

Peranan Oksida Besi terhadap Sifat Tanah Berpelapukan Lanjut

The Role of Iron Oxide in The Characteristics of the Highly Weathered Soil

A. HIDAYAT¹, S. HARDJOWIGENO², M. SOEKARDI¹, S. SABIHAM²

ABSTRAK

Oksida besi umumnya dijumpai dalam mineral liat tanah-tanah berpelapukan lanjut (tanah berliat aktivitas rendah) seperti Oxisols. Untuk mengantisipasi pengelolaan tanah Oxisols, pengetahuan mengenai peran oksida besi sangat dibutuhkan. Penelitian bertujuan untuk mempelajari peran oksida besi terhadap kapasitas tukar kation (KTK), muatan titik nol (pHo), air tersedia, indeks plastisitas, warna tanah, dan jerapan fosfat maksimum (JFM). Pengamatan dan pengambilan contoh tanah dilakukan masing-masing di dua lokasi pada tiga sub grup tanah Oxisols, yaitu Typic Hapludox, Plinthic Hapludox, dan Anionic Acrudox. Pada tiap lokasi, diteliti 3 buah pedon berdasarkan toposekuen. Analisis laboratorium meliputi penentuan kandungan besi dengan ekstraksi sitrat ditionit bikarbonat, amonium oksalat, dan pirofosfat (Fe.d, Fe.o, dan Fe.p), KTK, pHo, air tersedia, angka atterberg, dan JFM. Analisis data dilakukan dengan uji korelasi matrik dan regresi sederhana maupun berganda. Analisis Komponen Utama dilakukan untuk mengatasi multikolinearitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar Fe.d dan Fe.o tertinggi sampai terendah dijumpai masing-masing pada kelompok tanah Anionic Acrudox (12,03 – 12,27 dan 1,01 – 1,12%), Typic Hapludox (9,52 – 10,57 dan 0,31 – 0,46%), dan Plinthic Hapludox (6,31 – 9,40 dan 0,09 – 0,17%). Uji regresi berganda antara KTK dan beberapa sifat tanah menunjukkan bahwa Fe.d dan Fe.o dapat menerangkan keragaman paling tinggi (35,8%). Sedangkan korelasi pHo dan Fe.o menghasilkan angka tertinggi dan sangat nyata ($r^2 = 0,65$). Oksida besi juga sangat berpengaruh terhadap air tersedia, indeks plastisitas, warna tanah, dan JFM.

Kata kunci : Oksida besi, Tanah berpelapukan lanjut

ABSTRACT

Iron oxide is generally found in the clay mineral composition of highly weathered soil (low activity clay soil) like Oxisols. There is limited information about the role of iron oxide in Oxisols, on the other hand the information is very important when we want to make use of the Oxisols. This study was done to investigate the role of iron oxide in the soil characteristic especially CEC, pHo, available water, plasticity index, soil color and maximum phosphate absorption.

Soil samples were taken based on Soil Survey Staffs (1991), from different kinds of highly weathered soil i.e: Typic Hapludox, Plinthic Hapludox and Anionic Acrudox, each sample was taken from two locations. At each location sample was taken from three different site : upper, middle and lower slope. Chemical analysis was done to determine the level of Fe.d, Fe.o, Fe.p, CEC (NH₄OAc 1 M), pHo, available water, atterberg index and maximum phosphate absorption, and soil characteristics that useful for soil classification. Data were analyzed using

matrix correlation test, simple and multiple regression. Principle Component Analysis was used to solve when multicollinearity problem happen.

Results show that the Anionic Acrudox has the highest content of Fe.d and Fe.o, varied from 12.03 – 12.27% and 1.01 – 1.12%. Followed by Typic Hapludox varied from 9.52 – 10.57% and 0.31 – 0.46% respectively for Fe.d and Fe.o. The level of Fe.d and Fe.o for Plinthic Hapludox varied from 6.31 – 9.40% and 0.09 – 0.17%. The higher the iron oxide content the lower the cation exchange capacity and the higher of the pHo. Multi regression analysis results between CEC and some soil characteristics shows that Fe.d and Fe.o can indicate the highest variability namely 35.8%. While correlation between pHo and Fe.o shows the highest correlation and highly significant ($r^2 = 0.65$).

Iron oxide has highly effect on available water and plasticity index, the higher the iron oxide content, the higher is the available water and the lower the plasticity index. The higher the iron oxide content the higher is intensity of red color of the soil. And the higher the iron oxide content, the higher is the maximum phosphate absorption; this condition is disadvantageous for plants, because the phosphate is not available for plants.

Keyword : Iron oxide, Highly weathered soil

PENDAHULUAN

Latar belakang

Pada masa lalu, mineral dengan muatan tidak tetap disebut mineral bermuatan tergantung pada pH larutan. Akan tetapi selain pH, mineral tersebut juga tergantung pada faktor lain seperti konsentrasi elektrolit dan valensi ion lawan dari larutan kesetimbangan. Oleh karena itu sebutan mineral bermuatan tergantung pada pH diganti menjadi "muatan variabel" yang dianggap lebih baik. Muatan variabel merupakan sifat muatan dari tanah liat aktivitas rendah atau tanah berpelapukan lanjut dan salah satu diantaranya dijumpai pada Oxisols.

Oxisols merupakan tanah-tanah yang berpelapukan lanjut terluas di dunia yaitu sekitar

¹ Staf Peneliti Puslitbang Tanah dan Agroklimat

² Guru Besar di Institut Pertanian Bogor

833 juta ha atau 23% dari luas daerah tropika (Sanchez dan Logan, 1992). Di Indonesia penyebaran Oxisols menempati $\pm 14,794$ juta ha atau 7,5% dari luas daratan Indonesia (Subagyo *et al.*, 2000). Penelitian tanah-tanah ini khususnya tentang komposisi mineral, fisikokimia, dan tingkat pelapukannya sangat terbatas. Data yang dilaporkan oleh Buurman dan Soepraptohardjo (1980) menunjukkan bahwa komposisi mineral dari fraksi liat sangat bervariasi dari satu lokasi ke lokasi lain, yang antara lain tergantung pada bahan induknya. Komposisi mineral dari fraksi liat tanah Oxisols dari Sulawesi Tenggara terutama tersusun dari kaolinit dan goetit dengan sedikit gipsit dan kuarsa. Sedangkan tanah Oxisols dari Kalimantan Selatan adalah goetit, hematit dan gipsit dengan sedikit kaolinit; Oxisols dari Sumatra Barat terdiri dari kaolinit dengan sedikit gipsit, chlorite, dan kuarsa.

Pada kebanyakan tanah Oxisols, jumlah muatan permanen sangat kecil, sedangkan kapasitas tukar kation (KTK) dan kapasitas tukar anion (KTA) umumnya berasal dari muatan variabel pada permukaan mineral-mineral oksida dan bahan organik. Tinggi rendahnya KTK dan KTA tergantung pada pH tanah dan luas permukaan koloid tanah (Juo dan Adams, 1986). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa kebanyakan pH tanah berpelapukan lanjut antara 4-6, sedangkan muatan titik nol oksida besi dan aluminium beserta hidroksidanya pada pH antara 7-9. Dengan demikian oksida besi dan aluminium hanya akan menyumbang jerapan anion.

Dari beberapa data penelitian, secara keseluruhan oksida besi selalu menyertai dalam komposisi mineral pada Oxisols. Mengingat peran oksida besi cukup besar dalam tanah ini, maka penelitian yang lebih mendalam masih sangat diperlukan.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui peranan oksida besi terhadap beberapa sifat tanah, khususnya Kapasitas Tukar Kation, Muatan Titik Nol (pHo), air tersedia, indeks plastisitas, warna

tanah, dan jerapan fosfat maksimum. Dengan diketahuinya peran oksida besi pada tanah Oxisols atau tanah berpelapukan lanjut, maka diharapkanantisipasi tindakan pengelolaannya dapat dilakukan.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Pedon sebagai bahan penelitian diambil dari tiga macam Oxisols yang berbeda dalam tingkat sub grupnya, yaitu Anionic Acrudox, Plinthic Hapludox, dan Typic Hapludox. Untuk tiap sub grup Oxisols diambil dua lokasi sebagai ulangan. Pada tiap lokasi diambil 3 pedon untuk diteliti, masing-masing dari lereng atas, lereng tengah, dan lereng bawah. Dengan demikian jumlah seluruh pedon yang diteliti adalah 18 buah pedon, dengan jumlah contoh tanah 106 buah contoh.

Anionic Acrudox diambil dari lokasi Zipur dan Kait-Kait; Plinthic Hapludox diambil dari lokasi Pulau Sari dan Gunung Raja; dan Typic Hapludox diambil dari lokasi Pantai Lintah dan Tanjung. Semua lokasi terletak di Kabupaten Tanah Laut, Propinsi Kalimantan Selatan.

Metode

Metode penelitian mencakup pengamatan dan pengambilan contoh tanah, yang merujuk kepada Soil Survey Staffs (1991). Contoh tanah yang berjumlah 106 contoh dan berasal dari pedon-pedon tanah penelitian, dianalisis sifat-sifat fisika dan kimianya di laboratorium tanah Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor. Penelitian dilaksanakan Oktober 1996 – Februari 1998.

Besi dan aluminium ditetapkan dengan ekstraksi sitrat ditionit bikarbonat (Fe.d dan Al.d), ekstraksi amonium oksalat (Fe.o dan Al.o), dan dengan ekstraksi pyrofosfat (Fe.p dan Al.p).

Reaksi tanah (pH H₂O dan KCl) ditetapkan dengan pH meter menggunakan Elektroda Gelas. Karbon organik ditetapkan dengan metode Walkley dan Black, sedangkan KTK dengan ekstraksi

NH_4OAc 1 N pH 7 dan NH_4Cl 1 N; KTA dengan ekstraksi NH_4Cl 1 N. Basa-basa (K, Na, Ca dan Mg) ditetapkan dari ekstrak NH_4OAc 1 N pH 7. Aluminium dan Hidrogen dapat dipertukarkan (Al.dd dan H.dd) ditetapkan dengan ekstraksi KCl 1 N, sedangkan *Extractable Acidity*/kemasaman terekstrak (EA) dengan ekstraksi BaCl_2 TEA pH 8,2.

Jerapan Fosfat Maksimum (JFM) didasarkan pada Jerapan isothermal Langmuir, muatan titik nol (pHo) mengikuti Uehara dan Gilman (1981). Tekstur ditetapkan dengan metode pipet. Kandungan air dan angka-angka Atterberg ditentukan merujuk pada LPT (1979).

Analisis data secara kuantitatif dilakukan dengan cara melakukan uji korelasi matrik untuk mengetahui keterkaitan antara sifat-sifat tanah dan regresi sederhana untuk mengetahui hubungannya. Sedangkan terhadap sifat-sifat tertentu (KTK tanah dan JFM) dilakukan analisis regresi berganda dengan beberapa sifat tanah, dimana KTK tanah dan JFM sebagai peubah tetap dan sifat-sifat tanah lainnya sebagai peubah bebas. Untuk mengatasi terjadinya multikolinearitas antar peubah bebas, dilakukan pendekatan dengan menggunakan Analisis Komponen Utama (*Principle Component Analysis* = PCA), perhitungannya dibantu dengan paket program Systat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan besi dalam pedon

Kadar besi yang terekstrak larutan sitrat ditionit bikarbonat (Fe.d) dan yang terekstrak larutan amonium oksalat (Fe.o) rata-ratanya disajikan pada Tabel 1. Menurut Mehra dan Jackson (1960 dalam Jackson, 1969) ekstraksi dengan larutan sitrat ditionit bikarbonat dapat melarutkan hampir semua oksida besi yang bersifat kristalin dan amorf. Ekstraksi dengan asam oksalat dapat melarutkan oksida besi yang bersifat amorf. Oleh karena itu selisih antara Fe.d dan Fe.o dapat

dipakai sebagai penduga adanya oksida besi kristalin, seperti goetit dan hematit.

Pada kelompok Typic Hapludox rata-rata kandungan Fe.d tiap pedon berkisar antara 9,52 – 10,57%. Demikian pula variasi antara horison di dalam pedon tidak begitu besar. Dibandingkan dengan kelompok tersebut, kandungan Fe.d pada kelompok Plinthic Hapludox sedikit bervariasi, meskipun variasinya tidak begitu besar, yaitu rata-ratanya berkisar antara 6,31 – 9,40%.

Pada semua pedon kelompok Anionic Acrudox, kandungan Fe.d pada tiap horison berkisar antara 11,80 – 12,40%. Hampir tidak dijumpai perbedaan kandungan Fe.d antar horison dalam pedon, atau antar pedon dalam satu lokasi atau antar lokasi pada tanah ini.

Tabel 1. Nilai rata-rata Fe.d dan Fe.o tiap pedon

Table 1. Averaged Fe.d and Fe.o values by pedon

Pedon	Fe.d %	Fe.O %	Fe.o/Fe.d
<i>Typic Hapludox</i>			
Lokasi Pantai Linoh (PL)			
PL-1	9,52	0,41	0,040
PL-2	10,23	0,31	0,030
PL-3	10,49	0,46	0,040
Lokasi Tanjung (TJ)			
TJ-1	10,57	0,35	0,030
TJ-2	10,22	0,38	0,040
TJ-3	10,38	0,41	0,040
<i>Plinthic Hapludox</i>			
Lokasi Pulau Sari (PS)			
PS-1	9,39	0,12	0,012
PS-2	8,63	0,17	0,02
PS-3	6,31	0,09	0,014
Lokasi Gunung Raja (GR)			
GR-1	7,83	0,15	0,020
GR-2	9,40	0,17	0,018
GR-3	8,25	0,14	0,017
<i>Anionic Acrudox</i>			
Lokasi Zipur (ZP)			
ZP-1	12,21	1,07	0,087
ZP-2	12,08	1,12	0,090
ZP-3	12,03	1,04	0,086
Lokasi Kait-Kait (KK)			
KK-1	12,27	1,10	0,089
KK-2	12,08	1,15	0,095
KK-3	12,03	1,01	0,084

Keterangan :

Fe.d = besi terekstrak sitrat ditionit bikarbonat

Fe.o = besi terekstrak amonium oksalat

Kandungan Fe.o yang merupakan penduga besi amorf, pada kelompok Anionic Acrudox juga hampir seragam, yaitu rata-rata tiap pedon berkisar antara 1,01 – 1,12%. Pada kelompok Plinthic Hapludox berkisar antara 0,09 – 0,17%. Sedangkan pada kelompok Typic Hapludox rata-rata berkisar antara 0,31 – 0,46%.

Jika ketiga kelompok tanah yang diteliti dibandingkan, maka kelompok Anionic Acrudox mempunyai kandungan Fe.d dan Fe.o tertinggi, kemudian kelompok Typic Hapludox dan yang terendah kelompok Plinthic Hapludox. Dilihat dari pola di dalam solum, kandungan Fe.o pada kelompok Anionic Acrudox tetap hampir seragam, sedangkan pada kelompok Typic Hapludox ada kecenderungan Fe.o turun sesuai kedalaman. Homogennya kandungan Fe.o pada kelompok pertama sejalan dengan tingkat pelapukan yang tinggi, sehingga relatif tidak terjadi lagi perubahan-perubahan besi di dalam solum. Hal ini ditunjukkan pula oleh nisbah Fe.o/Fe.d pada kelompok ini hampir seragam pada semua horison. Sedangkan pada kelompok lainnya masih terjadi perubahan-perubahan bentuk besi dalam solum karena tingkat pelapukannya lebih rendah.

Pada kelompok Plinthic Hapludox dan Typic Hapludox nisbah Fe.o/Fe.d cenderung turun sesuai kedalaman. Hal tersebut menunjukkan bahwa pembentukan besi kristalin di lapisan atas terhambat dibandingkan dengan lapisan bawahnya. Salah satu kemungkinan penjelasannya adalah sebagai berikut. Kandungan bahan organik cukup tinggi pada lapisan atas dan kemudian turun sesuai dengan kedalaman. Bahan organik dapat membentuk kompleks dengan besi amorf sehingga pembentukan besi kristalin terhambat. Karena bahan organik di lapisan atas lebih tinggi, maka pembentukan besi kristalin yang paling terhambat adalah di lapisan atas. Menurut Parfitt et al., 1983 (dalam Syarif S., 1990) dan Buurman (1990) besi yang berada sebagai kompleks dengan bahan organik dapat diekstrak oleh larutan asam pirofosfat.

Pengaruh oksida besi terhadap beberapa sifat tanah

Kapasitas tukar kation (KTK) dan muatan titik nol (pHo)

Rata-rata KTK pada tiap pedon yang termasuk kelompok Anionic Acrudox berkisar antara 3,34 – 4,54 cmol (+)/kg tanah (Tabel 2). Pada kelompok Plinthic Hapludox rata-rata tiap pedon berkisar antara 4,01 – 6,16 cmol (+)/kg tanah, kecuali pedon PS-3 rata-rata KTK nya agak rendah (2,25 cmol(+)/kg tanah). Rendahnya nilai KTK pada pedon ini, karena teksturnya lebih kasar dibandingkan dengan pedon lainnya. KTK liatnya hampir sama dengan KTK liat pedon lainnya dari kelompok tanah yang sama.

Untuk kelompok tanah Typic Hapludox rata-rata KTK pada tiap pedon antar lokasi sedikit bervariasi. Pedon yang berada pada lokasi Pantai Linoh, rata-rata KTK berkisar antara 9,03 – 11,53 cmol (+)/kg tanah, sedangkan pada pedon-pedon yang berada pada lokasi Tanjung berkisar antara 5,88 – 9,70 cmol (+)/kg tanah (Tabel 2). Namun demikian dilihat secara keseluruhan yaitu rata-rata lokasi, KTK pada kelompok ini tertinggi dibandingkan dengan KTK kelompok lainnya. KTK kelompok Plinthic Hapludox menempati urutan kedua dan kelompok Anionic Acrudox, mempunyai KTK terendah, dan menempati urutan ketiga.

Berdasarkan uji korelasi matriks, diperoleh gambaran secara umum bahwa di daerah penelitian, KTK tanah berhubungan erat dengan karbon organik, kadar liat total, oksida besi, dan pH-H₂O (Tabel 3).

Senyawa oksida besi berkorelasi negatif dengan KTK tanah, atau semakin tinggi oksida besi, semakin rendah KTK tanahnya. Hal ini dapat terjadi karena oksida besi (goetit dan hematit) mempunyai nilai pHo antara 7,5 – 8,1 (Parfitt, 1980; Stum dan Morgan, 1981; Breeuswma dan Lyklema, 1973 dalam You dan Adams, 1986). Dengan demikian pada kondisi pH tanah-tanah penelitian yang umumnya berkisar antara 4,5 – 5,5, oksida besi akan menyumbangkan muatan positif atau menurunkan KTK tanah.

Tabel 2. Nilai rata-rata KTK, pHo, air tersedia, angka atterberg, dan jerapan fosfat maksimum
Table 2. Averaged values of CEC, pHo, available water, plasticity index, and max P sorption

Pedon	KTK	pHo	Air tersedia	Angka Atterberg	JFM*)
	cmol + /g tnh		%		µg P/g tnh
<i>Typic Hapludox</i>					
Lokasi P. Lino					
PL-1	11,53	4,16	11,17	22,43	982;1167
PL-2	10,03	4,33	8,80	18,85	1166;1361
PL-3	9,03	4,25	11,03	13,67	841;855
Lokasi Tanjung					
TJ-1	9,70	4,23	8,53	26,77	705;899
Tj-2	6,53	4,41	9,47	15,00	911;1006
Tj-3	5,88	4,35	10,40	21,03	980;1006
<i>Plinthic Hapludox</i>					
Lokasi Pulau Sari					
PS-1	4,68	4,09	7,83	11,63	634;718
PS-2	4,01	4,14	7,07	12,15	636;660
PS-3	2,25	4,13	8,70	15,40	449;631
Lokasi Gn Raja					
GR-1	6,16	4,32	9,23	11,65	622;721
GR-2	5,87	4,13	9,37	10,33	634;753
GR-3	5,79	4,22	7,80	13,62	636;671
<i>Anionic Acrudox</i>					
Lokasi Zipur					
ZP-1	3,43	5,53	15,70	7,00	1478;2755
ZP-2	3,50	6,07	13,13	5,30	1610;2817
ZP-3	3,54	5,88	14,40	6,80	1468;2066
Lokasi Kait-Kait					
KK-1	3,34	6,01	14,33	4,23	1607;1923
KK-2	4,54	5,60	13,53	4,00	1514;1838
KK-3	3,67	5,73	12,17	3,33	1512;1908

Keterangan :

* = Masing-masing untuk horison permukaan dan bawah

Tabel 3. Uji Korelasi matriks KTK Tanah dengan beberapa sifat tanah

Table 3. Correlation matrix between soil CEC and some other soil properties

Sifat tanah	KTK tanah	Karbon organik	Fe.d	Fe.o	Al.d	Al.o	Liat total	PH-H ₂ O
KTKTanah	1,00							
C. Organik	0,48 **	1,00						
Fe.d	-0,10	-0,19	1,00					
Fe.o	-0,23	0,10	0,8 **	1,00				
Al.d	0,10	0,34 **	0,12	0,10	1,00			
Al.o	-0,19	0,25	0,4 **	0,5 **	0,34 **	1,00		
Liat Total	0,47 **	-0,09	0,3 **	-0,04	0,28 **	0,02	1,00	
PH-H ₂ O	-0,6 **	-0,23 *	0,4 **	0,5 **	-0,14	0,17	-0,36	1,00

Keterangan :

** = Sangat nyata

* = Nyata

Pada uji korelasi matrik (Tabel 3) terlihat bahwa antar peubah yang mempengaruhi KTK tanah, juga terjadi korelasi yang nyata antar sesamanya. Karena terjadi korelasi antar peubah bebas, maka untuk melihat hubungan antara KTK dengan beberapa sifat tanah, dilakukan uji regresi berganda, dengan metode Analisis Komponen Utama. Dengan menggunakan Analisis Komponen Utama diharapkan adanya pengaruh akibat multikolinearitas (terjadi korelasi antar peubah bebas) dapat dihilangkan. Dari uji tersebut dihasilkan suatu hubungan sebagai berikut :

$$Y_{(KTK\ Tanah)} = 6,05 - 0,89 Z1 + 1,59 Z2 - 0,48 Z3$$

$$r^2 = 0,71$$

Komponen Z1 ditentukan oleh Fe.o dan atau Fe.d, Z2 oleh Al.d, dan Z3 oleh kadar liat total, dimana masing-masing dapat menerangkan keragaman, yaitu Z1 sebesar 35,8%, Z2 sebesar 24,5%, dan Z3 sebesar 18,2%. Dengan demikian tampak bahwa besi yang terekstrak sitrat ditionit bikarbonat (Fe.d) dan asam oksalat (Fe.o) merupakan sifat terpenting dalam hubungan tersebut, atau yang sangat mempengaruhi KTK tanah, karena dapat menerangkan keragaman paling tinggi, yaitu 35,8%.

Kelompok tanah Anionic Acrudox memiliki nilai pHo tertingi dan berbeda dengan kelompok tanah Plinthic Hapludox dan Typic Hapludox. Pada dua kelompok terakhir nilainya tidak begitu berbeda, namun secara riil rata-rata kelompok sekuen Typic Hapludox lebih tinggi daripada kelompok sekuen Plinthic Hapludox.

Beberapa pustaka menyebutkan berbagai sifat tanah yang mempengaruhi pHo. Sakurai et al. (1989) mengemukakan bahwa oksida besi, alumunium, silikat, dan kadar air dapat mempengaruhi pHo. Oksida besi berpengaruh positif terhadap pHo karena senyawa tersebut memiliki pHo lebih besar dari 7. Sedangkan Park (1965 dalam Sakurai et al., 1989) mengemukakan bahwa oksida-oksida amorf memiliki nilai pHo lebih tinggi dari oksida kristalin. Kemudian Sakurai et al. (1989) menambahkan bahwa faktor lain yang

mempengaruhi pHo adalah konsentrasi Al dalam larutan tanah, dimana semakin tinggi kadar Al semakin rendah nilai pHo nya.

Hasil uji korelasi pada tanah yang diteliti semuanya menguatkan pendapat tersebut diatas. Korelasi antara pHo dengan kadar Fe.o, Fe.d dan Al.o semuanya bersifat positif dan sangat nyata, serta korelasi antara pHo dengan Fe.o, yaitu oksida besi terekstrak asam oksalat menghasilkan angka tertinggi dan sangat nyata ($r^2 = 0,65$).

Tabel 4. Uji korelasi matriks antara pHo dan beberapa sifat tanah

Table 4. Correlation matrix between pHo and some other soil properties

Sifat tanah	pHo	Al.d	Al.dd	Al.o	Fe.d
pHo	1,00				
Al.d	-0,04	1,00			
Al.dd	-0,67**	0,00	1,00		
Al.o	0,38**	0,19	-0,45**	1,00	
Fe.d	0,69**	0,29	-0,38**	0,47**	1,00
Fe.o	0,80**	0,09	-0,48**	0,50**	0,85**

Keterangan : ** = Sangat nyata

Warna tanah

Pada kelompok Typic Hapludox, lapisan olah (Ap) warnanya coklat tua (7,5 YR 3/3 – 10 YR 4/3). Warna tanah horison B, meskipun relatif homogen dari atas ke bawah di dalam pedon, tetapi antar pedon sedikit berbeda. Pada lokasi Pantai Lintah, pedon PL-1 yang berada di lereng atas berwarna coklat (7,5 YR 4/4) dan pada PL-3 (lereng bawah) merah kekuningan (5 YR 4/6). Jadi ada tendensi makin ke arah lereng bawah warna tanah makin merah.

Keadaan sebaliknya pada lokasi/sekuen Tanjung yang mempunyai puncak lebih tajam. Warna tanah hoison B pedon Tj-1 yang berada di lereng atas berwarna merah (2,5 YR 4/6), sedangkan pada pedon Tj-2 dan Tj-3 yang masing-masing berada pada lereng tengah dan bawah berwarna coklat (5 YR 4/4). Adanya pola yang

tidak jelas antara warna tanah dengan posisi pedon pada lereng, diduga ada hubungannya dengan kandungan goetit/hematit pada masing-masing pedon yang masih memerlukan penelitian lebih lanjut, karena goetit dan hematit dalam penelitian ini tidak ditentukan secara kuantitatif.

Pada kelompok Plinthic Hapludox lapisan olah (Ap) warnanya berkisar antara coklat tua kekelabuan (10 YR 4/2 – 4/3) sampai coklat tua (7,5 YR 4/3 – 4/4), sedangkan pada horison B pada pedon PS-1 dan GR-1 yang berada pada lereng atas umumnya berwarna coklat tua/kuat (7,5 YR 4/6 – 5/6), sedangkan pada pedon PS-3 dan GR-3 yang berada pada lereng bawah berwarna merah kekuningan (5 YR 5/6 – 5/8). Dengan demikian ada tendensi warna tanah cenderung makin merah ke arah lereng bawah, seperti halnya pada kelompok Typic Hapludox. Kelompok tanah Anionic Acrudox dicirikan oleh warnanya yang khas, yaitu merah ungu (10 R 3/2 – 3/3 atau kadang-kadang 2,5 YR 3/2). Warna merah ungu ini terlihat homogen mulai dari lapisan olah (Ap) terus sampai solum bagian bawah.

Berdasarkan uraian di atas dapat dikemukakan, bahwa warna dominan kelompok tanah-tanah tersebut, khususnya pada horison B adalah (5 YR – 7,5 YR); (2,5 YR – 5 YR) dan (10 R – 2,5 YR), masing-masing untuk kelompok tanah Plinthic Hapludox, Typic Hapludox dan Anionic Acrudox. Sebelumnya juga telah dijelaskan bahwa kelompok tanah Anionic Acrudox mempunyai kandungan Fe.d dan Fe.o tertinggi, kemudian kelompok Typic Hapludox dan yang terendah kelompok Plinthic Hapludox.

Melihat tendensi warna tanah dan kandungan besi masing-masing kelompok tanah, dapat disimpulkan bahwa makin tinggi kadar besi, warna tanah makin merah. Hal ini sejalan dengan pendapat Schwertmann dan Taylor (1989) dan Torrent *et al.* (1983) yang mengemukakan bahwa warna tanah sangat dipengaruhi oleh kadar relatif goetit dan hematit, dan warna merah hematit sangat efektif dalam mempengaruhi warna kuning dari goetit. Menurut Torrent *et al.* (1983) terdapat

hubungan kuantitatif antara warna merah pada tanah dengan konsentrasi hematit dalam tanah. Bigham *et al.* (1978) mengemukakan bahwa jika terdapat hematit, warna tanah biasanya 7,5 YR atau lebih merah.

Namun demikian hubungan ini hanya terlihat jika variasi kadar besi agak besar, seperti variasi antar kelompok tanah. Hubungan ini tidak terlihat, baik di dalam sekuen pada satu lokasi maupun antar lokasi dalam kelompok tanah yang sama, akibat variasi kadar besi yang kecil. Penelitian Sys (1977) di Zaire juga menunjukkan adanya variasi yang cukup besar pada kadar besi bebasnya antara tanah yang berwarna 2,5 YR dan tanah yang berwarna 5 YR, yaitu masing-masing 9,0% dan 4%.

Air tersedia dan indeks plastisitas

Kandungan air tersedia pada kelompok Anionic Acrudox rata-ratanya berkisar antara 12,17 – 15,70%, atau termasuk kelas sedang. Pada tanah kelompok Plinthic Hapludox berkisar antara 7,07 – 9,37% atau termasuk kelas rendah, sedangkan pada tanah-tanah kelompok Typic Hapludox berkisar antara 8,80 – 11,17% atau termasuk kelas rendah sampai sedang.

Jika dibandingkan ketiga kelompok tanah tersebut, maka kelompok tanah Anionic Acrudox mempunyai kandungan air tersedia tertinggi dibandingkan kelompok lainnya. Keadaan ini ada kaitannya dengan tingginya oksida besi amorf pada kelompok ini, seperti terlihat pada Tabel 1, karena molekul oksida-oksida ini mengandung gugus H₂O. Hasil perhitungan korelasi antara kadar besi amorf dengan kadar air tersedia menunjukkan korelasi positif ($r^2 = + 0,52$).

Index plastisitas pada kelompok Anionic Acrudox rata-ratanya berkisar antara 3,85 – 6,37 atau termasuk kelas tidak plastis. Pada kelompok Plinthic Hapludox berkisar antara 11,87 – 13,06 atau termasuk agak plastis, sedangkan pada kelompok Typic Hapludox berkisar antara 18,87 – 20,93 atau termasuk agak plastis sampai plastis.

Dari ketiga kelompok tanah tersebut, maka kelompok Anionic Acrudox termasuk yang mudah diolah (tidak plastis). Hal ini berkaitan dengan tingginya oksida besi pada kelompok ini. Uji korelasi menunjukkan adanya keterkaitan yang jelas antara indeks plastisitas dan kadar besi, terutama oksida besi amorf.

Jerapan fosfat

Jerapan fosfat maksimum (JFM) tanah-tanah kelompok Plinthic Hapludox merupakan yang terendah dibandingkan dengan kelompok lainnya, yaitu rata-rata pada tiap lokasi 573 – 631 µg P/g tanah dan 670 – 715 µg P/g tanah masing-masing untuk horison permukaan dan horison bawah. Urutan kedua ditempati kelompok Typic Hapludox dengan rata-rata pada tiap lokasi 865- 996 µg P/g tanah dan 970 – 1127 µg P/g tanah masing-masing untuk horison permukaan dan horison bawah. JFM yang tertinggi dijumpai pada kelompok tanah Anionic Acrudox, yaitu berkisar antara 1519 – 1544 µg P/g tanah dan 1890 – 2546 µg P/g tanah, masing-masing untuk horison permukaan dan horison bawah.

Adanya variasi atau perbedaan nilai jerapan fosfat maksimum, tidak saja antar lokasi, tetapi juga terjadi antara horison permukaan dan horison bawah di dalam satu pedon. Perbedaan tersebut sangat berkaitan dengan sifat kimia, fisik, maupun mineral. Hasil uji korelasi matrik menunjukkan bahwa oksida-oksida (Fe dan Al) dan pH-H₂O berkorelasi positif sangat nyata, sedangkan karbon organik, oksida Fe dan Al terekstrak pyrofosfat dan jumlah basa-basa berkorelasi negatif dengan jerapan fosfat. Diantara oksida-oksida, oksida besi amorf (Fe.o) mempunyai korelasi tertinggi dan sangat nyata ($r^2 = +0,65$). Hal ini memperkuat pendapat-pendapat sebelumnya dimana oksida besi amorf lebih berperan terhadap jerapan fosfat dibandingkan dengan oksida besi kristalin, yang dalam hal ini diwakili oleh Fe.k (Fe.d – fe.o) dengan nilai $r^2 = +0,49$.

Berdasarkan pembahasan di atas nampak beberapa sifat tanah berkorelasi dengan jerapan fosfat dan disamping itu antar sifat tanah tersebut (peubah bebas) juga terjadi korelasi antar sesamanya atau terjadi multikolinearitas. Untuk mengeliminir adanya pengaruh multikolinearitas, dipakai pendekatan Analisis Komponen Utama untuk mencari hubungan antara jerapan fosfat maksimum dengan beberapa sifat yang mempengaruhinya. Hubungan tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Y_{(JFM)} = 461,82 Z1 + 149,03 Z2 + 179,11 Z3 + 96,06 Z4 + 77,62 Z5 - 90,58 Z6 + 119,46 Z7$$

dimana :

- Z1 = Fe.o, Fe.d atau pHo
- Z2 = pH- H₂O
- Z3 = C. Organik
- Z4 = Al.p
- Z5 = Al.o
- Z6 = Jumlah basa2
- Z7 = Al.d

Diantara faktor-faktor di atas, Z1 merupakan yang terpenting karena dapat menerangkan keragaman 22%. Sedangkan Z2 sampai dengan Z7 masing-masing hanya dapat menerangkan keragaman sebesar 9,8%, 10%, 9,5%, 8,9%, 9,9%, dan 9,5%.

KESIMPULAN

1. Kelompok tanah Anionic Acrudox mempunyai kandungan Fe.d dan Fe.o tertinggi, yaitu rata-ratanya berkisar antara 12,03 – 12,27% dan 1,01 – 1,12%, kemudian disusul oleh kelompok Typic Hapludox yang berkisar antara 9,52 – 10,57% dan 0,31 – 0,46% masing-masing untuk Fe.d dan Fe.o. Kandungan Fe.d dan Fe.o untuk kelompok tanah Plinthic Hapludox berkisar antara 6,31 – 9,40% dan 0,09 – 0,17%.
2. Makin tinggi kandungan oksida besi makin rendah Kapasitas Tukar Kation (KTK) dan Muatan Titik Nol (pHo) makin tinggi. Hasil uji

regresi berganda antara KTK dengan beberapa sifat tanah menunjukkan bahwa Fe.d dan Fe.o dapat menerangkan keragaman paling tinggi, yaitu sebesar 35,8%. Sedangkan korelasi pH_o dan Fe.o, menghasilkan angka tertinggi dan sangat nyata ($r^2 = 0,65$).

- Oksida besi sangat berpengaruh terhadap air tersedia dan indeks plastisitas. Makin tinggi oksida besi, makin tinggi air tersedia, makin rendah indeks plastisitas, dan makin mudah tanah untuk diolah. Makin tinggi oksida besi warna tanah makin merah. Sedangkan terhadap Jerapan Fosfat Maksimum berpengaruh positif. Makin tinggi oksida besi makin tinggi JFM dan kurang menguntungkan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Buurman, P. 1990.** The Use of Analyses in Soil Characterization. Latihan Teknik Analisa Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Buurman, P. and M. Soepraptohardjo. 1980.** Oxisols and Associated Soils on Ultramafic and Felsic Volcanic Rocks in Indonesia. P. 71 – 92. *In* P. Buurman (*Ed.*). Red Soils in Indonesia. Agric. Res. Rep. Bulletin No 5. Soil Research Institute, Bogor.
- Bigham, J.M., D.C. Golden, S.W. Buol, S.B. Weed, and L.H. Bowen. 1978.** Iron Oxide Mineralogy of Well Drained Ultisols and Oxisols: II. Influence on Color, Surface Area and Phosphate Retention. Soil Sci. Soc. Am. J.42: 825-830.
- Juo, A.S.R. and F. Adams. 1986.** Chemistry of LAC Soils. Symposium on Low Activity Clays Soils. Technical Monograph No 14. SMSS: 37-62.
- Jackson, M.L. 1969.** Weathering of Primary and Secondary Minerals Soils. Trans. 9th Int. Congr. Soil Sci. Vol. IV, Adelaide, Australia.
- Lembaga Penelitian Tanah. 1979.** Penuntun Analisa Fisika Tanah. LPT, Bogor.
- Parfitt, R.L. 1988.** Variable Charge in Andisols. Proceeding of The Ninth International Soil Classification Workshop. Japan.
- Sanchez, P.A. and T.J. Logan. 1992.** Myths and Science About the Chemistry and Fertility of Soil in the Tropics. *In* : Lal, R. and P.A. Sanchez (*Eds.*). Myths and Science of Soil in the Tropics. SSSA Special Publication No 29. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Winconsin, USA. Pp: 35 – 46.
- Sakurai, K., K.Y. Ohdate, and K. Kyuma. 1989.** Factors Affecting Zero Point of Variable Charge Soil. Soil. Sci. Plant. Nutr.35: 21 – 31.
- Schwertmann, U. 1988.** Some Properties of Soil and Synthetic Iron Oxides. *In*: Stucki, J.W., B.A., and U. Schwertmann (*Eds.*). Iron in Soils and Clay Minerals. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland. Pp : 203-250.
- Schwertmann, U. and R.M. Taylor. 1989.** Iron Oxides. *In*: Dixon, J.B. and S.B. Weed (*Eds.*). Minerals in Soil Environments. 2nd Ed. Soil Sci. Soc. Am., Madison, pp: 379-438.
- Syarif, S. 1990.** Some Characteristics of Andosols from Western Indonesia. PhD Thesis. Science and Nutr. School of Agriculture. University of Western Australia, Perth.
- Sys, C. 1977.** Regional Pedology. Tropical Soil I. International Training Centre for Post-Graduate Soil Scientists. Ghent University.
- Soil Survey Staff. 1991.** Soil Survey Manual. U.S. Dept. Agriculture Handbook No. 18. United States Departement of Agriculture.
- Subagyo, H., Nata Suharta, dan Agus B Siswanto. 2000.** Tanah-Tanah Pertanian di Indonesia. *Dalam* : Adimihardja, A., Le Istiqlal Amien, Fahmudin Agus, dan D. Djaenuddin (*Eds.*) Sumber Daya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Hal 21–66. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Departemen Pertanian.
- Torrent, J., U. Schowertmann, H. Fecther, and F. Alferez. 1983.** Quantitative Relationships Between Soil Color and Hematite Content. Soil Science Vol.136. No.6:354-358.
- Uehara, G. and G.P. Gillman. 1981.** The Mineralogy, Chemistry, and Physics of Tropical Soil with Variable Charge Clays. Westview Tropical Agriculture Series, No 4. Westview Press/Boulder Colorado.

