

# Pengaruh Pengeringan dan Pembasahan Terhadap Sifat Kimia Tanah Sulfat Masam Kalimantan

## *The Effects of Drying and Wetting on the Soil Chemical Properties of Acid Sulphate Soils of Kalimantan*

M. NOOR<sup>1</sup>, A. MAAS<sup>2</sup>, DAN T. NOTOHADIKUSOMO<sup>2</sup>

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengeringan dan pembasahan terhadap perubahan sifat-sifat kimia tanah sulfat masam, Kalimantan. Penelitian dirancang menurut Acak Lengkap dengan dua ulangan. Perlakuan terdiri atas dua faktor. Faktor I terdiri atas empat tingkat reaktivitas tanah, yaitu reaktivitas lemah (R1), sedang (R2), agak kuat (R3) dan kuat (R4). Faktor II terdiri atas pengeringan, pembasahan dan pengenceran, yaitu (1) pengeringan langsung setelah pembasahan (W1), (2) pembasahan terus-menerus (W2), (3) pengeringan setelah pembasahan dan pengenceran (W3); dan (4) pembasahan dan pengenceran (W4). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengeringan langsung setelah pembasahan (W1) dan pengeringan setelah pembasahan dan pengenceran (W3) atau pembasahan terus-menerus (W2) menunjukkan pH lebih rendah dibandingkan dengan pembasahan dan pengenceran (W4). Pengeringan pada tanah reaktivitas kuat (R4) tidak sampai menurunkan pH secara nyata. Pengeringan langsung setelah pembasahan (W1) mempunyai nilai DHL tanah lebih tinggi dibandingkan dengan pembasahan terus-menerus (W2) dan pembasahan disertai pengenceran (W4) atau pengeringan setelah pembasahan dan pengenceran (W3). Pembasahan terus-menerus (W2) dan pengeringan setelah pembasahan (W1) mempunyai kemasaman total tertukar masing-masing 63,30 dan 61,71  $\text{cmol}_e \text{ kg}^{-1}$  lebih tinggi dibandingkan pembasahan yang disertai pengenceran (W3, W4) masing-masing mempunyai kemasaman tertukar 54,03 dan 51,95  $\text{cmol}_e \text{ kg}^{-1}$ . Pengaruh pengeringan, pembasahan, dan pengenceran terhadap kemasaman total tertukar atau  $\text{Al}^{3+}$  tertukar dan  $\text{H}^+$  tertukar sangat nyata pada tanah reaktivitas kuat. Semua kation-kation basa (Ca, Mg, K, Na) pada perlakuan pengeringan setelah pembasahan (W1) lebih rendah dibandingkan pembasahan terus-menerus (W2) dan pengeringan/pembasahan dengan pengenceran (W3, W4). Pengeringan setelah pembasahan (W1) dan yang disertai dengan pengenceran (W3, W4) jauh menurunkan Mg tertukar khususnya pada tanah reaktivitas kuat (R4), tetapi sebaliknya pada tanah reaktivitas lemah (R1). Pengeringan setelah pembasahan (W1) meningkatkan Na tertukar, khususnya pada tanah reaktivitas lemah (R1), tetapi pembasahan yang disertai pengenceran (W3, W4) menurunkan Na tertukar.

*Kata kunci* : Reklamasi, Dinamika kimia tanah, Sulfat masam

### ABSTRACT

This research aimed to study the effects of land reclamation (drying, wetting, flushing, and leaching) on the change of soil chemical properties of acid sulphate soils from Kalimantan. Randomized Complete Design (RCD) by two factors treatments with two replications is used in this research. Factor I was soil reactivity that is defined as (a) low reactive = R1; (b) moderate reactive = R2; (c) strong reactive = R3, and (d) very strong reactive = R4 respectively. Factor II was drying, wetting,

and diluting that is defined as (1) drying continuously after wetting = W1, (2) wetting continuously = W2; (3) drying after wetting and diluting = W3; and (4) wetting and diluting. The result of experiments show that continuous drying after wetting (W1) and drying after wetting and diluting (W3) or continuous wetting (W2) gave soils pH lower than the wetting and diluting (W4). Dried on the strong reactive soils (R4) not decrease soil pH significantly. The continuous drying after wetting (W1) can increase EC (electrical conductivity) higher than the continuous wetting (W2) and wetting that followed diluting (W4) or drying after wetting and diluting (W3). The continuous wetting (W2) and the continuous drying after wetting (W1) has given the total soluble acidity of 63,30 and 61,71  $\text{cmol}_e \text{ kg}^{-1}$  respectively, higher than drying after wetting and diluting (W3) and wetting that followed diluting (W4) that given total soluble acidity of 54,03 and 51,95  $\text{cmol}_e \text{ kg}^{-1}$  respectively. The effects of drying, wetting, flushing, and leaching on the total soluble acidity, Soluble Al and soluble H, especially on the strong reactive soils are very significant. All of the exchangeable bases (Ca, Mg, K, Na) on the continuous drying after wetting (W1) are lower than the continuous wetting (W2) and wetting that followed diluting (W4) or drying after wetting and diluting (W3) respectively. The continuous drying after wetting (W1), the continuous wetting (W2) and wetting that followed diluting (W4) or drying after wetting and diluting (W3) decrease exchangeable Mg, especially on strong reactive soils (R4), but contradictory to low reactive soils (R1). The continuous drying after wetting (W1) increase exchangeable Na, especially on low reactive soils (R1), but the wetting that followed diluting (W3, W4) decreases exchangeable Na.

*Keywords* : Reclamation, Soil chemical dynamic, Acid sulphate soils

### PENDAHULUAN

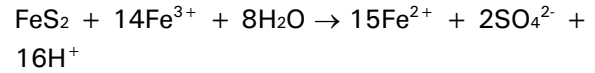
Tanah sulfat masam mempunyai sifat mudah berubah (*fragile*). Pemanfaatan tanah sulfat masam untuk pengembangan pertanian sudah sejak lama dilakukan karena terbatasnya tanah-tanah yang subur. Perluasan areal pertanian ke tanah-tanah piasan (*marginal*) seperti tanah sulfat masam ini juga didorong oleh perkembangan pertumbuhan penduduk yang cepat dan penyebarannya yang tidak merata.

Pemanfaatan tanah sulfat masam untuk

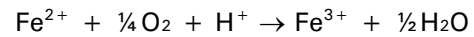
1. Peneliti pada Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa, Banjarbaru.
2. Guru Besar pada Fakultas Pertanian, UGM, Yogyakarta.

pengembangan pertanian dihadapkan pada sifat-sifat kimia tanahnya yang kurang mendukung antara lain pH yang rendah; kadar Al, Fe, Mn, dan  $SO_4$  yang tinggi; salintas yang tinggi, kahat hara P, Cu, Zn, dan B. Permasalahan utama pada tanah sulfat masam akibat adanya lapisan pirit ( $FeS_2$ ). Lapisan pirit ini sejatinya dibiarkan di lapisan bawah yang reduktif, tetapi dalam reklamasi lahan dan pengolahan tanah, pirit dapat tersingkap bahkan sebagian muncul di permukaan tanah (Pons, 1973; Dent, 1986). Pirit bersifat labil dalam suasana aerob dan mudah teroksidasi yang memunculkan kemasaman tanah sampai mencapai pH 2-3 sehingga hampir semua tanaman budidaya tidak dapat tumbuh sehat (Rorison, 1973; Mensvoort *et al.*, 1985; Bloomfield and Coulter, 1973). Oksidasi pirit merupakan proses fisiko-kimia, dan mikrobiologi. Oksidasi utama oleh oksigen secara perlahan menghasilkan  $Fe^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$ , dan  $H^+$ . Proses oksidasi ini dikatalisir oleh bakteri *autotroph* pada pH mendekati netral. Waktu paruh dari reaksi oksidasi oleh oksigen ini antara 20-1.000 menit (Stumm and Morgan *dalam* Dent, 1986). Oksidasi pirit juga terjadi oleh  $Fe^{3+}$  sebagai oksidator. Proses oksidasi ini berlangsung sangat cepat bahkan lebih cepat dari reaksi oksidasi  $Fe^{2+}$  sendiri untuk menjadi  $Fe^{3+}$ . Rumus berikut menggambarkan peristiwa oksidasi pirit yang menghasilkan  $Fe^{3+}$ ,  $SO_4^{2-}$ , dan  $H^+$ :

- Seluruh besi dioksidasi dan tertinggal dalam larutan sebagai bentuk  $Fe^{3+}$   
 $FeS_2 + 15/4O_2 + 1/2H_2O \rightarrow Fe^{3+} + 2SO_4^{2-} + H^+$
- Besi dibebaskan sebagai  $Fe^{2+}$   
 $FeS_2 + 7/2O_2 + H_2O \rightarrow Fe^{2+} + 2SO_4^{2-} + 2H^+$
- Seluruh besi diendapkan dan dihidrolisis menjadi besi (III) hidroksida  
 $FeS_2 + 15/4O_2 + 7/2H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 + 2SO_4^{2-} + 4H^+$
- Terbentuknya jarosit  
 $FeS_2 + 15/4O_2 + 5/2H_2O + 1/3K^+ \rightarrow 1/3 KFe_3(SO_4)_2(OH)_6 + 4/3SO_4^{2-} + 3H^+$
- Oksidasi oleh  $Fe^{3+}$



Besi ferro ( $Fe^{2+}$ ) kembali masuk ke dalam sistem untuk dioksidasi oleh bakteri *Thiobacillus ferrooxidans* menurut persamaan reaksi berikut:



Laju reaksi dikendalikan oleh luas permukaan pirit dan laju transfer oksidan ( $O_2$  dan  $Fe^{3+}$ ) dalam sistem tanah.

Pada kondisi lapangan, proses oksidasi tidak dapat dihindarkan. Oksidasi berjalan sangat kompleks, masuknya oksigen melalui pori-pori atau retakan tanah, bekas akar tanaman, bahkan melalui aliran air yang masuk baik oleh oksigen maupun oleh  $Fe^{3+}$  (Breemen, 1979). Reklamasi lahan atau pengatutan secara berlebihan dari sistem jaringan tata air yang dimaksudkan untuk menurunkan genangan air musim hujan dapat berubah menjadi penyebab pengeringan hebat di musim kemarau. Kondisi lingkungan rawa yang dipengaruhi oleh pasang dan surutnya air laut/sungai cukup memberi kontribusi terhadap perubahan terhadap sifat-sifat kimia dan hara tanah.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh pengeringan, pembasahan, dan kombinasinya dengan pengenceran terhadap sifat-sifat kimia tanah sulfat masam (*Typic Sulfaquents* dan *Typic Sulfaquepts*) dari Kalimantan.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan deskripsi tanah penelitian

Tanah sulfat masam (*Typic Sulfaquents* dan *Typic Sulfaquepts*) yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas empat tingkat reaktivitas berdasarkan pada perlakuan dengan larutan peroksida ( $H_2O_2$ ) 30% dengan memperhatikan gejala yang muncul antara lain: intensitas buih, waktu reaksi, warna buih, pH buih, warna endapan, warna larutan, dan pH larutan setelah pengenceran (Notohadiprawiro, 1985; Jansen *et al.*, 1900; Sri-Nuryani *et al.*,

2000). Reaktivitas dipilah dalam empat kategori yang terdiri atas reaktivitas lemah (R1), reaktivitas sedang (R2), reaktivitas agak kuat (R3), dan reaktivitas kuat (R4).

Tanah sulfat masam diambil dari lokasi UPT (Unit Pemukiman Transmigrasi) Tabunganen, Kalsel, UPT Palingkau, Kalteng, UPT Sungai Puntik, Kalsel, dan UPT Basarang, Kalteng berturut-turut mempunyai reaktivitas lemah (R1), sedang (R2), agak kuat (R3), dan kuat (R4). Dua contoh tanah pertama (R1, R2) diambil dari lapisan atas tanah sawah, sedangkan dua terakhir (R3, R4) diambil dari lapisan atas tanah surjan. Keempat lokasi contoh tanah merupakan lahan usaha tani bagi transmigrasi yang dibuka antara tahun 1969-1995. Tabel 1 menunjukkan deskripsi umum dan karakteristik tanah dengan selidik cepat di lapangan.

#### Metode dan rancangan penelitian

Keempat jenis tanah di atas (Tabel 1) dikeringanginkan (lolos ayakan 0,50 cm) dan ditimbang 100 g sebelum diperlakukan. Perlakuan terdiri atas dua faktor disusun dengan rancangan

acak lengkap dengan dua ulangan.

Faktor I terdiri atas jenis reaktivitas tanah, yaitu (a) reaktivitas lemah = R1; (b) sedang = R2; (3) agak kuat = R3; dan (4) kuat = R4). Faktor II terdiri atas pengeringan, pembasahan, dan pengenceran, yaitu (1) pengeringan langsung setelah pembasahan = W1; (2) pembasahan terus-menerus = W2; (3) pengeringan setelah pembasahan dan pengenceran = W3; dan (4) pembasahan dan pengenceran = W4. Jadi keseluruhan perlakuan berjumlah  $4 \times 4 \times 2 = 32$  unit.

Pembasahan menggunakan air suling (*aquadest*) dan pengocokan menggunakan mesin pengocok dengan kecepatan 180 RPM selama empat jam kemudian dibiarkan 1-2 x 24 jam agar pendedapan sempurna. Pembasahan (pemberian air) disesuaikan dengan kehilangan air selama pengeringan (W1, W3). Pengenceran sekaligus karena adanya pengambilan contoh air lindian untuk dianalisis di laboratorium (W3, W4). Pengeringan menggunakan pemanas (oven) listrik yang dipertahankan pada suhu 60°C sampai dicapai berat tanah semula (pada keadaan kering udara) yang memerlukan waktu rata-rata 2-3 x 24 jam. Pembasahan dan pengeringan dilakukan sebanyak 5

**Tabel 1. Deskripsi dan karakteristik contoh tanah penelitian**

*Table 1. Description and characteristics of soil samples used in this research*

Karakteristik	Tingkat reaktivitas			
	Lemah (R1)	Sedang (R2)	Agak kuat (R3)	Kuat (R4)
Warna	10 YR 6/2-2,5 Y 6/2	10 YR 6/2-10 YR 3/2	10 YR 3/1	10 YR 4/2
Bercak	Tanpa	7,5 YR 5/8	Tanpa	5 Y 6/1
Tekstur	Lempung	Lempung	Lempung debu	Lempung debu
Kematangan	Hampir mentah	Setengah matang	Hampir matang	Hampir matang
pH-H <sub>2</sub> O (inkubasi)	5,99	4,36	3,83	3,11
<i>Reaksi dengan peroksida</i>				
• Intensitas buih	Lemah	Lemah	Sedang	Sangat kuat
• Waktu tunggu berbuih	> 3 menit	> 3 menit	> 3 menit	< 3 menit
• Warna buih	10 YR 5/3	10 YR 3/1-3/2	10 YR 3/1	5 Y 6/2
• pH buih	4,00	4,00	3,41	1,00
<i>Setelah pengenceran</i>				
• Warna larutan	Kuning bening	Kuning bening	Kuning teh	Kuning teh
• Warna endapan	5 Y 6/1		5 Y 6/1	5 Y 6/1
• pH larutan	3,83	2,96	2,82	1,96
Lokasi contoh tanah	Tabunganen	Palingkau	Sei Puntik	Basarang

kali setiap sepuluh hari dan terakhir (ke-6) dilakukan setelah 30 hari sehingga waktu yang digunakan untuk pengamatan mencapai 80 hari (sekitar 3 bulan).

Sifat-sifat kimia tanah yang diamati meliputi pH, daya hantar listrik (DHL),  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ , dan  $\text{Na}^+$  tertukar pada keadaan awal dan akhir pembasahan dan pengeringan. Selain itu juga diamati sifat kimia tanah lainnya seperti N-total, C-organik, P-tersedia, S-terlarut, S-total, S-pirit, dan Fe-tertukar pada keadaan awal.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat kimia tanah awal

Kemasaman tanah beragam dari agak masam sampai sangat masam antara pH 5,15 (R2) sampai 2,52 (R4). Semakin reaktivitas sifat reaksi tanah semakin masam. Reaktivitas tanah yang kuat menunjukan kadar pirit yang tinggi. DHL beragam antara  $0,13 \text{ dS m}^{-1}$  (R2) sampai  $3,37 \text{ dS m}^{-1}$  (R4). DHL atau tingkat kegaraman pada tanah reaktivitas lemah (R1) cukup tinggi  $2,12 \text{ dS m}^{-1}$  akibat pengaruh lingkungan marin dan susupan air laut sesuai dengan lokasi (Tabunganen) yang dekat dengan pesisir pantai/laut. Kadar bahan organik tanah cukup tinggi berkisar antara 7-30%. Kadar bahan organik tanah reaktivitas agak kuat (R3) paling tinggi karena berasosiasi dengan tanah gambut. Basa tertukar dalam bentuk Ca tertukar dan Mg tertukar pada tanah reaktivitas kuat (R4) tergolong tinggi dimungkinkan karena kondisi lahan pernah diberikan kapur dolomit secara terbatas sebelumnya, tetapi tidak menunjukkan pengaruh terhadap kemasaman tanah. Tingkat kemasaman total dan aluminium tertukar tergolong rendah pada tanah reaktivitas lemah (R1) sebesar  $4,49 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  dan reaktivitas sedang sebesar (R2)  $2,49 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , tetapi tergolong tinggi pada tanah reaktivitas agak kuat (R3) dan reaktivitas kuat (R4) masing-masing mencapai 11,68 dan  $29,10 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Kadar pirit sebagai sumber kemasaman menunjukkan perbedaan jelas antara tanah reaktivitas lemah, sedang dan

kuat. Kadar pirit pada tanah reaktivitas kuat (R4) mencapai 5,60%, menyusul reaktivitas agak kuat (R3), sedang (R2), dan lemah (R1) masing-masing 2,43; 1,51; dan 1,35%. Deskripsi dan karakteristik tanah lapangan antara lain pH inkubasi, reaksi atau intensitas buih, dan pH larutan menunjukkan hubungan yang baik dengan kadar pirit (Tabel 1). Dengan kata lain, uji lapangan menggunakan larutan  $\text{H}_2\text{O}_2$  30% menunjukkan dapat memberikan gambaran kondisi kemasaman dan kadar pirit dari tanah sulfat masam. Tabel 2 menyajikan sifat-sifat kimia tanah keadaan awal sebelum pembasahan dan pengeringan.

### Sifat kimia tanah setelah pengeringan dan pembasahan

#### *Kemasaman atau pH tanah*

Pengeringan langsung setelah pembasahan (W1) dan pengeringan setelah pembasahan dan pengenceran (W3) atau pembasahan terus-menerus (W2) menunjukkan pH lebih rendah dibandingkan dengan pembasahan dan pengenceran (W4). Pembasahan dan pengenceran (W4) memberikan nilai pH tanah lebih tinggi ( $\text{pH} > 4$ ), kecuali pada tanah reaktivitas kuat (R4) pH tanah relatif tetap ( $\text{pH} < 3$ ) (Gambar 1). Pembasahan dapat menurunkan redoks potensial (Eh) sehingga meningkatkan nilai pH, sedangkan pengenceran jelas berhubungan dengan menurunnya kadar ion yang berada dalam larutan termasuk jumlah ion hidrogen sehingga menaikkan nilai pH dengan turunnya kadar ion  $\text{H}^+$ . Menurut Ponnamperna (1977) penggenangan pada tanah sulfat masam dapat meningkatkan pH tanah, tetapi setelah 2 minggu penggenangan pH relatif tetap. Pengeringan sejatinya menurunkan pH tanah, karena pengeringan dapat menimbulkan oksidasi terhadap pirit yang melepaskan ion-ion sulfat dan hidrogen pada pH 2-3 (Pons, 1973, Notohadikusumo, 2000), tetapi khususnya pada tanah reaktivitas kuat (R4) pengeringan tidak sampai menurunkan pH secara nyata. Gejala ini menunjukkan bahwa pH

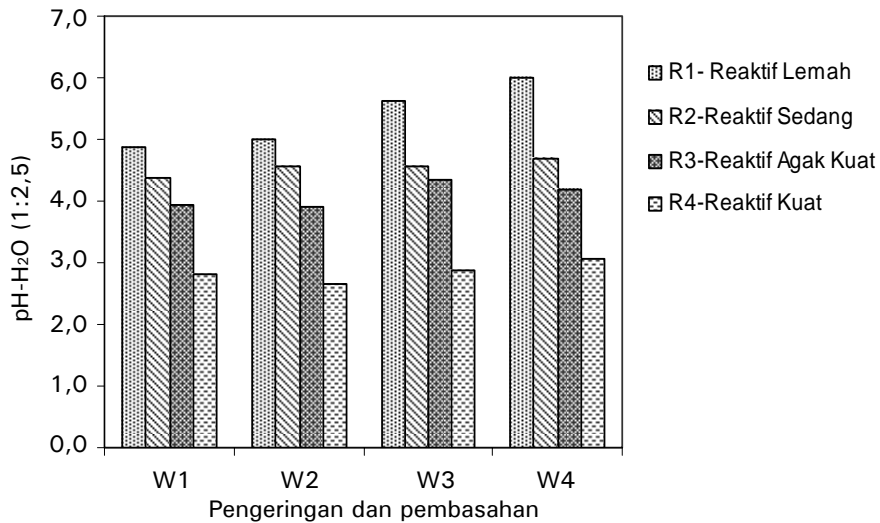
**Tabel 2. Sifat kimia tanah keadaan awal**

*Table 2. Soil chemical properties before treatments*

Sifat kimia tanah	Tingkat reaktivitas			
	Lemah (R1)	Sedang (R2)	Agak kuat (R3)	Kuat (R4)
pH-H <sub>2</sub> O (1:2,5)	4,80	5,15	3,75	2,52
pH KCl (1:2,5)	4,00	4,02	3,17	2,30
DHL (dS/m)	2,120	0,139	0,198	3,370
N-total (%)	0,21	0,26	0,54	0,20
Bahan organik (%)	7,81	7,93	29,60	8,84
P-Bray II (ppm)	1,88	6,97	30,16	0,31
KTK (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	21,73 (S)*	21,21 (S)*	19,81 (S)*	25,34 (T)*
Ca-exch (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	10,02 (S)	6,75 (S)	9,78 (S)	18,36 (T)
Mg-exch (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	2,67 (T)	1,08 (R)	0,78 (R)	3,21 (T)
K-exch (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,83 (T)	0,15 (R)	0,11 (R)	0,07 (SR)
Na-exch (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,71 (S)	0,19 (R)	0,23 (R)	0,05 (SR)
Al-tertukar (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,00	0,00	1,32	9,45
H-tertukar (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	4,48	2,49	10,36	14,65
Fe-tertukar (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,06	0,05	0,04	0,11
S-terlarut (%)	0,04	0,04	0,04	4,17
S-total (%)	1,40	1,60	2,47	9,77
S-pirit (%)	1,36	1,56	2,43	5,60

Keterangan:

\* (SR) = Sangat rendah; (R) = Rendah; (S) = Sedang; (T) = Tinggi



Keterangan:

W1 = Pengeringan langsung setelah pembasahan

W2 = Pembasahan terus-menerus

W3 = Pengeringan setelah pembasahan dan pengenceran

W4 = Pembasahan dan pengenceran

**Gambar 1. Pengaruh pengeringan, pembasahan, dan pengenceran terhadap pH-tanah**

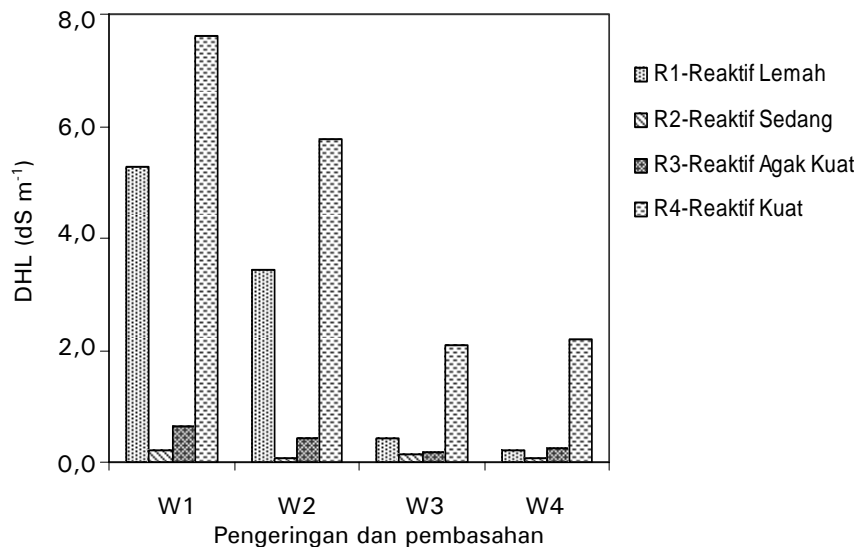
*Figure 1. The effect of drying, wetting, flushing, and diluting on soil pH*

2,8 pada tanah reaktivitas kuat (R4) merupakan batas minimal kemampuan (*buffer capacity*) tanah, sedangkan pada tanah-tanah yang mempunyai bahan organik yang tinggi dan aerasi yang jelek, oksidasi dapat terhambat yang dicirikan dengan tidak terbentuknya jarosit (Breemen, 1976; Mensvoort and Tri, 1988; Sutrisno, 1990) sehingga pengeringan tidak berpengaruh besar terhadap perubahan pH seperti pada tanah reaktivitas kuat (R3) dan sangat kuat (R4).

**Daya hantar listrik (DHL)**

Pembasahan terus-menerus (W2) dan pembasahan yang disertai pengenceran (W4) dan atau pengeringan langsung setelah pembasahan (W1) dan pengeringan setelah pembasahan dan pengenceran (W3) rata-rata meningkatkan DHL dari keadaan awal. Masing-masing tanah reaktivitas lemah (R1), sedang (R2), agak kuat (R3) dan kuat (R4) pada keadaan awal mempunyai DHL berturut-

turut 2,12; 0,13; 0,20; dan 3,37 dS m<sup>-1</sup> (Tabel 2). Pengeringan langsung setelah pembasahan (W1) mempunyai nilai DHL tanah lebih tinggi dibandingkan dengan pembasahan terus-menerus (W2) dan pembasahan disertai pengenceran (W4) atau pengeringan setelah pembasahan dan pengenceran (W3). Hal ini terjadi dengan beberapa sebab antara lain sebagian ion ikut hilang bersamaan dengan (1) pengeringan, dan atau (2) pengenceran. Dengan kata lain, pengeringan setelah pembasahan (W3) atau pengenceran terus-menerus (W4) secara sinambung menurunkan kadar ion-ion dalam tanah. Ion-ion yang hilang akibat pengeringan atau pemanasan antara lain SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, hidrokarbon dan karbonmonoksida (CO). Pengaruh pembasahan dan pengenceran tampak sangat jauh menurunkan DHL pada tanah reaktivitas lemah (R1) dan tanah reaktivitas kuat (R4) seperti disajikan pada Gambar 2. Keadaan ini menunjukkan bahwa garam-garam pada tanah-tanah



Keterangan:

W1 = Pengeringan langsung setelah pembasahan

W2 = Pembasahan terus-menerus

W3 = Pengeringan setelah pembasahan dan pengenceran

W4 = Pembasahan dan pengenceran

**Gambar 2. Pengaruh pengeringan, pembasahan, dan pengenceran terhadap DHL tanah**

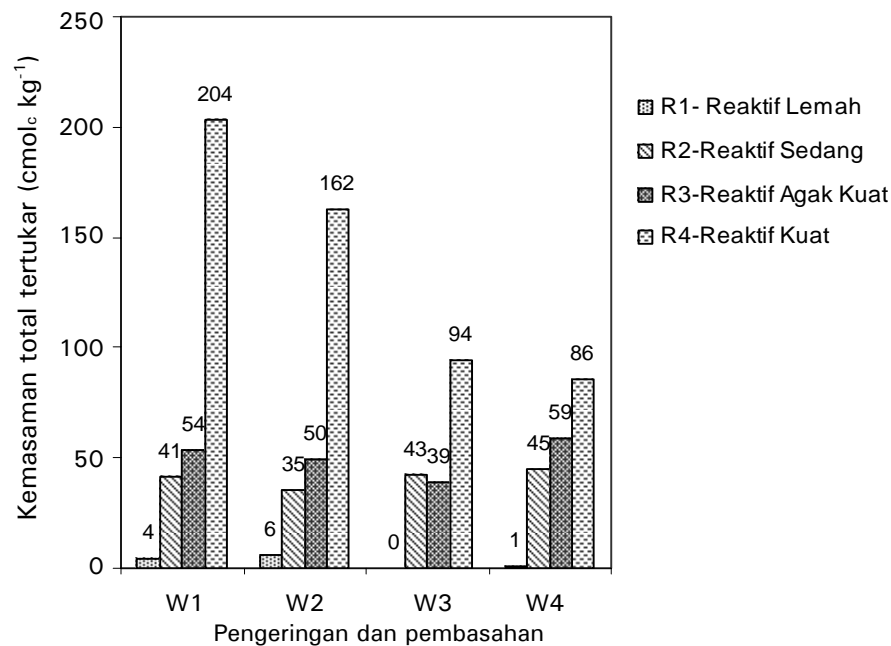
*Figure 2. The effect of drying, wetting, flushing, and diluting on soil electrical conductivity*

yang dipengaruhi pasang atau intrusi air laut mudah digelontor atau dilindi, sedangkan pada tanah reaktivitas kuat (R4) akibat kemasaman yang tinggi disertai dengan pengeringan dapat memacu kation tertukar seperti  $Al^{3+}$ ,  $H^+$  untuk terlarut agar selanjutnya mudah dilindi.

### Kemasaman total tertukar

Kemasaman total tertukar (jumlah aluminium dan hidrogen tertukar) dari tanah reaktivitas lemah (R1) menurun dari keadaan awal, tetapi untuk tanah reaktivitas sedang (R2), agak kuat (R3) dan kuat (R4) meningkat. Berturutannya dari tanah reaktivitas lemah sampai kuat mempunyai kemasaman total tertukar rata-rata sebesar 4,49 (R1); 2,49 (R2); 11,68 (R3); dan 24,10  $cmol_c kg^{-1}$  (R4) menurun menjadi 2,91  $cmol_c kg^{-1}$  (untuk R1); dan meningkat

menjadi 40,88 (R2); 50,18 (R2) dan 136,37 (R3)  $cmol_c kg^{-1}$ . Pembasahan terus-menerus (W2) dan pengeringan setelah pembasahan (W1) memberikan kemasaman total tertukar masing-masing 63,30 dan 61,71  $cmol_c kg^{-1}$  lebih tinggi dibandingkan pembasahan yang disertai pengenceran (W3) atau pengeringan setelah pembasahan dan pengenceran (W4) masing-masing mempunyai kemasaman tertukar 54,03 dan 51,95  $cmol_c kg^{-1}$ . Pengaruh pengeringan, pembasahan, dan pengenceran terhadap kemasaman total tertukar atau  $Al^{3+}$  tertukar dan  $H^+$  tertukar sangat nyata pada tanah reaktivitas kuat (Gambar 3, 4, dan 5). Pengeringan (W1) meningkatkan kemasaman total tertukar,  $Al^{3+}$  atau  $H^+$  tertukar secara tajam jauh lebih tinggi dibandingkan dengan pembasahan terus-menerus (W2) atau pengeringan setelah pembasahan dan pengenceran (W3).



Keterangan:

W1 = Pengeringan langsung setelah pembasahan

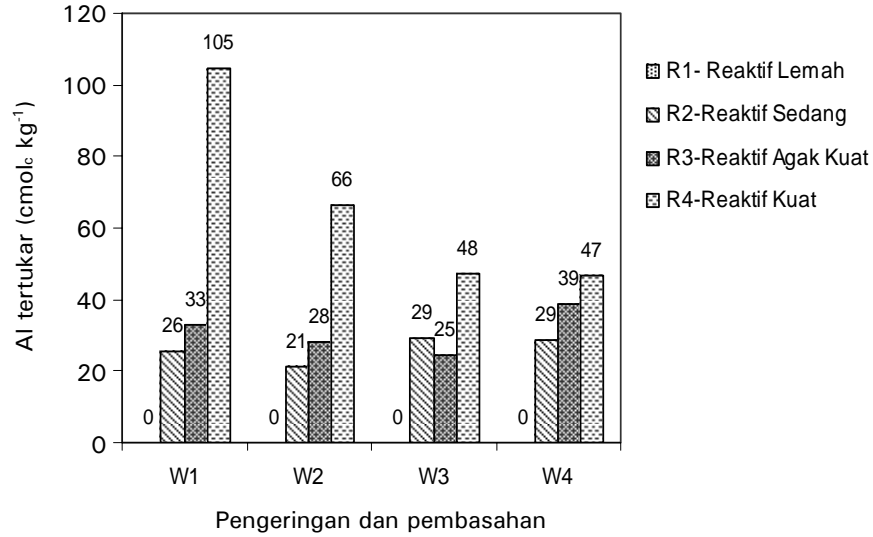
W2 = Pembasahan terus-menerus

W3 = Pengeringan setelah pembasahan dan pengenceran

W4 = Pembasahan dan pengenceran

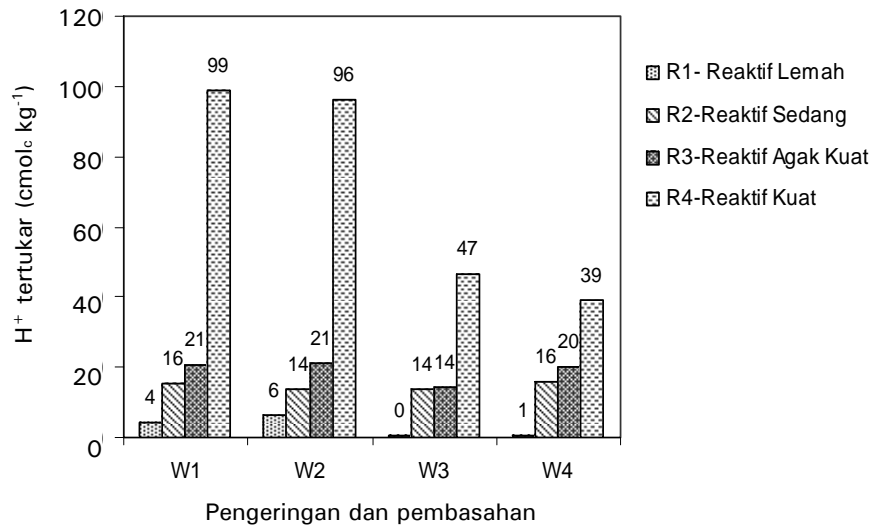
**Gambar 3. Pengaruh pengeringan, pembasahan, dan pengenceran terhadap kemasaman total tertukar**

*Figure 3. The effect of drying, wetting, flushing, and diluting on total exchangeable acidity*



**Gambar 4. Pengaruh pengeringan, pembasahan, dan pengenceran terhadap aluminium tertukar**

*Figure 4. The effect of drying, wetting, flushing, and diluting on exchangeable aluminium*



Keterangan:

W1 = Pengeringan langsung setelah pembasahan

W2 = Pembasahan terus-menerus

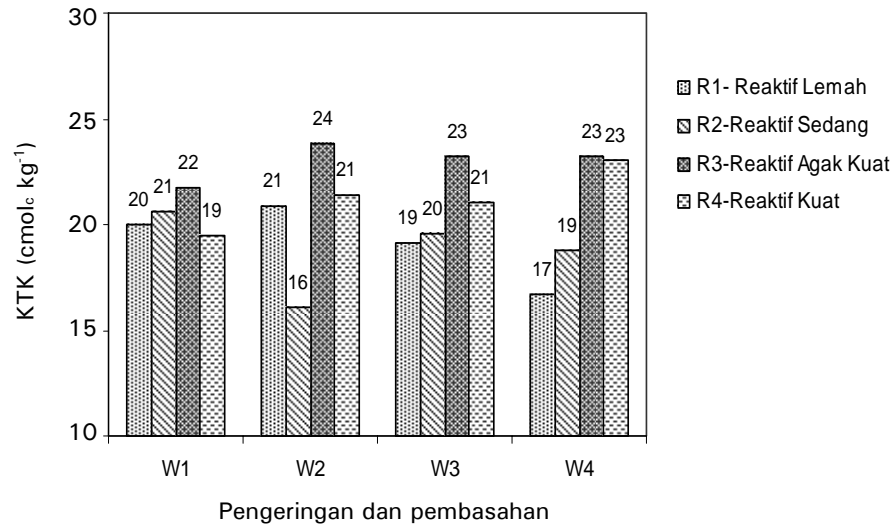
W3 = Pengeringan setelah pembasahan dan pengenceran

W4 = Pembasahan dan pengenceran

**Gambar 5. Pengaruh pengeringan, pembasahan, dan pengenceran terhadap hidrogen tertukar**

*Figure 5. The effect of drying, wetting, flushing, and diluting on exchangeable hidrogen*





Keterangan:

W1 = Pengeringan langsung setelah pembasahan

W2 = Pembasahan terus-menerus

W3 = Pengeringan setelah pembasahan dan pengenceran

W4 = Pembasahan dan pengenceran

**Gambar 6. Pengaruh pengeringan, pembasahan, dan pengenceran terhadap kapasitas tukar kation (KTK)**

*Figure 6. The effect of drying, wetting, flushing, and diluting on capacity exchange cations*

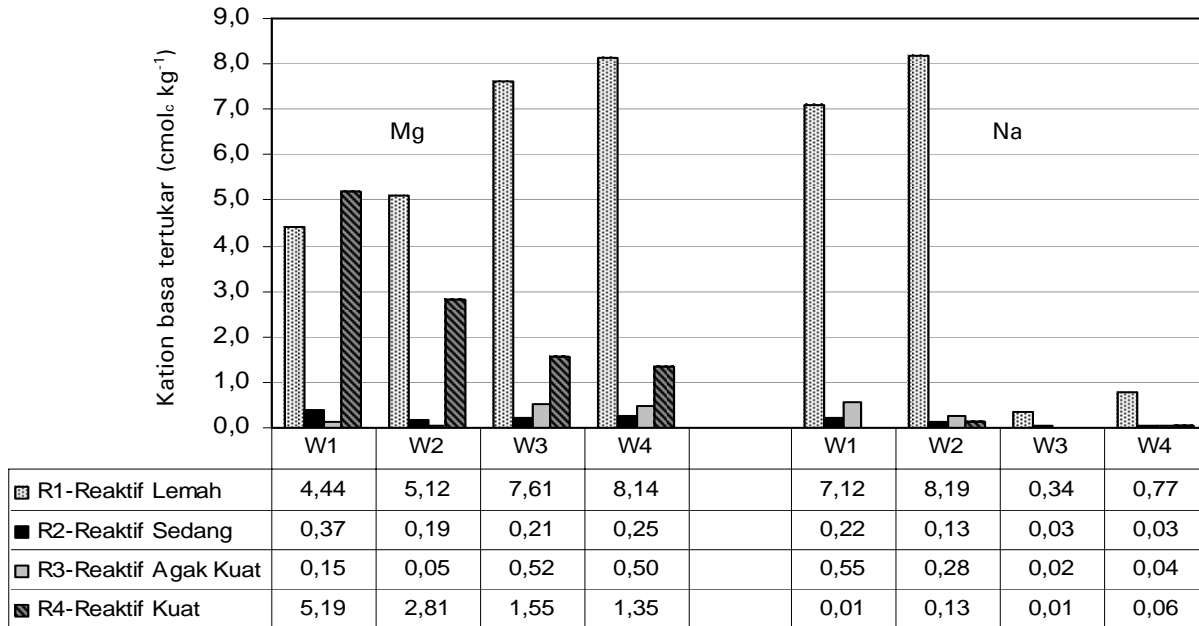
### **Kapasitas tukar kation**

Kapasitas tukar kation (KTK) dari masing-masing tanah rata-rata mengalami penurunan, kecuali pada tanah reaktivitas agak kuat (R3) meningkat. Hal ini karena pada tanah reaktivitas agak kuat (R3) kadar bahan organik sangat tinggi sehingga mempunyai daya sangga lebih besar. Pembasahan terus-menerus (W2) memberikan KTK lebih tinggi dibandingkan dengan pembasahan yang disertai pengenceran (W1) atau yang dilanjutkan dengan pengeringan (W3, W4) (Gambar 6). Keadaan ini menunjukkan bahwa sebagian besar kation hilang akibat pengeringan dan pengenceran yang merupakan konsekuensi dari upaya reklamasi - pengatusan dan pelindian (Maas *et al.*, 2000).

### **Kation-kation basa tertukar**

Semua kation-kation basa (Ca, Mg, K, Na) pada perlakuan pengeringan setelah pembasahan

(W1) lebih rendah dibandingkan pembasahan terus-menerus (W2) dan pengeringan/pembasahan dengan pengenceran (W3, W4). Kation-kation utama yang merajai setelah pengeringan dan pembasahan adalah Mg dan Na. Menurut Maas *et al.* (2000), munculnya dominasi kation Mg dan Na pada tanah sulfat masam, terutama setelah reklamasi lahan merupakan watak dari kondisi ekosistem marin yang menyimpan bekas sisa kehidupan laut (koral). Pengeringan setelah pembasahan (W2) dan yang disertai dengan pengenceran (W3, W4) jauh menurunkan Mg tertukar khususnya pada tanah reaktivitas kuat (R4), tetapi sebaliknya pada tanah reaktivitas lemah (R1). Hal ini diduga karena cadangan Mg pada tanah reaktivitas lemah (R1) cukup besar dan dengan selang selingnya pengeringan dan pembasahan/pengenceran maka proses pelapukan meningkat yang mendorong meningkatnya Mg tertukar. Pengeringan setelah



Perlakuan

Keterangan:

W1 = Pengeringan langsung setelah pembasahan

W2 = Pembasahan terus-menerus

W3 = Pengeringan setelah pembasahan dan pengenceran

W4 = Pembasahan dan pengenceran

**Gambar 7. Pengaruh pengeringan, pembasahan, dan pengenceran terhadap kation-kation basa tertukar (Mg dan Na)**

*Figure 7. The effect of drying, wetting, flushing, and diluting on exchangeable cations Mg and Na*

pembasahan (W2) meningkatkan Na tertukar, khususnya pada tanah reaktivitas lemah (R1), tetapi pembasahan yang disertai pengenceran (W3, W4) menurunkan Na tertukar dari semula tergolong sedang pada kadar 0,71 cmolc kg<sup>-1</sup> (Tabel 2). Hal ini karena Na mudah terlindi sehingga pengenceran mendorong menurunkan Na tertukar (Gambar 7). Hasil ini sejalan dengan yang digambarkan nilai DHL di atas yang menunjukkan bahwa pengenceran (W3, W4) diikuti penurunan DHL. Pola susunan kation-kation di tanah reaktivitas lemah (R1): Mg > Na > Ca > K; tanah reaktivitas sedang (R2): Mg > Na = K > Ca; tanah reaktivitas agak kuat (R3) dan kuat (R4) masing-masing: Mg > Na > K > Ca. Pola susunan ini merupakan ciri umum dari tanah atau lingkungan marin (Maas *et al.*, 2000).

### KESIMPULAN DAN SARAN

1. Pengeringan langsung setelah pembasahan (W1) dan pengeringan setelah pembasahan dan pengenceran (W3) atau pembasahan terus-menerus (W2) menunjukkan pH lebih rendah dibandingkan dengan pembasahan dan pengenceran (W4).
2. Pengeringan langsung setelah pembasahan (W1) mempunyai nilai DHL tanah lebih tinggi dibandingkan dengan pembasahan terus-menerus (W2) dan pembasahan disertai pengenceran (W4) atau pengeringan setelah pembasahan dan pengenceran (W3).
3. Pembasahan terus-menerus (W2) dan pengeringan setelah pembasahan (W1) mempunyai kemasaman total tertukar masing-masing 63,30

dan 61,71 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> lebih tinggi dibandingkan pembasahan yang disertai pengenceran (W3, W4) masing-masing mempunyai kemasaman tertukar 54,03 dan 51,95 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>. Pengaruh pengeringan, pembasahan, dan pengenceran terhadap kemasaman total tertukar atau Al<sup>3+</sup> tertukar dan H<sup>+</sup> tertukar sangat nyata pada tanah reaktivitas kuat.

4. Pengeringan setelah pembasahan (W2) dan yang disertai dengan pengenceran (W3, W4) menurunkan Mg tertukar, khususnya pada tanah reaktivitas kuat (R4), tetapi sebaliknya meningkat pada tanah reaktivitas lemah (R1). Pengeringan setelah pembasahan (W2) meningkatkan Na tertukar, khususnya pada tanah reaktivitas lemah (R1), tetapi pembasahan yang disertai pengenceran (W3, W4) menurunkan Na tertukar.
5. Penghawaan (aerasi) terganggu dalam pengeringan dengan oven (tertutup) dan tanah sangat padat setelah berulang dikocok dan dikeringkan maka oksidasi tidak terjadi sepenuhnya. Disarankan untuk pengeringan dilakukan di ruang udara terbuka dan tanah diaduk rata setiap kali pembasahan dan pengeringan.

#### PENGHARGAAN

Terima kasih diucapkan atas terlaksananya penelitian ini yang dibiayai dari dana bantuan Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Partisipatif (PAATP)-Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Terima kasih pula, kepada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Yogyakarta yang telah menyediakan fasilitas dan staf teknis laboratorium dalam membantu terlaksananya penelitian di atas.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bloomfield, C. and J.K. Coulter. 1973.** Genesis and management of acid sulfate soils. *In* N.C. Brady (Ed.) Adv. Agron 25:265-324. ACAD Press Inc.
- Breemen, N.V. 1976.** Genesis and Solution Chemistry Of Acid Sulphate Soils in Thailand. Thesis. Centre Agric. Publ. Duc. Wageningen. 283 p.
- Dent, D. 1986.** Acid Sulphate Soils: A Baseline for Research and Development. ILRI Publ. No. 39. Wageningen. 204 p.
- Jansen J.A.M., B.H. Prasetyo, and Alkasuma. 1990.** Acid sulphate soils: field characteristics and mapping. Pp. 51-61. *In* AARD-LAWOO. Paper Workshop on Acid Sulphate Soils in the Humid Tropics, 20-22 November, 1990. AARD-LAWOO. Bogor/Jakarta.
- Maas, A., R. Sutanto, dan T. Purwadi. 2000.** Pengaruh air laut terhadap laju oksidasi pirit dan tahanan hara tanah sulfat masam. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* 2(2):41-46. Fakultas Pertanian. UGM. Yogyakarta
- Mensvoort, M.E.F. and Le Quang Tri 1988.** Morphology and genesis of acid sulphate soils without jarosit in the Ha Tien Plain, Mekong delta, Vietnam. Pp.11-15. *In* H. Dost (Ed.). Selected paper of the Dakar Symp. on Acid Sulphate Soils. ILRI Publ. No. 44 Wageningen.
- Mensvoort, M.E.F., R.S. Lantin, R. Brinkman, and N.V. Breemen. 1985.** Toxicities of wetland soils. Pp. 123-138. *In* IRRI. Wetland Soils: Characterization, Classification, and Utilization. Philippines.
- Notohadiprawiro, T. 1985.** Selidik Cepat Ciri Tanah di Lapangan. Ghalia Indonesia. Jakarta. Hlm 94.
- Notohadikusumo, T. 2000.** Benang merah tulisan-tulisan yang pernah disusun. *Dalam* Buku Panduan Seminar Nasional Pengembangan Ilmu Tanah Bervisi Lingkungan. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta.
- Ponnamperuma, F.N. 1977.** Physicochemical properties of submergen soils in relation to fertility. IRRI Res. Paper Series No. 5. IRRI. Philippines. 32 p.
- Pons, L.J. 1973.** Outline of the genesis, characteristics, classification and improvement of acid sulphate soils. Pp 1-27. *In* Dost (Ed). Acid Sulphate Soils. I. Introduction Paper and

Bibliography. Proc. Int. Symp. Publ. No. 18  
Vol. I. ILRI Publ. Wageningen.

**Rorison, I.H. 1973.** The effect of extreme soil acidity on the nutrient uptake and physiology of plant. Pp 223-254. *In* Dost (*Ed*). Acid Sulphate Soils. I. Introduction Paper and Bibliography. Proc. Int. Symp. Publ. No. 18 Vol. I. ILRI Publ. Wageningen.

**Sri-Nuryani, U., A. Maas, A. Haerani, dan C. Anwar. 2000.** Uji Cepat Kualitas Air dan Tanah di Lahan Rawa. Laporan Hasil Penelitian LP-UGM bekerjasama dengan PAATP-Badan Litbang Pertanian. Hlm 30.

**Sutrisno. 1990.** Genesis, Klasifikasi Tanah Sulfat Masam Delta Pulau Petak, Kalimantan Selatan/Tengah. Tesis. Program Pascasarjana IPB. Bogor.