dengan membuat tabung silinder dari seng plat kemudian diberi lubang disekeliling alat. Alat yang sudah dibuat kemudian diletakkan diatas alas yang sudah disediakan. Kemudian tabung silinder diisi dengan arang dari batok kelapa dan kayu. Setelah itu, sekam padi ditumpuk disekeliling alat. Kemudian sekam padi dibolak balik sampai seluruh sekam padi berubah warna menjadi hitam. Kemudian arang sekam padi

yang masih panas disiram air agar tidak berubah menjadi abu.

Isolasi bakteri penghasil siderofor

Isolasi bakteri penghasil siderofor tidak jadi dilakukan. Kendalanya adalah Chrome Azzurol untuk bahan pembuatan media membutuhkan waktu 3 bulan untuk pemesanannya. Oleh karena itu, peneliti menggunakan koleksi isolat bakteri dari Dr. Haliatur Rahma, SSi. MP. yang diperoleh dari rhizosfer akar tanaman jagung di Sukabumi. Jenis isolat bakteri yang diperoleh adalah *Bacillus Sp.*

Pemurnian dan peremajaan isolat bakteri siderofor

Pemurnian (*purification*) bertujuan agar diperoleh biakan murni yang diinginkan tanpa ada kontaminan dari mikroba lain. Pemurnian isolat bakteri dilakukan dengan cara memindahkan bakteri menggunakan metode garis yang kemudian ditumbuhkan pada media agar TSA.

Perbanyakan isolat bakteri penghasil siderofor

Isolat bakteri siderofor yang sudah dilakukan pemurnian kemudian diperbanyak dalam media Luria-Bertani (LB) kemudian di-shake selama 2x 24 jam.

Pemberian perlakuan

Sampel tanah dalam ember selanjutnya diberi perlakuan. Pemberian formulasi bakteri penghasil siderofor dan biochar sekam padi dengan dosis yang tertera dalam rancangan percobaan. Aplikasi formulasi bakteri dan biochar sekam padi dalam jumlah dan cara yang sama diulang sebanyak 3 kali dengan selang waktu 2 minggu.

Tabakan analisis sampel tanah di laboratorium

Analisis tanah yang dilakukan adalah: (1) analisis pH tanah dengan metode pH meter, (2) Uji kandungan Fe awal dengan metode Spektrofotometri, (3) analisis C-Organik Tanah, (4) analisis kadar N, P, K tanah

Hasil dan Pembahasan

Kadar Fe tanah sebelum inkubasi

Berdasarkan hasil analisis tanah awal, Fe tanah sawah memiliki nilai yang berbeda beda dan

termasuk dalam kategori yang tinggi. Lokasi pengambilan titik sampel adalah tanah sawah yang berbahan induk vulkanis.

Tabel 2. Kadar Fe tanah sebelum inkubasi.

No	Sampel	Fe ³⁺ (ppm)	Fe-total (ppm)
1	S0B0	220	285
2	S0B1	193	268
3	S1B0	206	287
4	S1B1	214	277
5	S2B0	209	290
6	S2B1	216	289

Tanah vulkanis merupakan tanah yang berasal dari letusan gunung api, pada saat gunung api meletus mengeluarkan tiga jenis bahan yaitu berupa padatan, cair, dan gas. Bahan-bahan tersebut nantinya akan menjadi bahan induk penyusun tanah. Besi hadir sebagai elemen keempat terbesar di bumi setelah Oksigen, Silikon dan Aluminium. Lithosfer (kulit bumi) mengandung 5.1% Fe namun sangat sedikit dibutuhkan tanaman. konsentrasi besi dalam jaringan tanaman dinyatakan normal pada kisaran 100-200 ppm. Jumlah besi dalam tanah yang dapat tereduksi sangat banyak, yaitu 10 kali lebih banyak dari total unsur-unsur lain yang dapat direduksi. Akibatnya kelarutan Fe tinggi dan berpotensi menyebabkan keracunan pada padi sawah. Apabila kadar besi dalam tanah berada pada konsentrasi lebih dari 300 ppm, kondisi ini dapat menyebabkan keracunan pada tanaman padi. Ciri fisik tanah sawah yang memiliki kadar Fe yang tinggi dapat ditandai dengan air sawah yang berminyak dan berwarna kekuningan

Gambar 1. Kondisi air tanah sawah dengan kandungan Fe tinggi.

Kandungan N, P, K Tanah sawah sebelum inkubasi

Pengamatan kadar N,P dan K tanah sawah sebelum inkubasi disajikan pada Tabel 3. Pada Tabel 3 terlihat bahwa analisis N,P,K sampel tanah didapatkan hasil bahwa kadar Nitrogen dari 6 titik pengambilan sampel tinggi dan untuk Posfor dan Kalium fluktuatif. Hasil

analisis menunjukkan N yang tinggi dan hal ini sejalan dengan apa yang dilakukan petani di lapangan. Petani padi sawah saat ini tidak lagi memberikan pupuk yang mengandung N di lapangan karena pemberin urea hanya akan berakibat pertumbuhan vegetatif sangat bagus tetapi pertumbuhan vegetatifnya tidak baik yang ditandai dengan turunya hasil gabah.

Tabel 3. Analisis N, P dan K tanah sawah sebelum inkubasi.

Sampel	N-total (%)	Kriteria	P-total (ppm)	Kriteria	K-total (%)	Kriteria
S0B0	0,74	T	35	S	1	T
S0B1	0,7	T	19	R	1	T
S1B0	0,69	T	45	T	0,9	T
S1B1	0,72	T	34	S	1	T
S2B0	0,71	T	13	R	0,89	T
S2B1	0,73	T	34	S	0,93	T

Hasil analisis kandungan posfor yang memiliki kadar yang secara keseluruhan sedang. Data ini sangat mendukung adanya indikasi Fe yang tinggi pada tanah sawah tersebut sehingga P yang ada didalam tanah diikat oleh Fe menjadi Fe-P dan juga diikat oleh mineral alofan oleh tanah sawah vulkanis ini sehingga kurang tersedia bagi tanaman. Oleh sebab itu, ketika melakukan wawancara dengan petani di lokasi tersebut mereka menyatakan bahwa pemberian pupuk hanya 2 macam yaitu pupuk SP-36 dan pupuk SS. Kedua jenis pupuk ini adalah pupuk untuk unsur hara P. Untuk pupuk urea, mereka sangat jarang memberikannya karena kandungan N dalam tanah tinggi.

Pembuatan biochar sekam padi dan analisis kandungan biochar

Biochar sekam padi dibuat dengan alat sederhana yaitu dari plat seng yang dibentuk menjadi tabung silinder dan diberi lubang lubang kecil. Hasil analisis kandungan biochar sekam padi disajikan pada Tabel 4. Komposisi kimia yang terkandung didalam biochar yang telah dibuat adalah C-organik 45,06 %, N-total 0,31 %, P total 0,07 % dan k 0,28 %. Biochar dapat ditambahkan ke dalam tanah dengan tujuan untuk meningkatkan fungsi tanah dan mengurangi emisi dari biomassa yang secara alami terurai menjadi gas rumah kaca. Biochar

juga mempunyai fungsi sebagai pengikat karbon yang cukup besar. Penelitian yang dilakukan Gani, (2009) menunjukkan bahwa dalam tanah, *biochar* menyediakan habitat bagi mikroba tanah dan umumnya *biochar* yang diaplikasikan dapat tinggal dalam tanah selama ratusan atau bahkan ribuan tahun.

Tabel 4. Kandungan biochar sekam padi

Kandungan	Nilai (%)
C-Organik	45,06
Total N	0,31
Total P	0,07
K	0,28

Pengukuran pH tanah

Pengamatan pH tanah sebelum diinkubasikan dan sesudah diinkubasikan disajikan Tabel 5. Dari Tabel 5 terlihat hasil analisis pH tanah sebelum diinkubasikan didapatkan hasil pH tanah dalam kategori Masam. Ini dapat disebabkan karena bahan induk tanah berasal dari tuff vulkan masam sehingga pH tanah pada sampel tanah sawah vulkanis rendah. Dan telah terjadi peningkatan setelah diinkubasikan selama 2 minggu, akan tetapi peningkatan ini belum mengubah kategori tingkat kemasaman tanah. Hal ini dapat disebabkan karena

terjadinya pengikatan logam yang terdapat pada tanah baik oleh bantuan biochar maupun oleh pengkkelatan yang dilakukan oleh bakteri penghasil siderofoor.

Tabel 5. Perbandingan pH tanah sebelum dan sesudah inkubasi

Sampel	pH Sebelum Inkubasi	pH Tanah setelah diinkubasi
S0B0	4.96	5.31
S0B1	4.99	5.53
S1B0	4.98	5.31
S1B1	4.95	5.47
S2B0	4.98	5.18
S2B1	5.20	5.19

Pengamatan Fe tanah

Pengamatan Fe tanah dilakukan sebelum dan sesudah inkubasi dan disajikan pada Tabel 6 serta Gambar 3a dan 3b. Dari Tabel 6 terlihat pemberian isolat bakteri penghasil siderofoor dan di tambahkan biochar sekam pagi mampu menurunkan secara nyata kandungan Fe total dan Fe^{3+} pada tanah sawah vulkanis dibandingkan dengan perlakuan tanpa isolat dan tanpa biochar. Kombinasi terbaik terlihat pada penambahan 10 ml isolat yang dicampurkan dengan biochar sekam padi. Pengkkelatan fe dalam keadaan teroksidasi. Siderofoor memiliki afinitas yang tinggi terhadap unsur Fe ($K_f > 1030$). Bakteri penghasil siderofoor mengikat unsur Fe di luar dinding sel dan selanjutnya Fe diangkut ke dalam membran sel melalui reseptor spesifik.

Gambar 2. Grafik perubahan pH tanah sebelum dan sesudah inkubasi.

Tabel 6. Kadar Fe tanah sebelum dan setelah inkubasi.

No	Perlakuan	Fe^{3+} Sebelum Inkubasi	Fe^{3+} Sesudah Inkubasi	Fe-total Sebelum Inkubasi	Fe total Sesudah Inkubasi
1	S0B0	220	113 c	285	195 a
2	S0B1	193	144 b	268	168 b
3	S1B0	206	178 a	287	201 a
4	S1B1	214	78.3 d	277	97 c
5	S2B0	209	76 d	290	99 c
6	S2B1	216	85 d	289	95 c

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda adalah berbeda nyata menurut DMRT pada taraf nyata 5%.

Kelompok utama dari siderofor adalah asam hidroksamat, senyawa yang mampu mengikat ion logam besi. Siderofor adalah senyawa berbobot molekul rendah yang mampu mengkelat besi (Fe^{3+}), dan responsif untuk pelarutan serta pengangkutan elemen ini ke

dalam sel bakteri (Sharma dan Johri, 2003). Pengikatan Fe secara tidak langsung dapat mengurangi serangan patogen serta secara tidak langsung dapat melepaskan posfat yang terfiksasi oleh Fe. Pengkelatan Fe berdampak pada peningkatan pH tanah.

Gambar 3. Kandungan Fe di dalam tanah sawah vulkanis (a) Fe total dan (b) Fe^{3+}

Kesimpulan

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa pemberian isolat *Bacillus Sp.* sebagai bakteri penghasil siderofordan menggunakan media tumbuh biochar sekam padi telah mampu mengkhelat Fe pada tanah sawah dalam keadaan teroksidasi dan kombinasi terbaik terlihat pada penambahan 25 ml isolat yang ditumbuhkan pada 25 gram biochar sekam padi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kemenristek Dikti dan Universitas Andalas atas dukungan dana penelitian melalui Program PKM.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik. 2018. Sensus Penduduk 2018. Jakarta: Badan Pusat Statistik. 126 Hal
- Datnoff, L.E., Rodrigues, F.A. and Seebold, K.W. 2007. Silicon and plant disease. In: Datnoff L.E.; Elmer, W.H.; Huber, D.M. (Ed.). 2007. Mineral Nutrition and Plant Disease. St. Paul: The American Phytopathological Society Press, p.233-246.
- Fiantis, D., Nelson, M., Shamsuddin, J., Goh, T.B. and Van Ranst, E. 2010. Leaching experiments in recent tephra deposits from talang vulkano (West Sumatra), Indonesia. *Geoderma* 158: 161-172.
- Gani, A. 2009. Biochar Penyelamat Lingkungan. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 31: 15-16.
- Neilands J. B. 1981. Iron absorption and transport in microorganisms. *Annual Review Nutrition* 1:27-46.
- Nurida, N.L., Dariah, A. dan Rachman, A. 2010. Efikasi Formula Pembenah Tanah Biochar dalam Berbagai Bentuk (Serbuk, Granul, dan Pelet) dalam Meningkatkan Kualitas Lahan Kering Masam Terdegradasi. Prosiding seminar nasional sumberdaya lahan pertanian. Bogor 30 Nov - 1 Des 2010. Buku II. Konservasi lahan, pemupukan dan biologi tanah.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. 2004. Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian: Bogor. 328 Hal
- Sharma, A. and Johri, B.N. 2003. Growth promoting influence of siderophore-producing *Pseudomonas* strains GRP3A and PRS9 in maize (*Zea mays* L.) under iron limiting conditions. *Microbiology Research* 158(3): 243-248.
- Tanaka, A. and Tadano, T. 1972. Potassium in relation to non toxicity of the rice plant. *Potash Review* 21:1-12.