

Jerapan Sulfat oleh Beberapa Jenis Tanah Malaysia

"Sulphate Adsorption by Some Malaysian Soils"

ZAHARAH A. RAHMAN dan SAMSI AH TAIB

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

Key words: Penjerapan sulfat, isoterm Langmuir, pemotongan, jerapan maxima, tenaga pengikat, angkali korilasi, meterturbid.

RINGKASAN

Satu kajian untuk menilai keupayaan beberapa tanah Malaysia untuk menyerap unsur sulfat telah dijalankan. Empat jenis tanah dari susunan Oxisol dan Ultisol telah digunakan. Sepuluh gram tanah telah diseimbangkan dengan larutan 0.1 M CaCl₂ yang mengandungi beberapa paras sulfat selama 24 jam. Banyaknya sulfat yang hilang dari larutan telah dikira sebagai sulfat terjerap. Data-data penjerapan telah dinilai dengan menggunakan persamaan isoterm Langmuir. Keupayaan jerapan sulfat bagi keempat-empat siri tanah ini telah didapati berlainan dan bertambah mengikut susunan Munchong > Bungor > Melaka > Padang Besar. Kadar maxima penjerapan sulfat adalah 200.40 µg S g⁻¹ tanah bagi siri Munchong, 115.61 µg S g⁻¹ tanah bagi siri Bungor, 107.99 µg S g⁻¹ tanah bagi siri Melaka dan 56.82 µg S g⁻¹ tanah bagi siri Padang Besar.

SUMMARY

An experiment to evaluate the capacity of some Malaysian soils to absorb sulphate ions was conducted. Four representative soils, two from the Order Oxisols and two from Ultisols were used. Ten grams of the soils were equilibrated with 0.1 M CaCl₂, containing various amounts of sulphate ions, for 24 hours. The sulphate disappearing from the solution was taken as the amount adsorbed. The sorption data were evaluated using the Langmuir isotherm equation. It was found that the four soils used differed in their capacity to adsorb sulphate ions, and it increased in the order of Munchong > Bungor > Melaka > Padang Besar. The maximum amounts of adsorbed sulphate were 200.40, 115.61, 107.99 and 56.82 µg S g⁻¹ soil for the Munchong, Bungor, Melaka and Padang Besar series respectively.

PENDAHULUAN

Tanah-tanah tropika yang kebanyakannya berasid telah diketahui mempunyai muatan penjerapan anion yang tinggi kerana beberapa faktor tertentu. Walaupun begitu, anion-anion ini dijerap pada kadar kuantiti yang berbeza oleh tanah yang sama.

Unsur-unsur pemakanan yang diambil oleh tumbuhan dalam bentuk anion adalah fosfat (H₂PO₄⁻, HPO₄⁼), sulfat (SO₄²⁻) nitrat (NO₃⁻) dan klorid (Cl⁻), dimana anion-anion ini biasanya dijerap dipermukaan mineral tanah.

Sejauh ini kajian mengenai jerapan dan reaksi fosfat oleh tanah Malaysia telah dijalankan oleh Owen (1947), Mansur (1978) dan Zaharah (1979). Walaubagaimanapun, kajian yang serupa

mengenai sulfat belum pernah dilakukan lagi. Ini telah mendorong penyelidikan ini dijalankan, untuk mengkaji fenomena jerapan anion sulfat oleh tanah-tanah Malaysia.

BAHAN DAN KAEDAH

Sebanyak empat siri tanah telah dipilih dalam kajian ini. Dua dari 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-tanah ini setelah dikering-udara, dikisar dan diayak dengan saiz 0.5 mm, digunakan dalam semua analisa makmal. Analisa-analisa yang dijalankan ialah pH(H₂O), pH(KCl), jumlah nitrogen (Jackson, 1958), Muatan tukar-

Key to Authors' names: R. Zaharah and T. Samsiah.

ganti kation dan ketepuan bes (Lim, 1975), analisa mekanis, "extractable" S, (Juo, 1978) dan bahan amorfos (Bierman and Baert, 1977).

Kaedah keseimbangan dijalankan dengan menggunakan 10.0 g tanah keringudara (0.5 mm) diseimbangkan dalam 100 ml larutan 0.1 M CaCl_2 yang mengandungi beberapa kepekatan sulfat iaitu 5, 10, 20, 40, 80 dan $120\mu\text{g S ml}^{-1}$. Campuran ini digoncangkan dengan menggunakan penggoncang automatik jenis 'Controlled Environment Incubator Shaker', selama 24 jam. Kemudian diturunkan menggunakan kertas turas Whatman No. 42, Kepekatan S dalam larutan ditentukan dengan cara meterturbid (Juo, 1978).

Banyaknya S yang dijerap dikirakan dari persamaan ini:

$$S \text{ dijerap} = (S \text{ diberi pada tanah}) - (S \text{ tinggal dalam hasil turasan})$$

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Sifat-sifat tanah

Jadual 1 menunjukkan sebahagian dari sifat-sifat kimia dan fizik tanah yang digunakan. Dari

sini dapat diperhatikan bahawa terdapat perbezaan dalam komponen-komponen tanah yang utama seperti kandungan liat dan bahan-bahan amorfos Al dan Fe, walaupun tanah-tanah itu tergolong dalam susunan yang sama.

Jerapan sulfat

Kuantiti jerapan sulfat oleh keempat-empat siri tanah pada beberapa perlakuan kepekatan S ditunjukkan dalam Jadual 2. Kuantiti S dijerap didapati bertambah dengan bertambahnya kepekatan S dalam larutan, tetapi peratus jerapan berkurangan.

Perkaitan diantara S dijerap dengan kepekatan S dalam keseimbangan dapat dilihat dari lengkung isotherm jerapan S (*Rajah. 1*). Kesemua tanah memberikan isotherm jerapan yang berlainan dan ini bermakna keupayaan penjerapannya juga berbeza. Tanah siri Munchong mempunyai keupayaan penjerapan S yang tertinggi sekali, diikuti oleh siri Bungor dan siri Melaka. Manakala tanah siri Padang Besar mempunyai keupayaan menjerap S yang terendah, pada mana-mana kepekatan S diberi.

JADUAL 1
Sifat-sifat Fizik dan Kimia bagi empat siri tanah

Sifat-sifat	Ultisol		Oxisol	
	Bungor	Padang Besar	Melaka	Munchong
% liat	56.69	34.54	54.18	62.43
% seselut	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 (H ₂ O)	4.92	4.46	4.60	4.86
pH (KCl)	4.77	3.68	3.90	4.02
CEC m.e. 100g ⁻¹ (NH ₄ Ac pH 7.0)	8.90	9.95	7.10	5.50
% karbon organan	3.66	1.78	2.81	2.47
Jumlah P (mgP 100g ⁻¹)	35.29	20.01	31.87	27.13
'Extractable' S (mgS 100g ⁻¹)	1.86	1.95	2.54	4.10
<i>Bahan Amorfos</i>				
% Amorfos Fe	0.38	1.22	1.41	0.98
% ,, Al	0.40	0.46	0.48	1.13
% ,, Si	0.03	0.06	0.05	0.16
% jumlah bahan Amorfos	0.81	1.74	1.89	2.27

JERAPAN SULFAT OLEH BEBERAPA JENIS TANAH MALAYSIA

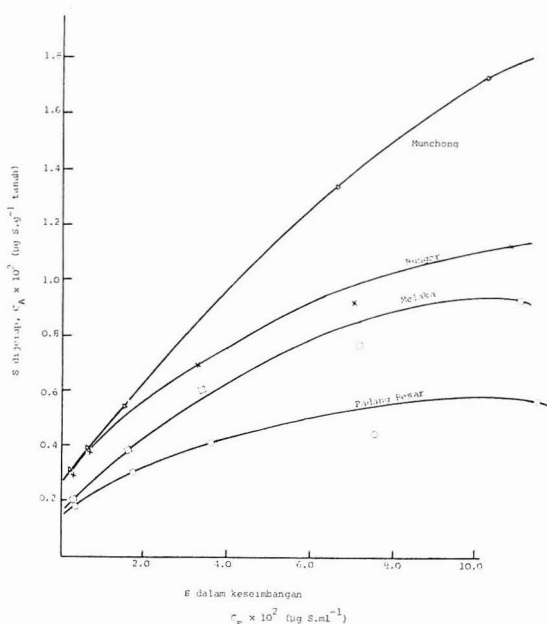
JADUAL 2

Penjerapan S oleh tanah pada beberapa perlakuan kepekatan S yang diberi

Perlakuan $\mu\text{g S g}^{-1}$ tanah	Bungor $\mu\text{g S}$ dijerap	%	Padang Besar $\mu\text{g S}$ dijerap	%	Melaka $\mu\text{g S}$ dijerap	%	Munchong $\mu\text{g S}$ dijerap	%
50	30.68	61.40	17.44	34.49	19.14	38.30	31.36	62.72
100	38.07	38.10	24.83	24.83	22.26	22.30	38.75	38.80
200	62.30	31.20	20.13	15.10	37.89	18.90	53.52	26.80
400	68.18	17.10	40.73	10.20	59.76	14.90	66.02	16.50
800	89.39	11.20	43.01	5.40	75.39	9.40	133.63	16.70
1200	110.60	9.20	54.75	4.60	91.01	7.60	171.41	14.30

Keempat-empat siri tanah ini mempunyai perbezaan yang sangat bermakna untuk menjerap S pada semua perlakuan yang diberi ($P \leq 0.01$). Perbezaan dalam keupayaan penjerapan S ini mungkin disebabkan oleh perbezaan sifat-sifat dan komponen yang terdapat dalam tanah itu sendiri.

bagi tanah siri Padang Besar, kerendahan keupayaan jerapan S adalah disebabkan oleh kandungan liatnya yang rendah (34.54%). Tanah siri Bungor dan Melaka mempunyai kandungan liat yang agak sama ($\pm 55\%$), tetapi terdapat perbezaan yang bermakna dalam keupayaan menjerap S. Ini mungkin disebabkan oleh kandungan bahan organan yang tinggi dalam siri Bungor.



Rajah 1: Isoterm bagi jerapan sulfat oleh empat siri tanah

Mineral liat telah diketahui merupakan salah satu komponen yang bertanggungjawab dalam proses jerapan S (Chao *et al.*, 1962; Black, *et al.*, 1979). Oleh kerana tanah siri Munchong mempunyai kandungan liat yang tertinggi (62.43%) berbanding dengan siri-siri tanah yang lain (Jadual 1) ini menyebabkan kuantiti S dijerap adalah tinggi. Begitu juga

Komponen tanah yang lain seperti kandungan oksid atau hidroksid Al dan Fe juga mempunyai peranan penting dalam proses jerapan S (Ensminger, 1954). Kenyataan ini adalah benar bagi tanah siri Munchong kerana kuantiti S diserap adalah tinggi berikutan dengan kandungan bahan amorfos Al (1.13%) dan Fe (0.98%) yang lebih tinggi dari siri-siri tanah yang lain (Jadual 3). Walaubagaimanapun perkaitan antara keupayaan penjerapan dengan kandungan bahan amorfos ini tidak ditunjukkan oleh tanah siri Melaka dan siri Padang Besar, sungguhpun kedua-duanya mempunyai kandungan bahan amorfos yang tinggi. Keputusan kajian juga menunjukkan tanah siri Bungor berupaya menjerap S dengan banyaknya walaupun kandungan-kandungan bahan amorfos Al dan Fe adalah rendah. Ini mungkin disebabkan oleh kandungan bahan

JADUAL 3

Purata jerapan sulfat oleh empat siri tanah

Siri Tanah	Purata jerapan S ($\mu\text{g Sg}^{-1}$)
Munchong	82.45A
Bungor	66.54B
Melaka	50.91c
Padang Besar	35.15D

Huruf yang sama dalam satu ruang menunjukkan tidak bermakna pada aras 5%.

organannya yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan tanah-tanah lain yang digunakan. Bahan organen juga mungkin mempengaruhi keupayaan menyerap S.

Seterusnya apabila kepekatan S dalam larutan ditambah, bentuk lengkung isoterm agak mendatar dan hampir mencapai maksima. Ini menunjukkan tindakbalas kimia telah berlaku dalam proses jerapan tersebut. Keputusan ini menyamai keputusan yang didapati oleh Kamprath, *et al.* (1956). Ini adalah kerana pada peringkat permulaan (Kepekatan S yang rendah) masih terdapat banyak tempat-tempat penjerapan dipermukaan partikel-partikel tanah dan lama kelamaan akan mencapai satu takat dimana kesemua tempat-tempat tersebut akan dipenuhi oleh ion-ion sulfat. Oleh sebab itulah, partikel-partikel tanah tadi tidak dapat menyerap lebih banyak ion-ion walaupun ditambahkan kepekatan ion S dalam larutan keseimbangan.

Penilaian data penjerapan dengan Persamaan Langmuir

Persamaan Langmuir digunakan untuk menilai data-data penjerapan S, Persamaan ini ditulis sebagai:

$$C_A = K_1 K_2 C_E / (1 + K_1 C_E) \dots\dots\dots (1)$$

dimana: C_A = kuantiti jerapan S ($\mu\text{g S g}^{-1}$ tanah)

C_E = kepekatan keseimbangan S ($\mu\text{g S ml}^{-1}$)

K_1 = angkataap berkaitan dengan tenaga pengikat

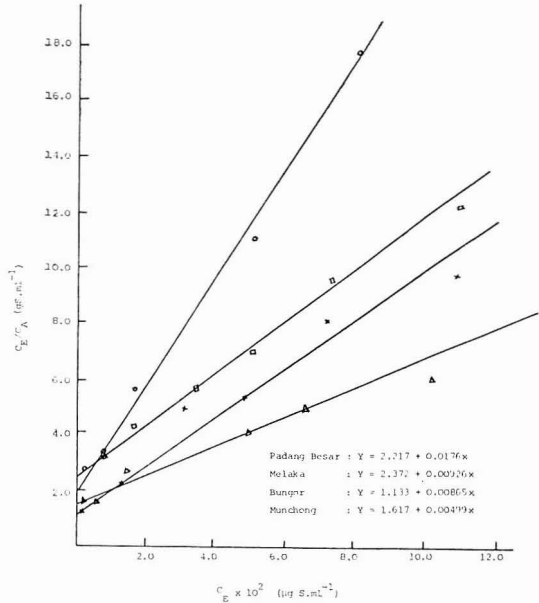
K_2 = jerapan maksima S ($\mu\text{g S g}^{-1}$ tanah)

Persamaan (1) telah diatur semula oleh Syers, *et. al.* (1973) kebentuk:

$$C_E / C_A = 1 / K_1 K_2 + C_E / K_2 \dots\dots\dots (2)$$

Lakaran graf C_E / C_A melawan C_E memberikan satu garisan lurus dimana nilai-nilai K_1 (kecerunan/pemotongan) dan K_2 (kecerunan⁻¹) dapat dikirakan.

Apabila data-data jerapan S dilakarkan berdasarkan kepada persamaan ini, perhubungan yang terus diperolehi bagi semua kepekatan S yang diberi (*Rajah. 2*). Perkaitan ini mempunyai korelasi yang tinggi dan sangat bermakna bagi keempat-empat siri tanah yang digunakan. Seterusnya, nilai jerapan maksima, K_2 , dan angkataap berkaitan dengan tenaga pengikat, K_1 ,



Rajah 2: Isoterm bagi sulfat dijerap oleh tanah dengan menggunakan persamaan Langmuir.

dapat ditentukan secara analisa regresi (Jadual 4). Nilai jerapan maksima telah digunakan oleh Barrow (1970) dalam membandingkan keupayaan beberapa tanah Australia untuk menyerap fosfat, sulfat dan molybdat.

Rumusan dari Jadual 4 menunjukkan tanah siri Munchong mempunyai nilai jerapan maxima yang paling tinggi ($200.40 \mu\text{g S g}^{-1}$ tanah), dengan tenaga pengikatan yang rendah ($0.003 \text{ ml } \mu\text{g}^{-1}$). Ini diikuti pula oleh siri Bungor ($115.61 \mu\text{g S g}^{-1}$), siri Melaka ($107.99 \mu\text{g S g}^{-1}$), dan siri Padang Besar ($56.82 \mu\text{g S g}^{-1}$) dengan tenaga pengikatan masing-masing 0.0076, 0.0039 dan 0.0079 ml μg^{-1} .

Dari analisa regresi jerapan S dapat diperhatikan bahawa susunan nilai jerapan maksima ion sulfat oleh tanah adalah mengikut susunan Munchong > Bungor > Melaka > Padang Besar, iaitu menyamai susunan keupayaan penjerapan S. Ini menunjukkan nilai jerapan maksima dapat digunakan untuk membandingkan kebolehan sesuatu tanah menyerap anion.

KESIMPULAN

Kajian ini telah menunjukkan yang kadar jerapan sulfat bertambah dengan bertambahnya kepekatan ion ini dalam larutan keseimbangan. Sungguhpun begitu, peratus jerapnya adalah

JERAPAN SULFAT OLEH BEBERAPA JENIS TANAH MALAYSIA

JADUAL 4

Ciri-ciri garisan regrasi Langmuir bagi jerapan sulfat oleh empat siri tanah

Ciri-ciri	Bungor	Padang Besar	Melaka	Munchong
Cerun	0.00865	0.0176	0.00926	0.00499
Pemotongan	1.133	2.217	2.312	1.617
Jerapan maksima K ² ($\mu\text{g Sg}^{-1}$)	115.61	56.82	107.99	200.40
Tenaga pengikat K ¹ (ml μg^{-1})	0.0076	0.0079	0.0039	0.0031
Angkali korelasi	0.9895**	0.9877**	0.9878**	0.9133**

**Bermakna pada aras 1%

berkurangan. Keupayaan jerapan bagi keempat-empat siri tanah adalah berlainan dan bertambah mengikut susunan Munchong>Bungor>Melaka>Padang Besar.

PENGHARGAAN

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Encik Sharifuddin bin Hj. Abdul Hamid, Ketua Jabatan Sains Tanah dan semua kakitangan Makmal Radiokimia di Jabatan Sains Tanah yang telah memberikan pertolongan disepanjang kerja ini dijalankan.

RUJUKAN

ALYMORE, L.A.G., KARIM, M., and QUIRK, J.P. (1967): Adsorption and desorption of sulphate ions by soil constituents. *Soil Sci.* **103**: 10-15.

BARROW, N.J. (1969): Effect of adsorption of sulphate by soils on the amount of sulphate present and its availability to plants. *Soil Sci.* **108**: 193-201.

BARROW, N.J. (1970): Comparison of the adsorption of molybdate, sulphate and phosphate by soils. *Soil Sci.* **109**: 282-88.

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.

BIERMANS, V. and BAERT, L. (1977): Selective extractions of amorphous Al, Fe and Si oxides using an alkaline Tiron solution. *Clay Miner.* **12**: 127-135.

BLACK, A.S. and WARING, S.A. (1979): Adsorption of nitrate, chloride and sulphate by some highly weathered soils from Southeast Queensland. *Aust. J. of Soil Res.* **17**: 271-80.

CHAO, T.T. (1964): Anionic effects on sulfate adsorption by soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **28**: 581-83.

CHAO, T.T., HARWARD, M.E., and FANG, S.C. (1962): Soil constituents and properties in the adsorption of sulfate ions. *Soil Sci.* **94**: 276-83.

ENSMINGER, L.E. (1954): Some factors affecting the adsorption of sulfate by Alabama soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **18**: 259-84.

JACKSON, M.L. (1958): *Soil Chemical Analysis*. Englewood Cliffs. New Jersey. Prentice Hall Inc.

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 Tropical Agric.* Ibadan, Nigeria.

KAMPURATH, E.J., NELSON, W.D., and FITTS, J.W. (1956): The effects of pH, sulfate and phosphate concentration and the adsorption of sulfate by soils. *Soil Sci Soc. Amer. Proc.* **201**: 463-66.

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, Universiti Pertanian Malaysia, Serdang, Selangor.*

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.

SYERS, J.K., BROWNEAN, M.G., SMILLIE, G.W., and COREY, R.B. (1973): Phosphate sorption by soils evaluated by the Langmuir Adsorption Equation. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **37**: 358-63.

ZAHARAH, R. (1979): Phosphate adsorption by some Malaysian soils. *Pertanika.* **2(2)**: 78-83.

(Received 10 March 1980)