

## Kesan Ion Fosfat ke atas Jerapan Sulfat oleh beberapa Tanah Malaysia.

(Effect of Phosphate Ions on Sulfate adsorption by some Malaysian soils)

SAMSI AH TAIB dan ZAHARAH ABDUL RAHMAN

Jabatan Sains Tanah, Fakulti Pertanian, Universiti Pertanian Malaysia, Serdang, Selangor, Malaysia.

Perkataan Penunjuk: Jerapan negatif; Kecitaan, Larutan keseimbangan, meterturbid, Meterwarna.

### RINGKASAN

Kajian mengenai kesan ion fosfat ke atas jerapan sulfat membuktikan bahawa ion fosfat adalah berkesan dalam menggantikan tempat ion sulfat yang dijerap. Lantaran dari itu, kuantiti jerapan sulfat berkurangan dengan setiap kenaikan kepekatan ion fosfat. Nyahserapan sulfat negatif atau 'desorption' berlaku apabila kepekatan fosfat dalam larutan yang diberi melebihi 200 g P g<sup>-1</sup> (Siri Bungor dan Siri Melaka) dan 400 µg P g<sup>-1</sup> (Siri Munchong dan Padang Besar). Ini menunjukkan kedua-dua ion sulfat dan fosfat mempunyai keafinan yang berlainan untuk dijerap oleh tanah. Ini seterusnya melibatkan persaingan tempat penyerapan kedua-dua anion pada permukaan tanah.

### SUMMARY

The experiment on the effect of phosphate ion on sulfate adsorption in soils showed that phosphate ion is effective in exchanging with the adsorbed sulfate ions on the soil colloids. The quantity of sulfate ions adsorbed tended to decline with increasing amounts of P added. Sulfate desorption occurred when P concentration reached 200 g P g<sup>-1</sup> soil for Bungor and Melaka series and 400 µg P g<sup>-1</sup> soil for Padang Besar and Munchong series. This shows that these ions had different affinities for adsorption by the soils, and both ions seemed to go for the same adsorption sites.

### PENDAHULUAN

Kajian interaksi di antara anion dan permukaan pepejal tanah telah banyak dijalankan dan telah diketahui bahawa penyerapan anion berlaku di permukaan mineral liat dan permukaan oksida dan hidroksida Fe dan Al yang banyak terdapat dalam tanah-tanah tropikal.

Daripada jenis-jenis anion yang sering terdapat dalam larutan tanah, kajian-kajian telah membuktikan bahawa penyerapan anion oleh tanah bertambah dalam susunan berikut:-



Susunan ini adalah selaras dengan bukti-bukti dari kajian yang telah dilakukan oleh beberapa penyelidik terdahulu. Kamprath *et al.* (1956) mengatakan jerapan sulfat oleh tanah dikurangkan dengan bertambahnya kepekatan ion fosfat dalam larutan. Keputusan yang serupa telah juga didapati oleh Alymore *et al.* (1967), Hingston *et al.* (1972) dan Johnson dan Henderson (1979).

Sejauh ini kajian mengenai jerapan dan retensi fosfat dan sulfat oleh tanah-tanah Malaysia telah pun dijalankan oleh Owen (1947), Mansur (1978), Zaharah (1979), dan Zaharah dan Samsiah (1980). Walaubagaimanapun, kajian tentang kesan ion fosfat ke atas jerapan ion sulfat belum pernah dijalankan lagi. Ini telah mendorong kajian ini dijalankan.

### BAHAN DAN KAEDAH

Sebanyak empat siri tanah telah digunakan dalam kajian ini. Dua daripadanya adalah susunan Oxisol, iaitu siri Munchong (Tropeptic Haplorthox) dan siri Melaka (Tropeptic Haplorthox), manakala dua lagi dari susunan Ultisol iaitu siri Bungor (Typic Tropudult) dan siri Padang Besar (Petroferric Tropudult). Tanah permukaan sedalam 20 cm telah diambil, dikeringkan, ditumbuk dan diayak melalui ayakan saiz 0.5 mm. Jadual 1 menunjukkan sebahagian dari sifat-sifat kimia dan fizik tanah-tanah yang digunakan.

Kaedah keseimbangan telah digunakan dalam kajian ini. Kepekatan ion sulfat yang digunakan dalam larutan keseimbangan adalah tetap. Kepekatan ion fosfat adalah di antara 10 hingga 160  $\mu\text{g P ml}^{-1}$ .

10 g tanah telah diseimbangkan dalam 100 ml larutan 0.01 M  $\text{CaCl}_2$  yang mengandungi 80  $\mu\text{g S ml}^{-1}$  serta beberapa kepekatan P iaitu 10, 20, 40, 80 dan 160  $\mu\text{g P ml}^{-1}$ . Campuran ini digoncangkan dengan menggunakan penggoncang automatik jenis 'Controlled Environment Incubator Shaker', selama 24 jam. Campuran ini kemudiannya diturunkan melalui kertas turas Whatman No. 42. Kepekatan S dalam larutan telah ditentukan dengan cara 'meterturbid' (Juo, 1978) dan kepekatan P telah ditentukan dengan cara 'meterwarna' (Scheel, 1936).

Banyaknya S atau P yang dijerap dapat dikirakan dari persamaan berikut:

$$\begin{array}{l} \text{S atau P} \\ \text{dijerap} = \text{S atau P diberi} - \text{S atau P yang} \\ \text{pada tanah} \quad \text{tinggal dalam} \\ \text{(Sebelum} \quad \text{hasil turasan} \\ \text{keseimbangan)} \quad \text{(Selepas} \\ \quad \quad \quad \text{keseimbangan)} \end{array}$$

## KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Jadual 2, 3, 4 dan 5 menunjukkan kesan ion fosfat ke atas jerapan ion sulfat untuk tanah-tanah siri Bungor, Padang Besar, Melaka dan Munchong.

Keputusan kajian membuktikan bahawa ion-ion fosfat telah berupaya mengurangkan muatan jerapan sulfat oleh tanah, bersesuaian dengan rumusan yang telah dibuat oleh Kamprath *et al.* (1956), Alymore *et al.* (1967) dan Hingston *et al.* (1972). Fenomena ini dapat dijelaskan lagi oleh Rajah 1, yang menunjukkan perkaitan negatif di antara kuantiti jerapan S dan P pada kepekatan S tetap dan pada beberapa kepekatan P diberi.

Jerapan S oleh keempat-empat siri tanah dapat dihalang sepenuhnya apabila kuantiti jerapan P adalah 199  $\mu\text{g P g}^{-1}$  bagi siri Bungor dan siri Melaka dan 270  $\mu\text{g P g}^{-1}$  bagi siri Munchong dan siri Padang Besar (Rajah 1), iaitu dengan hanya ditambahkan antara 200-400  $\mu\text{g P g}^{-1}$  (25-50%) berbanding dengan 800  $\mu\text{g S g}^{-1}$ , bagi kepekatan S. Keputusan ini hampir-hampir menyamai keputusan yang diperolehi oleh Kamprath *et al.* (1956), dimana beliau mendapati jerapan S dapat dihentikan apabila ditambah

JADUAL 1

Sifat-sifat fizik dan sifat-sifat kimia bagi empat siri tanah

	Bungor	Padang Besar	Melaka	Munchong
% lempung	56.69	34.54	54.18	62.43
% kelodak	14.35	24.72	14.86	8.62
% pasir (halus)	14.31	23.34	12.12	15.08
% pasir (kasar)	14.65	17.40	18.84	13.87
pH ( $\text{H}_2\text{O}$ )	4.92	4.46	4.60	4.86
pH (1 N KCl)	4.77	3.68	3.90	4.02
*CEC meq 100 $\text{g}^{-1}$ ( $\text{NH}_4\text{Ac pH 7}$ )	8.90	9.95	7.10	5.50
% karbon organik	3.66	1.78	2.81	2.47
Jumlah P (mg P 100 $\text{g}^{-1}$ )	35.29	20.01	31.87	27.13
'Extractable' S (mg S 100 $\text{g}^{-1}$ )	1.86	1.95	2.54	4.10
<i>Bahan amorfos</i>				
% amorfos Fe	0.38	1.22	1.41	0.98
% amorfos Al	0.40	0.46	0.48	1.13
% amorfos Si	0.03	0.06	0.05	0.16
% Jumlah bahan amorfos	0.81	1.74	1.89	2.27

\* Keupayaan Pertukaran Kation

KESAN ION FOSFAT KE ATAS JERAPAN SULFAT OLEH TANAH

JADUAL 2

Kajian kesan ion fosfat ke atas jerapan sulfat bagi tanah siri Munchong

Perlakuan ( $\mu\text{g g}^{-1}$ tanah)	JERAPAN S		JERAPAN P	
	S yang tinggal ( $\mu\text{g S ml}^{-1}$ )	S yang diserap ( $\text{g } \mu\text{S g}^{-1}$ )	P yang tinggal ( $\mu\text{g P ml}^{-1}$ )	P yang dijerap ( $\mu\text{g P g}^{-1}$ )
800 $\mu\text{g S} + 0 \mu\text{g P}$	666.37	133.63	—	—
800 $\mu\text{g S} + 100 \mu\text{g P}$	773.84	26.16	0.0	100.0
800 $\mu\text{g S} + 200 \mu\text{g P}$	782.84	17.16	0.0	200.0
800 $\mu\text{g S} + 400 \mu\text{g P}$	839.66	-39.66	9.95	390.05
800 $\mu\text{g S} + 800 \mu\text{g P}$	1038.53	-238.53	44.76	755.24
800 $\mu\text{g S} + 1600 \mu\text{g P}$	1085.87	-285.87	338.196	1261.804

S atau P yang dijerap seharusnya mengikut persamaan yang dinyatakan dalam kaedah (S yang tinggal adalah di dalam larutan seharusnya dinyatakan sebagai  $\text{g S ml}^{-1}$  bukan  $\text{g S g}^{-1}$  tanah serupa juga dengan P).

JADUAL 3

Kajian kesan ion fosfat ke atas jerapan sulfat bagi tanah siri Melaka

Perlakuan ( $\mu\text{g g}^{-1}$ tanah)	JERAPAN S		JERAPAN P	
	S yang tinggal ( $\mu\text{g S ml}^{-1}$ )	S yang dijerap ( $\mu\text{g S g}^{-1}$ )	P yang tinggal ( $\mu\text{g P ml}^{-1}$ )	P yang dijerap ( $\mu\text{g P g}^{-1}$ )
800 $\mu\text{g S} + 0 \mu\text{g P}$	724.61	75.39	—	—
800 $\mu\text{g S} + 100 \mu\text{g P}$	730.21	69.79	0.0	100.0
800 $\mu\text{g S} + 200 \mu\text{g P}$	795.51	4.49	0.0	200.0
800 $\mu\text{g S} + 400 \mu\text{g P}$	832.83	-32.82	25.34	374.66
800 $\mu\text{g S} + 800 \mu\text{g P}$	1010.06	-210.06	121.62	678.38
800 $\mu\text{g S} + 1600 \mu\text{g P}$	1056.70	-256.70	567.58	1032.42

JADUAL 4

Kajian kesan ion fosfat ke atas jerapan sulfat bagi tanah siri Bungor

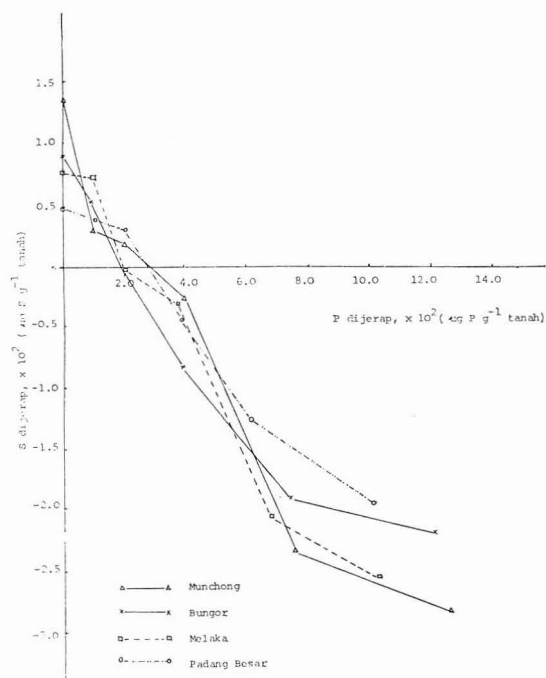
Perlakuan ( $\mu\text{g g}^{-1}$ tanah)	JERAPAN S		JERAPAN P	
	S yang tinggal ( $\mu\text{g S ml}^{-1}$ )	S yang dijerap ( $\mu\text{g S g}^{-1}$ )	P yang tinggal ( $\mu\text{g P ml}^{-1}$ )	P yang dijerap ( $\mu\text{g P g}^{-1}$ )
800 $\mu\text{g S} + 0 \mu\text{g P}$	710.61	89.39	—	—
800 $\mu\text{g S} + 100 \mu\text{g P}$	748.49	51.51	0.0	100.0
800 $\mu\text{g S} + 200 \mu\text{g P}$	805.30	-5.30	0.0	200.0
800 $\mu\text{g S} + 400 \mu\text{g P}$	885.80	-85.80	0.0	400.0
800 $\mu\text{g S} + 800 \mu\text{g P}$	994.70	-194.70	54.71	745.29
800 $\mu\text{g S} + 1600 \mu\text{g P}$	1023.11	-223.11	382.96	1217.04

JADUAL 5

Kajian kesan ion fosfat ke atas jerapan sulfat bagi tanah siri Padang Besar

Perlakuan ( $\mu\text{g g}^{-1}$ tanah)	JERAPAN S		JERAPAN P	
	S yang tinggal ( $\mu\text{g S ml}^{-1}$ )	S yang dijerap ( $\mu\text{g S g}^{-1}$ )	P yang tinggal ( $\mu\text{g P ml}^{-1}$ )	P yang dijerap ( $\mu\text{g P g}^{-1}$ )
800 $\mu\text{g S} + 0 \mu\text{g P}$	756.99	43.01	—	—
800 $\mu\text{g S} + 100 \mu\text{g P}$	764.05	35.95	0.0	100.0
800 $\mu\text{g S} + 200 \mu\text{g P}$	773.37	26.64	0.0	200.0
800 $\mu\text{g S} + 400 \mu\text{g P}$	848.01	-48.01	10.14	389.86
800 $\mu\text{g S} + 800 \mu\text{g P}$	931.27	-131.27	182.44	617.56
800 $\mu\text{g S} + 1600 \mu\text{g P}$	997.27	-197.27	587.84	1012.16

3.6 meq P  $100\text{g}^{-1}$  ( $372 \mu\text{g P g}^{-1}$ ) ke-dalam larutan keseimbangan yang mengandungi 5.4 meq S  $100\text{g}^{-1}$  ( $856 \mu\text{g S g}^{-1}$ ).



Rajah 1: Perkaitan di antara jerapan Sulfat dan Fosfat bagi empat siri tanah pada kepekatan Sulfat tetap dan beberapa paras kepekatan Fosfat.

Seterusnya pengeluaran ion-ion sulfat, atau disebut juga sebagai proses 'desorption' berlaku apabila ditambahkan lebih banyak lagi kepekatan

ion-ion fosfat ke dalam larutan. Proses pengeluaran ion sulfat ini terjadi disebabkan oleh sifat ion sulfat yang tidak dipegang dengan cukup kuat oleh partikel-partikel tanah. Ini membolehkan ion fosfat yang mempunyai keafinan yang lebih tinggi, mengambil alih tempat ion sulfat yang dijerap serta juga menggantikan tempat sulfat yang sedia ada pada permukaan koloid tanah tersebut. Akibatnya, kepekatan ion sulfat dalam larutan keseimbangan adalah lebih tinggi dari kepekatan sulfat yang diberi pada mulanya iaitu sebelum kaedah keseimbangan dijalankan.

Nyahserapan negatif atau 'desorption' seperti yang telah diterangkan oleh Kinjo dan Pratt (1971), disebabkan oleh penolakan keluar ion-ion dari 'diffuse double layer' pada kompleks koloid yang bercas negatif (net negative charge). Dalam hal ini, ion-ion fosfat akan menutralkan cas positif di permukaan koloid dan menyebabkan nisbah cas negatif kepada cas positif adalah tinggi. Akibatnya anion yang mempunyai keafinan yang rendah untuk dijerap (ion sulfat) akan ditolak keluar. Ini bermakna, kuantiti jerapan P yang lebih diafin adalah tinggi dan berupaya menghalang jerapan S.

Kuantiti jerapan P yang mengatasi jerapan S ini telah juga ditunjukkan oleh Hingston *et al.* (1972) pada mana-mana nilai pH. Seterusnya Barrow (1975) juga membuktikan bahawa ion-ion fosfat sangat berkesan untuk mengambil alih tempat sulfat yang dijerap dan ion fosfat juga dapat mengurangkan keupayaan permukaan untuk menyerap S. Oleh kerana itulah beliau telah merumuskan bahawa ion fosfat merupakan ion yang paling sesuai digunakan sebagai larutan ekstrak bagi menggantikan tempat sulfat yang dijerap oleh tanah.

## KESIMPULAN

Kajian ini telah membuktikan bahawa ion fosfat boleh menggantikan tempat ion sulfat yang dijerap. Kedua-dua ion ini mempunyai keafinan yang berlainan untuk dijerap oleh tanah dan bersaing untuk tempat penjerapan dipermukaan koloid tanah.

## PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terimakasih dilafazkan kepada Ketua Jabatan dan semua kakitangan Jabatan Sains Tanah, Universiti Pertanian Malaysia, terutama sekali kakitangan di Makmal Radiokimia Tanah yang telah memberikan pertolongan di sepanjang kerja ini dijalankan.

## BAHAN-BAHAN RUJUKAN

- ADAMS, F. and Z. RAWAJFIH (1977): Basaluminite and aluminite: A possible cause of sulfate retention by acid soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **41**: 686-92.
- AYLMORE, L.A.G., KARIM, M. and QUIRK, J.P. (1967): Adsorption and desorption of sulfate ions by soil constituents. *Soil Sci.* **103**: 10-15.
- BARROW, N.J. (1967a): Studies on extraction and on availability to plants of adsorbed plus soluble sulfate. *Soil Sci.* **104**: 242-49.
- BARROW, N.J. (1967b): Studies on the adsorption of sulfate by soil. *Soil Sci.* **104**: 343-48.
- BARROW, N.J. (1970): Comparison of the adsorption of molybdate, sulfate and phosphate by soils. *Soil Sci.* **109**: 282-88.
- BARROW, N.J. (1975): Reactions of fertilizer sulfate in soils. In "Sulphur in Australasian Agriculture". McLachlan, K.D. (Ed.). Sydney Univ. Press. Sydney. p. 50.
- BARROW, N.J. and SHAW, T.C. (1977): The slow reactions between soil and anions: 7. Effect of time and temperature of contact between an adsorbing soil and sulfate. *Soil Sci.* **124**: 347-54.
- BOLT, G.H. (1976): Adsorption of anions by soils. In "Soil Chemistry A. Basic Elements". Bolt, G.H. and Bruggenwert, M.G.M. (Eds.). Elsevier Scientific Publishing Co. Amsterdam. p. 91.
- CHAO, T.T. (1964): Anionic effects on sulfate adsorption by soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **28**: 581-83.
- HINGSTON, F.J., POSNER, A.M. and QUIRK, J.P. (1972): — Anion adsorption by goethite and gibbsite: I. The role of the proton in determining adsorption envelopes. *J. Soil Sci.* **23**: 177-92.
- JOHNSON, D.W. and HENDERSON, G.S. (1979): Sulfate adsorption and sulfur fractions in a highly weathered soil under a mixed deciduous forest. *Soil Sci.* **128**: 34-39.
- JUO, A.S.R. (1978): Turbidimetric determination of sulfur in plant digest, soil extract and water. Selected Methods for Soil and Plant Analysis Manual Series No. 1. *Inter. Inst. of Trop. Agric.* Ibadan, Nigeria.
- KAMPRATH, E.J., NELSON, W.L. and FITTS, J.W. (1956): The effects of pH, sulfate and phosphate concentration on the adsorption of sulfate by soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **20**: 463-66.
- KINJO, T. and PRATT, P.F. (1971): Nitrate adsorption: II. In competition with chloride, sulfate and phosphate. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **35**: 725-28.
- LIM, H.K. (1975): Working manual for soil analysis. Soil analytical series. Manual No. 6. Min. of Agric. Malaysia.
- MANSUR, A.R. (1978): Retensi fosfat dalam beberapa jenis tanah Malaysia. Kertas Projek, JST, Fakulti Pertanian, UPM.
- OWEN, S.J. (1947): Retention of phosphate in Malayan soils. The nature of phosphate retention in different soil types. *J. Rubb. Res. Ins.* **12**: 1-29.
- RAJAN, S.S.S. (1978): Sulfate adsorbed on hydrous alumina, ligands displaced and changes in surface charge. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **42**: 39-44.
- RAJAN, S.S.S. (1979): Adsorption and desorption of sulfate and charge relationships in allophanic clays. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **43**: 65-69.
- SCHEEL, K.C. (1936): Colorimetric determination of phosphoric acid in fertilizers with the Pulfrich photometer. *Zeitschrift fur Analytische Chemie.* **105**: 256-69.
- ZAHARAH, R. (1979): Phosphate Adsorption by some Malaysian Soils. *Pertanika* **2(2)**, 78-83.
- ZAHARAH, A.R. dan SAMSIH, T. (1980): Jerapan sulfat beberapa jenis tanah Malaysia. *Pertanika* **3(2)**: 87-91.

(Received 6 June 1980)