

# KERAGAMAN SIFAT TANAH PADA LAHAN CEKUNGAN SAWAH MINERAL MASAM TERHADAP PRODUKSI PADI, DI KECAMATAN PROBOLINGGO, KABUPATEN LAMPUNG TIMUR

Ishak Juarsah dan Deddy Erfandi

Balai Penelitian Tanah, Jl. Tentera Pelajar No. 12, Cimanggu, Bogor

## ABSTRAK

*Peningkatan produktivitas tanah sawah mineral masam dapat diperbaiki dengan teknologi pengelolaan bahan organik dan pupuk berdasarkan konsep uji tanah untuk menanggulangi kendala sifat-sifat kimia tanah. Permasalahan lahan tersebut adalah kandungan bahan organik rendah, kahat hara makro primer dan sekunder, dan keracunan Fe. Perluasan areal lahan untuk pengembangan persawahan di Indonesia pada umumnya didominasi tanah masam berordo Ultisol dan Oxisol telah diprioritaskan di luar Jawa sejak lebih dari tiga dekade. Tujuan penelitian ini adalah: mendeteksi sifat-sifat kimia tanah sawah mineral yang berpengaruh terhadap air perkolasi dalam hubungan terhadap kebutuhan air pada tanah sawah mineral. Hasil penelitian menunjukkan 1) tanah sawah di Kp Taman Bogo, Propinsi Lampung sangat kahat kation-kation dapat ditukar terutama K, keracunan Fe dan ketersediaan hara P yang rendah 2). kandungan C dan N organik sangat rendah, sangat kahat kation Ca, Mg, dan K, serta mengandung Fe yang tinggi sehingga dapat meracuni tanaman.*

**Kata kunci:** Produktivitas tanah sawah mineral masam, sifat-sifat kimia tanah

## ABSTRACT

(Soil Reseach Institute, Jl. Tentera Pelajar No. 12, Cimanggu 98 Bogor)

*Acid mineral paddy soil productivity could improve through organic matter and fertilizer management based on soil testing for overcoming soil chemical constraint. The main problem of those soil are low organic matter content, deficiency of primary and secondary macro nutrient, and Fe toxicity. The extension of lowland rice area in Indonesia has been dominated with Ultisol and Oxisol acid soil order was prioritized in the outer island of Java since more than three decades. The objectivitas of the research are to detecting soil chemical characteristic constrain which is effected to percolation water in relation to the water needs on the new and old acid mineral paddy soil. The main constrain 1). of soil chemical characteristics were exchangeable cation especially exchangeable K, toxicity Fe and low P availability of lowland rice in Taman Bogo Provinsi Lampung, and 2) very low C and N, exchangeable cation especially exchangeableCa, Mg,K, andtoxicity Fe.*

**Key words:** Acid mineral paddy soil productivity, soil chemical characteristics

## PENDAHULUAN

Di Indonesia tanah- tanah mineral masam sangat luas sehingga mempunyai peranan penting dalam peningkatan produksi padi. Tanah-tanah masam tersebut adalah tanah bermasalah karena mempunyai pH rendah dan konsentrasi Fe tinggi dapat mencapai 30 – 500 mg kg<sup>-1</sup> (Makarim et al., 1991). Meskipun peningkatan kelarutan Fe dalam larutan tanah sampai tingkat tertentu masih menguntungkan tanaman padi yang ditanam pada tanah masam, tetapi jika konsentrasinya > 300 ppm sudah toksik (Castro, 1974). Jenis mineral liat hematic dan geotit merupakan mineral liat pensuplai Fe dalam larutan tanah (Dixon dan Weed, 1989).

Luas lahan pencetakan sawah irigasi di lokasi PIADP ( *Provincial Irrigated Agriculture Development Project* ) di Sei Tambang ( Riau), Muko-muko dan Air Seluma (Bengkulu), Sie Gegas Kesie ( Sumatera Selatan), Way Umpu dan Wau Rarem ( Lampung) adalah 9,927 ha ( Nata Suharta dan Sukardi, 1994). Sebagian besar ordo tanah sawah mineral masam tersebut adalah 62,8 % Ultisols dan 5,0 % Oxisols. Ada lima famili tanah yang dijumpai pada ordo Ultisols antara lain , (1) Humic Hapludults, berliat campuran, isohipertermik., (2) Typic Kandiudults, berliat, kaolinit, isohiper termik., (3) Type Paleudults, berliat , kaolinit, isohipertermik., (4) Typic Haplohumults, berliat, kaolinit, isohipertermik., dan (5) Typic Palehumults, berliat, kaolinit, isohipertermik. Sedangkan pada ordo Oxisols hanya dijumpai satu famili tanah adalah Typic Hapludults, berliat, kaolinit, isohipertermik ( Nata Suharta et al., (1994). Meskipun telah delapan tahun lahan sawah tersebut dikelola tetapi masih banyak masalah kesuburan tanah sehingga semakin luas lahan yang diterlantarkan.

Produktivitas tanah sawah mineral masam sangat ditentukan oleh pengelolaan air. Kehilangan air melalui evaporasi sangat ditentukan oleh sifat-sifat fisik tanah sawah, terutama cepat dan lambatnya proses pembentukan lapisan tapak bajak yang terbentuk di bawah lapisan olah. Hasil penelitian padi yang ditanam pada tanah sawah mineral masam bukaan baru sering mengalami keracunan Fe ( Al- Jabri et al., 1997). Solusi keracunan Fe dapat diatasi dengan pemberian hara makro terutama N, P, K dan perbaikan tata air sehingga air yang sewaktu- waktu mudah didrainase. Namun jika air tidak dapat didrainase maka sebaiknya digunakan varietas padi tahan keracunan Fe. Pemberian unsur hara makro dapat menekan keracunan Fe, sebab kelarutan Fe turun. Batas kritis nisbah Fe/P dan Fe/Ca larutan tanah pada tanah masam di Isorejo Lampung pada saat tanaman berumur 100 hari masing-masing 50 dan 30 (Al- Jabri *et al.*, 1996).

Produktivitas sawah bukaan baru kurang dari lima tahun lebih rendah dari pada tanah sawah bukaan lama lebih dari lima tahun. Pengelolaan air adalah salah satu kunci keberhasilan dalam melakukan budidaya tanaman padi sawah di tanah mineral masam, maka sistem tata air perlu dikelola sehemat mungkin sehingga dapat tercapai hasil optimal tanpa harus membuang air. Irigasi terputus selang empat hari lebih baik dari pada penggenangan terus-menerus (Setiobudi, 2001).

## **BAHAN DAN METODA PENELITIAN**

Penelitian dilaksanakan pada agroekosistem tanah sawah mineral masam di KP. Taman Bogo Kecamatan Probolinggo, Lampung Timur. Secara geografis, lokasi penelitian terletak diantara garis  $5^{\circ} 02''$  Lintang Selatan dan  $105^{\circ} 50''$  Bujur Timur dengan ketinggian kurang lebih  $30^{\circ}$  m dpl. Lahan sawah KP. Taman Bogo termasuk Landform peneplain dengan bentuk wilayah datar - agak datar (lereng dominan 0-3 % ) ( Mursidi, et al., 1997), terdiri dari 2 kondisi lahan yaitu lahan sawah datar dan lahan sawah cekungan, masing masing dengan luasan kurang lebih 6 dan 1 hektar.

Lahan sawah cekungan peneplain merupakan lahan sawah yang berada pada bagian-bagian terendah atau cekungan dari lahan sawah yang sudah didrainase. Klasifikasi lahan sawah daerah cekungan di KP. Taman Bogo adalah Aeric Fragiaquepts, sedangkan pada lahan sawah daerah datar adalah Aeric Endoaquepts (Soil Survey Staf, 198). Masing-masing petakan sawah ditanami padi dengan pemupukan 200 Kg Urea/ha, sedangkan pupuk SP -36 dan KCL diberikan sekaligus pada saat tanam masing -masing 100 kg SP-36 dan 50 kg KCL/ha. Perlindungan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit dilaksanakan sesuai kebutuhan dan pengelolaan tanaman diusahakan seragam. Pada tanah sawah cekungan peneplain ditanami padi varitas Sintanur. Pada saat panen areal pertanaman dibagi menjadi 2 unit-unit kecil berdasarkan sistem grid pada luasan  $100 \text{ m}^2$  (  $10 \times 10$  )  $\text{m}^2$ . Diamati bobot biomas, hasil gabah dan komponen hasil. Kemudian dilakukan pengambilan contoh tanah komposit dari masing-masing grid. Setiap contoh tanah komposit berasal dari 10 anak contoh ( lapisan 0 – 20 cm). Jumlah contoh tanah yang dianalisa berjumlah 185 contoh. Analisa tanah meliputi pH ( 1: 2.5), C-organik ( metode Kurmis), N ( Kyeldahl), P dan K ( ekstrak HCL 25 %), nilai tukar kation ( NH asetat, pH 7), dan unsur mikro (Fe, Mn, Cu, Zn estrak DPTA) metode analisa mengacu pada analisa rutin Balai Penelitian Tanah Bogor ( Laboratorium Kimia, 1998).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Kondisi awal lahan sawah mineral masam**

Tanah sawah mineral masam KP. Taman Bogo mempunyai keragaman kesuburan yang tinggi karena adanya residu pemupukan dari percobaan terdahulu. Keragaman tersebut dapat menimbulkan pertumbuhan tanaman yang tidak seragam dan kemungkinan dapat terjadi confounding effect dari perlakuan pada percobaan lapang. Oleh karena itu, keragaman sifat fisik dan kimia tanah tersebut merupakan parameter penting yang harus diperhatikan dalam perencanaan penggunaan tanah untuk percobaan. Untuk mengetahui gambaran tingkat keragaman sifat kimia dan keracunan besi sebelum melakukan kegiatan dibuat peta kontur (gambar 1).



Gambar 1. Peta kountor lokasi penelitain

**Sifat kimia tanah lahan sawah mineral masam awal kegiatan.**

Ketersediaan unsur hara makro terutama N, P, K, Ca, Mg, dan S pada tanah sawah mineral di KP. Taman Bogo dinilai rendah, KTK rendah ( Miyake *et al.*, 1984).

Kandungan bahan organik tanah di KP. Taman Bogo dinilai rendah dan selama dua dekade terjadi penurunan dari 1, 58 % C pada tahun 1997 ( Miyake *et al.*, 1984) menjadi 1, 30 % C pada tahun 1993/1994 ( Zubair *et al.*, 1998) Oleh karena itu, kontribusi bahan organik sangat penting dalam upaya peningkatan produktivitas tanah sawah yang berkelanjutan. Pemberian bahan organik diharapkan dapat memperbaiki hasil melalui perbaikan permeabilitas pada lapisan olah, terutama pada tanah dengan drainase internal yang sangat buruk seperti tanah dengan kandungan liat tinggi. Data analisa sifat kimia awal kegiatan terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data analisa sifat kimia tanah pada awal kegiatan pada sawah cekungan dan sawah datar di KP. Taman Bogo, Lampung Timur

Sifat tanah	Horizon ( kedalaman cm)			
	Sawah cekungan ( 0-15)      (15-30)		Sawah datar (0-15      (15--30)	
Tekstur				
• Pasir ( %)	49	44	39	38
• Debu ( %)	19	18	28	36
• Liat ( %)	32	38	33	26
pH H <sub>2</sub> O (1;5)	4,4	4,1	4,4	4,5
KCL (1:5)	3,9	3,7	3,9	4,0
Bahan organik				
• C- Organil ( %)	0,8	0,47	1,20	0,72
• N ( %)	0,08	0,04	0,12	0,07
• C/N	10	12	10	10

HCL 25 %, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100 g)	30	13	94	61
K <sub>2</sub> O ( mg/100 g)	2	4	3	2
Bray 1, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm	9,0	2,2	107,7	26,8
Nilai Tukar Kation				
• Ca (me/100 g)	0,87	0,53	1,25	2,14
• Mg (me/100 g)	0,18	0,15	0,24	0,41
• K (me/100 g)	0,04	0,04	0,04	0,04
• Na (me/100 g)	0,05	0,19	0,13	0,07
Jumlah (me/100 g)	1,14	0,91	1,06	2,66
Kapasitas Tukar Kation (me/100 g)	5,62	5,59	6,29	5,88
Kejenuhan Basa ( %)	20	16	26	45
Al <sup>3+</sup>	1,28	2,39	1,27	0,87
H <sup>-</sup>	0,33	0,43	0,34	0,21
Dithionot				
• Fe (%)	1,62	2,45	1,06	2,03
• Al (%)	0,03	0,04	0,04	0,03
• Mn (%)	26	26	51	26
KTK Liat (me/100 g)	17,6	14,7	-	-

### Sifat kimia tanah pada lahan sawah mineral masam setelah percobaan

Sifat kimia tanah setelah dilakukan percobaan yang meliputi rata-rata, median, standar deviasi ( Sd), nilai minimum dan maximum terdapat pada Tabel 2 .

Tabel 2 Sifat kimia tanah setelah percobaan pada lahan sawah mineral masam di Lampung Timur

Sifat tanah	Rataan	Median	Sd	Min	Max
Ph – H <sub>2</sub> O	4,3	4,4	0,32	3,7	4,8
C- Organik ( %0	1,11	1,09	0,30	0,22	1,81
N ( %0	0,09	0,09	0,026	0,02	0,16
C/N	12,6	12,4	1,6	9,5	17,3
P- HCL 25 % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ( mg/100 g)	74,1	72,0	23,3	33,0	125,0
K- HCL 25 % K <sub>2</sub> O ( mg/100 g)	3,9	3,0	1,9	2,0	110
P Bray 1 ( ppm P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	25,1	24,0	11,04	8,3	50,4
Nilai Tukar Kation (NH <sub>4</sub> -Acetat 1 N, pH 7)					
• Ca ( me/100 mg)	1,32	1,25	0,393	0,45	2,50
• Mg (me/100 mg)	0,32	0,30	0,12	0,15	0,74
• K (me/100 mg)	0,06	0,04	0,044	0,00	0,20
• Na (me/100 mg)	0,13	0,12	0,082	0,03	0,61

Jumlah (me/100 mg)	1,83	1,74	0,548	0,77	3,61
Kapasitas Tukar Kation (me/100 g)	4,56	4,53	1,05	2,50	7,46
Kejenuhan Basa ( %0	41,1	41,64	11	15,9	71,9
Ekstraksi DTPA					
• Fe ( ppm)	391	408	74	127	487
• Mn ( ppm	11,4	8,5	7,4	2,1	29,9
• Cu ( ppm	1,0	1,0	0,15	0,67	1,48
• Zn ( ppm	2,0	1,8	0,91	0,96	7,26

Dari data yang disajikan pada Tabel 2 terlihat bahwa umumnya nilai rata-rata dan median hampir sama, kecuali parameter Fe. Hal ini menunjukkan pendugaan tendensi terpusat tidak didominasi oleh data pencilan (outliers). kecuali untuk parameter P potensial, Fe-dd an Mn. Adanya perbedaan tersebut di duga karena adanya perbedaan proses pelapukan dan pengaruh iklim (musim kemarau dan musim penghujan) pada sawah tanah datar, sebaliknya pada tanah sawah cekungan dipengaruhi perbedaan kondisi redoks pada kedua musim tersebut. Parameter yang mempunyai perbedaan besar antara nilai rata-rata dan median dilakukan transformasi.

Adanya kondisi tanah sawah cekungan penelipian merupakan hal yang umum ditemukan pada tanah sawah mineral masam di Lampung karena kondisi topografinya. Umumnya tanah sawah yang beda pada bagian rendah (cekung sering ditemukan keracunan besi. Secara umum hasil penelitian sifat kimia tanah diatas masih mirip dengan hasil analisa sifat kimia tanah penelitian-penelitian sebelumnya ( JICA, 1975, Miyake *et al.*, 1984 an Zubair *et al.*, 1988)

Demikian halnya hasil penelitian terhadap nilai-nilai hasil analisa dan tiap parameter yang diamati tergolong sangat rendah menurut penilaian angka-angka hasil analisa tanah ( PPT, 1983). Adalah kadar N, Kadar K potensial ekstrak HCL 25 %, Ca-dd, K.dd, KTK, dan kadar Cu. Sedangkan pH tanah tergolong sangat masam hingga masam. Hasil analisa tanah tergolong rendah terdiri dari kadar C-organik, Mg-dd, Na-dd , dan yang tergolong sedang terdiri dari C/N, kejenuhan basa, kadar Zn. Sedangkan nilai-nilai analisa sifat kimia tanah yang tinggi hanya kadar P potensial ekstrak HCl 25 % dan P tersedia ( Bray 1). Hasil gabah vareitas Sintanur padi sawah yang ditanam pada tanah sawah cekungan berkisar dari 18,99 – 68,77 kg/100 m<sup>2</sup> dengan rata-rata 47,28 g/100 m<sup>2</sup> .

### **Komponen hasil pada lahan sawah cekungan mineral masam**

Hasil gabah dan bobot jerami menunjukkan pola yang sama dengan sifat kimia tanah Tabel 3. Produksi tanaman padi varietas Sintanur yang ditanam pada lahan sawah mineral masam hasil tertinggi diperoleh pada tanah yang tidak ada keracunan besi (56,29 kg/100 m<sup>2</sup>) dan terendah pada tanah yang menunjukkan keracunan besi merata ( 44,91 kg/100 m<sup>2</sup>). Keracunan besi sangat erat kaitannya dengan gangguan beberapa hara (*multiple disorders* ) daripada hanya karena pengaruh tunggal kadar Fe tanah yang tinggi ( Benckiser *et al*; 1984). Tanaman padi yang menderita keracunan besi . Gejala bronzing (daun berwarna kecoklatan hingga oranye, tanaman pendek, jumlah anakan sedikit dan perakaran pendek dan tebal ( Suhartini *et al.*, 1999). Selanjutnya dikemukakan keracunan besi sangat mempengaruhi hasil padi. Gejala keracunan besi yang

ditemukan dengan intensitas bronzing merata dan tidak merata jika digunakan skor IRR (1980) mendekati nilai 4 dan 5, belum mencapai skor 7 (pertumbuhan dan anakan terhenti dan daun hampir semuanya bronzing dan mati). Pada penelitian ini penurunan hasil gabah karena keracunan besi berkisar dari 10 hingga 20 % dibanding tanaman yang tidak menderita keracunan besi dan tingkat hasil masih mencapai 4 – 5 ton per hektar.

Tabel 3. Komponen hasil tanaman padi varietas Sintanur inggi tanaman dan hasil pada lahan sawah mineral masam

Komponen Hasil varietas Ciherang					
Tinggi tanaman ( cm)	112,7	108.0	17,7	82,0	155,4
Jumlah malai produktif/rumpun	14	13	13	5,5	115
Bobot gabah, k.a 14 % ( kg/100 m <sup>2</sup> )	47,28	49.83	10,59	18,99	68,77
Bobot jerami ( kg/ 100 m <sup>2</sup> )	48,27	51,65	9,95	23,97	59,91
Panjang malai	26,1	26,5	1,342	23,2	28,4
Jumlah gabah isi oermalai	108	108	55	41	200
Jumlah gabah hampa / malai	19	16	16	3	97
Bobot 1000 butir gabah ( g)	27,2	27,6	1,3	23,0	29,2

#### **Keracunan besi pada lahan sawah cekungan mineral masamn**

Berdasarkan hasil pengamatan dilapang terlihat tiga kondisi pertanaman padi sawah pada tanah cekungan, yaitu (1). terdapat gejala keracunan besi dengan intensitas bronzing yang merata pada semua tanaman pada daerah grid yang diamati, (2) intensitas bronzing yang tidak merata, dan (3) tidak terdapat keracunan besi.. Hasil rerataan pengamatan terhadap sifat kimia tanah dan hasil tanaman pada grid dengan intensitas bronzing merata antara ( n = 17), intensitas tidak merata (n=25) dan tidak ada gejala keracunan besi ( n=17) (Tabel 4). Dari tabel 4 terlihat bahwa adanya perbedaan sifat kimia tanah pada parameter kadar K-HCL 25 %, Ca-dd, Mg-dd, KB, dan Mn. Pada parameter tersebut nilai terendah ditemukan pada tanah yang menunjukkan keracunan besi merata diikuti tanah yang menunjukkan keracunan besi tidak merata, sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada tanah yang tidak menunjukkan keracunan besi. (Tabel 4.). Secara berurutan nilai K-HCL 25 % adalah 3,78, 3,53, dan 5,06 mg/100 g; nilai Ca- dd 0,99, 1,35, dan 1,66 me/100 g; nilai Mg-dd 0,25, 0,31, dan 0,40 me/100 g; nilai KB 35,21, 38,67, dan 47,52 % ; nilai Mn 7,6, 12,3 dan 15,46 ppm. Hal ini sebaliknya ditemukan pada kadar Fe tanah dimana nilai tertinggi diperoleh pada tanah yang terdapat keracunan besi merata (4,20 ppm Fe), diikuti tanah keracunan besi (3,82 ppm Fe).

Tabel 4. Sifat kimia tanah dan hasil gabah serta bobot jerami pada sawah mineral masam yang menunjukkan keracunan besi merata, keracunan besi tidak merata dan tidak ada gejala keracunan.

Parameter yang diamati	Tanah sawah cekungan mineral masam		
	Keracunan besi merata	Keracunan besi tidak merata	Tidak ada keracunan besi
pH- H <sub>2</sub> O	4,21	4,19	4,44
C- organic ( %0	0,98	1,21	1,17
N (5)	0,08	0,09	0,10
C/N	12,11	12,95	12,61
P-HCL 25 % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100 mg)	72,41	79,24	77,53
K- HCL 25 % (K <sub>2</sub> O mg/100 mg)	3,78	3,53	5,06
P- Bray 1 (ppm P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	28,10	22,74	26,92
Nilai Tukar Kation ( NH <sub>4</sub> - Acetat 1N, pH 7)			
Ca ( me/ 100 g)	0,99	1,35	1,66
Mg ( me/ 100 g)	0,25	0,31	0,40
K ( me/ 100 g)	0,04	0,05	0,08
Na ( me/ 100 g)	0,11	0,14	0,13
Jumlah Tukar Kation ( me/ 100 g)	1,39	1,85	2,28
Kapasitas Tukar Kation ( me/ 100 g)	4,16	4,83	4,92
Kejenuhan Basa ( %)	35,21	38,67	47,52
Ekstraksi DPTA			
Fe (ppm)	420	414	382
Mn )ppm)	7,6	12,3	15,46
Cu ( ppm)	0,96	0,99	1,04
Zn (ppm)	1,58	2,19	1,77
Hasi gabah (kg/ha )	4.408	5,000	5.421
Bobot Jerami ( kg/ha)	2.291	5.082	5.629

## KESIMPULAN

1. Lahan sawah mineral masam di KP Taman Bogo Lampung Timur sangat kahat kation- kation dapat ditukar terutama K, keracunan Fe dan sifat-sifat kimia tanah yang dominan berpengaruh terhadap hasil gabah adalah pH, kadar Fe tanah, P-Bray 1, P-HCL 25 %. KTK, Mg -dd, Ca-dd, KB, dan K- dd
2. Keragaman sifat kimia tanah terhadap nilai-nilai l analisa dari tiap parameter yang diamati tergolong sangat rendah antara lain kadar N, kadar K potensial ekstrak HCL 25 %, Ca-dd, K.dd, KTK, dan kadar Cu. Sedangkan pH tanah tergolong sangat masam hingga masam.



3. Hasil gabah vareitas Sintanur yang ditanam pada sawah lahan sawah cekungan mineral masam pada tingkat keracunan merata (4,4 ton/ha), keracunan tidak merata ( 5,0 t/ha) dan tidak keracunan besi (5,4 t/ha).
4. Penurunan hasil gabah karena keracunan besi berkisar dari 10 hingga 20 % dibanding tanaman yang tidak menderita keracunan besi dan tingkat hasil masih mencapai 4 - 5 ton per hektar.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Al- Jabri, M., Soepartini, dan J. Sri Adiningsih, 1996. Tanggap tanaman padi sawah terhadap pemupukan P dan K serta keterkaitan Fe terlarut dengan sifat-sifat kimia tanah sawah bukaan baru. Prosiding Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat. No. 12: 63; 75
- Benckiser, G., J.C.G. Ottow, I. wanatabe and S. Santiago, 1984. The mechanism of excessive iron-uptake ( iron toxicity) of wetland rice. *J.Plant Nutr.* 7: 177-1665.
- Castro, R.U. 1974. The Chemistry of Flooded Soil and the Growth of Rice. Thord IRRI Workshop on Field Experiment.
- Dixon, J.B and S.B. weeds, 1989. Minerals in Soil Environments 12<sup>nd</sup> .Edition Soil Science society of Amirica Madison, Wisconsin, USA.
- IRRI. 1980. International Rice Testing Program Standard Evaluation System for Rice . International Rice Research Intitute. Los Bonus, Philippines.
- Makarim, A.K., M. Ismunadji and H.R. Von Uexkull, 1997. An overview of major Nutritional constraint to rice production. In Detrula, p. and F.N. Ponnam peruma (Eds) Rice Production on acid soils of the tropocs. Institute of Fundamental Studies. Kandy, Sri Langka.
- Miyake, M., Ismunadji, I. Zulkarnaen and Sismiyati Roechan. 1984. Phosphate response of rice in Indonersia paddy fields. Technical Bull. No.17. 78 p.
- Puslittanak, 2003. Hasil Rumusan. Prosiding Simposium Nasional Pendayagunaan Tanah Masam. Buku I. Bandar Lampung 28-30 September 2003. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Suhartini, T., Aan A. Daradjat, Warsono, Sudarno, dan W.S. Ardjasa, 1999. Analisis korelasi dan koefisien lintasan komponen hasil terhadap hasil padi sawah pada lahan keracunan Fe. Penelitian Pertanian tanaman pangan. Vol.19. No.2 ; 1-6.
- Nata Suharta dan M. Sukardi. 1994. Potensi Sumberdaya lahan untuk pencetakan sawah irigasi di lokasi PIADP Sumatera. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat , Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Nata Suharta, Alkusuma dan Hendra Suhendra, 1994. Karakteristik Tanah dan penyebarannya di daerah irigasi Air Kesie II, Lubuk Linggau, Sumatera Selatan. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.