

**PENGARUH pH DAN KONSENTRASI CaCl_2 TERHADAP
KEMAMPUAN TANAH MINERAL MASAM DALAM MENJERAP FOSFAT
(THE EFFECT OF pH AND CaCl_2 CONCENTRATIONS ON THE ABILITY OF ACID
MINERAL SOIL TO ABSORB PHOSPHATE)**

Uripto Trisno Santoso, Dewi Umaningrum, Abdullah, Ade Mutia Rahmah
Program Studi Kimia, Fakultas MIPA UNLAM,
Jl. Jend. A. Yani Km 35,8 Banjarbaru, Kalsel 70714
Telp: (0511)4772428, email: uriptots@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian pengaruh pH dan konsentrasi CaCl_2 terhadap kemampuan tanah mineral masam dalam menyerap fosfat. Kemampuan tanah mineral masam dalam menyerap fosfat diukur berdasarkan besarnya kapasitas absorpsi tanah menggunakan persamaan isoterm Langmuir. Pengaruh pH terhadap kemampuan tanah dalam menyerap fosfat dipelajari dengan cara mengukur kapasitas absorpsinya pada pH 3, 4, 5, 6 dan 7. Pengaruh konsentrasi CaCl_2 terhadap kemampuan tanah dalam menyerap fosfat dipelajari dengan cara mengukur kapasitas absorpsinya pada variasi konsentrasi CaCl_2 (M): 0,05; 0,1 dan 0,5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH dan konsentrasi CaCl_2 dapat mempengaruhi kemampuan tanah mineral masam dalam menyerap fosfat. Kemampuan tanah mineral masam dalam menyerap fosfat cenderung semakin besar pada pH yang semakin rendah dan pada konsentrasi CaCl_2 yang semakin besar.

Kata kunci : tanah mineral masam, kapasitas absorpsi, fosfat, pH, konsentrasi CaCl_2

ABSTRACT

The effect of pH and CaCl_2 concentrations on the ability of acid mineral soil to absorb phosphate has been studied. The ability of acid mineral soil to absorb phosphate was measured as soil absorption capacity to absorb phosphate using Langmuir isotherm equation. The effect of pH on the soil ability to absorb phosphate was studied by measuring its absorption capacity in pH 3, 4, 5, 6, and 7. The effect of CaCl_2 concentrations on the soil ability to absorb phosphate was studied by measuring its absorption capacity in various CaCl_2 concentrations (M): 0.05, 0.1 and 0.5. The result showed that pH and CaCl_2 concentrations influence the ability of acid mineral soil to absorb phosphate. The ability of acid mineral soil to absorb phosphate increased with decreasing pH and increasing CaCl_2 concentrations.

Keywords: acid mineral soil, absorption capacity, phosphate, pH, CaCl_2 concentration.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki luas areal tanah masam yang cukup luas. Beberapa diantaranya berada di wilayah Kalimantan Selatan, terutama jenis podsolik yang luasnya sekitar 1.203.454 ha atau sekitar 32% dari luas areal Kalimantan Selatan (Badan Pertanahan Nasional, 1988). Luasnya tanah masam tersebut sebenarnya merupakan potensi yang besar untuk pengembangan usaha pertanian, tetapi pemanfaatannya dalam bidang pertanian dapat dihadapkan pada berbagai kendala (Soemarno & Soetono, 1978; Mujib dkk., 2005).

Kendala utama pemanfaatan tanah mineral masam sebagai lahan pertanian adalah tingginya kemampuan tanah dalam menjerap fosfat sehingga fosfat menjadi kurang tersedia bagi tanaman. Menurut Hardjowigeno (2002), akibat kekurangan unsur P pada tanaman adalah pertumbuhan tanaman menjadi terhambat (kerdil) dan daun-daun menjadi ungu atau coklat, karena pembelahan sel terganggu.

Salah satu faktor yang menyebabkan tingginya kemampuan tanah mineral masam dalam menjerap fosfat adalah konsentrasi oksida besi dan aluminium yang cukup tinggi dalam tanah mineral masam (Siradz, 1999). Penelitian absorpsi fosfat oleh komponen kaolin dan mineral oksida besi yang diekstrak dari tanah mineral masam telah dilakukan oleh Siradz

(2002), tetapi absorpsi fosfat oleh tanah mineral masam secara keseluruhan belum diteliti.

Selain itu, karena muatan mineral oksida tanah sangat dipengaruhi oleh pH medium maka dapat diduga bahwa kapasitas tanah mineral masam dalam menjerap fosfat akan dipengaruhi oleh pH. Untuk memperbaiki pH tanah mineral masam, biasanya petani menambahkan kapur, CaO, ke dalam tanah mineral masam. Perlakuan ini sebenarnya tidak sepenuhnya mengatasi masalah karena ion Ca^{2+} dapat beraksi dengan fosfat membentuk endapan yang cukup stabil (Tan, 1998). Dengan demikian menarik untuk meneliti pengaruh pH dan konsentrasi Ca^{2+} terhadap kemampuan tanah mineral masam dalam menjerap fosfat.

Karena kapur, CaO, mudah beraksi dengan air membentuk Ca(OH)_2 yang bersifat basa, yang berarti konsentrasi CaO akan mempengaruhi pH medium, maka pada penelitian ini, pengaruh konsentrasi Ca^{2+} terhadap kemampuan tanah mineral masam dalam menjerap fosfat dipelajari dengan cara menggunakan larutan CaCl_2 , bukan CaO ataupun larutan Ca(OH)_2 . Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan data ilmiah yang akan berguna bagi para peneliti tanah, petugas penyuluhan pertanian atau penentu kebijakan terkait.

METODOLOGI PENELITIAN

Semua penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Dasar MIPA Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi neraca Analitik (OHAUS), ayakan tanah 2,0 dan 0,5 mm, pengaduk magnetik, pengocok (*shaker GFL 3005*), *hotplate*, pH meter (Jenway 3040 *ion analyzer*), oven (Memmert), desikator (E-MIL), Spektrofotometer UV-Vis (6500 Kruss-Optronic Germany), kertas saring Whatman No. 42 dan peralatan gelas standar laboratorium.

Tanah mineral masam yang digunakan adalah tanah Podsolik yang diambil dari Kelurahan Cempaka, Kecamatan Cempaka, Banjarbaru, Kalimantan Selatan. Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini berkualitas analitik (*analytical grade*) produksi E. Merck, meliputi: larutan HClO_4 , HNO_3 , HCl , NaOH , NH_4F , KH_2PO_4 , CaCl_2 , H_2SO_4 , amonium molibdat, kalium stibium tartrat, asam askorbat, toluena, buffer pH 4,0 dan buffer pH 7,0. Akuades yang digunakan merupakan hasil destilasi air PDAM.

Reagen pengompleks askorbat dibuat dengan cara melarutkan sebanyak 1,5 g asam askorbat pada 100 mL larutan amonium molibdat dalam asam sulfat. Larutan amonium molibdat $\{(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}\}$ dalam H_2SO_4 dibuat dengan cara melarutkan 20 g amonium molibdat dalam 30 mL akuades, ditambahkan perlahan-lahan 450 mL asam sulfat 10 N, kemudian ditambahkan lagi

100 mL K-Stibium tartrat 0,5 % (sebanyak 0,5 g K-Stibium tartrat dalam 100 mL akuades) dan diencerkan sampai 1 L dengan akuades. Larutan ini selalu dibuat baru setiap akan melakukan analisis P.

Preparasi Sampel dan Karakterisasi Tanah

Pengambilan sampel tanah mineral masam dilakukan pada lapisan atas dengan kedalaman 10-30 cm. Tanah dikering-anginkan dan diayak (ukuran 0,5-2,0 mm). Tanah mineral masam yang sudah dihomogenkan, disimpan di wadah tertutup, dan siap digunakan untuk analisis pH, P-total, dan P-tersedia dengan metode Houba, & van der Lee (1986). Kurva standar untuk setiap analisis P dibuat dengan mengukur absorbans larutan pada panjang gelombang optimum (710 nm) dengan variasi konsentrasi larutan standar (ppm): 0,0; 0,4; 0,8; 1,2; 1,6; dan 2.

Pengukuran pH Tanah

Sebanyak 50 gram tanah mineral masam yang telah dikeringanginkan dicampur dengan 50 mL akuades, kemudian diaduk menggunakan pengaduk magnetik selama 24 jam. Setelah 24 jam pH diukur menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi dengan buffer pH 4,0 dan 7,0.

Penentuan P-total

Sebanyak 2 gram tanah yang telah diayak dimasukkan ke dalam gelas beaker. Kemudian ditambahkan 6 mL larutan HNO_3 pekat, digojak perlahan dan dipanaskan pada suhu 80 °C. Setelah gas NO_2 dibebaskan, larutan didinginkan dan

kemudian ditambahkan 6 mL HClO_4 pekat, dipanaskan lagi sampai suhu menjadi 120°C dan sekali-sekali digojak sampai diperoleh larutan jernih. Setelah dingin, ditambahkan 1 mL HCl pekat, dipanaskan selama 30 menit dan didinginkan. Selanjutnya disaring ke dalam labu takar 100 mL, dibilas lagi dengan akuades dan diencerkan sampai tanda batas. Sebanyak 2 mL filtrat dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambahkan 7 mL akuades, dan larutan pengompleks askorbat sebanyak 1 mL. Kemudian larutan digojak sebentar dan didiamkan selama 20 menit. Selanjutnya diukur absorbansnya pada panjang gelombang optimum, yakni 710 nm.

Penentuan P-tersedia

Sebanyak 1 gram tanah yang telah diayak dimasukkan ke dalam botol erlenmeyer yang berisi dengan 7 mL larutan pengeksrak ($0,03\text{ N NH}_4\text{F}$ dan $0,025\text{ N HCl}$). Suspensi digojak selama 1 menit dan kemudian disaring dengan kertas saring Whatman 42. Sebanyak 2 mL filtrat dimasukkan dalam tabung reaksi dan ditambahkan 7 mL akuades. Selanjutnya ditambahkan larutan pengompleks askorbat sebanyak 1 mL, digojak sebentar dan didiamkan selama 20 menit dan diukur absorbansnya pada panjang gelombang optimum (710 nm).

Pengaruh pH

Sebanyak 0,5 gram tanah dimasukkan ke dalam botol plastik, ditambahkan 10 mL larutan P 1000 ppm dalam CaCl_2 0,01 M yang mengandung 1

tetes toluena. Pelarut akuades yang digunakan untuk membuat larutan tersebut diatur pH-nya menjadi 3 menggunakan HCl 0,01 N dan NaOH 0,01 N. Campuran ini digojak menggunakan *shaker* selama 1 jam. Setelah 1 jam, penggojakan dihentikan dan campuran dibiarkan bereaksi selama 24 jam. Prosedur yang sama dibuat dalam 6 tabung plastik untuk konsentrasi P (ppm): 50, 100, 200, 400, 600 dan 800. Setelah selang waktu ini, masing-masing campuran disaring dengan kertas saring Whatman 42. Sebanyak 2 mL filtrat dimasukkan dalam tabung reaksi, ditambahkan 7 mL akuades, dan 1 mL larutan pengompleks askorbat. Larutan digojak sebentar dan didiamkan selama 20 menit. Selanjutnya diukur absorbansnya pada panjang gelombang optimum (710 nm). Percobaan yang sama diulang untuk pH 4, 5, 6, dan 7.

Pengaruh Konsentrasi CaCl_2

Sebanyak 0,5 gram tanah dimasukkan ke dalam botol plastik, ditambahkan 10 mL larutan P 1000 ppm dalam CaCl_2 0,05 M yang mengandung 1 tetes toluena. Campuran ini digojak menggunakan *shaker* selama 1 jam. Setelah 1 jam, penggojakan dihentikan dan campuran dibiarkan bereaksi selama 24 jam. Prosedur yang sama dibuat dalam 6 tabung plastik untuk konsentrasi P (ppm): 50, 100, 200, 400, 600 dan 800. Setelah selang waktu ini, masing-masing campuran disaring dengan kertas saring Whatman 42. Sebanyak 2 mL filtrat dimasukkan dalam tabung reaksi,

ditambahkan akuades 7 mL dan larutan pengompleks askorbat sebanyak 1 mL. Larutan digojak sebentar dan dibiarkan selama 20 menit. Selanjutnya diukur absorbansnya pada panjang gelombang optimum, yakni 710 nm. Percobaan yang sama diulang untuk konsentrasi CaCl_2 0,1 dan 0,5 M.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Tanah

Hasil analisis fisika-kimia terhadap tanah yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 1. Karakterisasi fisika-kimia tanah

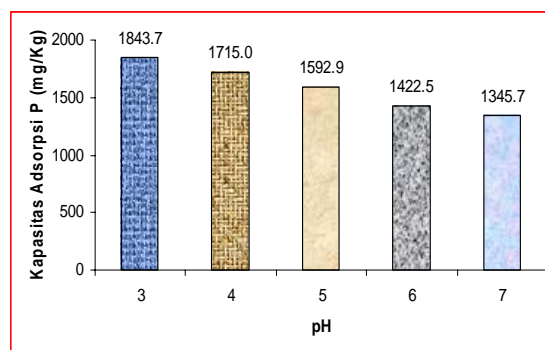
Sampel	pH	P-tersedia (ppm)	P-total (ppm)
Tanah	4,94	2,12	50,00

Berdasarkan kriteria penilaian sifat tanah menurut kriteria penilaian sifat fisika-kimia tanah (Hardjowigeno, 2002) maka hasil analisis ini menunjukkan bahwa tanah ini termasuk kategori tanah masam (pH: 4,5-5,5). Besarnya kandungan P-total dan P tersedia (P_2O_5 Bray I) termasuk dalam kategori sangat rendah (kandungan P-tersedia < 10 ppm, dan P-total < 100 ppm).

Pengaruh pH

Absorpsi fosfat pada tanah mineral masam dilakukan selama 24 jam sesuai dengan prosedur penentuan absorpsi fosfat yang telah dilakukan oleh Siradz (2002), yang menunjukkan bahwa waktu kesetimbangan absorpsi fosfat pada

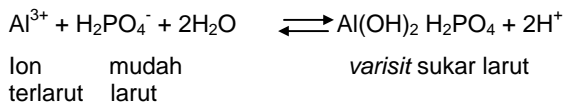
mineral kaolin dan mineral oksida besi yang diekstrak dari tanah mineral masam adalah 24 jam. Pengaruh pH terhadap kemampuan tanah dalam menyerap fosfat disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh variasi pH terhadap kemampuan tanah mineral masam dalam menyerap fosfat.

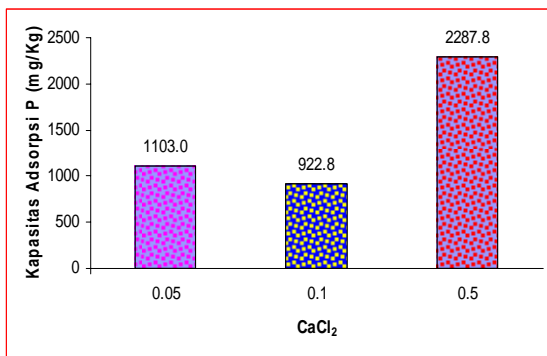
Gambar 1 menunjukkan bahwa pengaruh pH terhadap kemampuan tanah mineral masam dalam menyerap fosfat semakin besar pada pH medium yang semakin kecil. Hal ini dapat terjadi karena muatan permukaan mineral oksida tanah tergantung konsentrasi H^+ dan OH^- di dalam larutan tanah. Pada tanah-tanah mineral masam yang banyak mengandung oksida aluminium, oksida besi dan mangan, akan cenderung bermuatan positif pada $\text{pH} < 6$ (Siradz, 2002) dan cenderung menyerap anion untuk menjaga keseimbangan muatan permukaannya dengan ikatan elektrostatis. Menurut Siradz (2002) ada dua mekanisme jerapan fosfat oleh mineral-mineral lempung, yaitu pertukaran ion fosfat dengan gugus hidroksil pada lapisan gipsit dan/atau sebagai anion tertukarkan yang mengimbangi muatan positif.

Menurut Tan (1998), pada pH rendah konsentrasi ion H^+ dalam tanah mengalami kenaikan dan mineral kaolin mudah mengalami dealuminasi, terutama gugus-gugus aluminol sehingga konsentrasi ion Al^{3+} akan menjadi semakin besar pada pH tanah mineral masam yang semakin rendah. Karena fosfat dapat berikatan dengan ion Al^{3+} membentuk endapan Al-fosfat, maka semakin kecil pH medium akan semakin besar fosfat yang terjerap pada tanah mineral masam.



Pengaruh Konsentrasi $CaCl_2$

Hasil uji pengaruh konsentrasi $CaCl_2$ terhadap kemampuan tanah dalam menyerap fosfat disajikan pada Gambar 3.

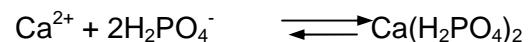


Gambar 3 Pengaruh variasi konsentrasi $CaCl_2$ (0,05; 0,1; dan 0,5 M) terhadap kemampuan tanah mineral masam dalam menyerap fosfat.

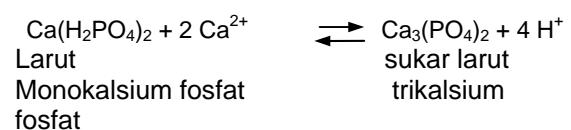
Data pada Gambar 3 menunjukkan bahwa pada konsentrasi $CaCl_2$ yang cukup besar (0,5 M), kapasitas tanah dalam menyerap fosfat jauh lebih tinggi

daripada kapasitas tanah dalam menyerap fosfat pada konsentrasi $CaCl_2$ 0,05 M dan 0,1 M. Ini dapat diartikan bahwa konsentrasi Ca^{2+} berpengaruh nyata terhadap kemampuan tanah mineral masam dalam menyerap fosfat.

Penambahan $CaCl_2$ ke dalam tanah mineral masam dapat meningkatkan kemampuan tanah mineral masam dalam menyerap fosfat. Ini dapat terjadi karena oksida-oksida mineral komponen penyusun tanah mineral masam pada pH rendah cenderung bermuatan positif dan kation-kation seperti Ca^{2+} tidak terjerap tanah tetapi tetap dalam larutan tanah, sehingga kation Ca^{2+} dapat beraksi dengan fosfat membentuk $Ca(H_2PO_4)_2$.



Produk $Ca(H_2PO_4)_2$ ini relatif dapat larut tetapi dapat beraksi lanjut dengan Ca^{2+} membentuk $Ca_3(PO_4)_2$ yang sukar larut.



Data Gambar 3 ini dapat dijadikan sebagai sebuah petunjuk bahwa kebiasaan upaya menaikkan pH tanah mineral masam dengan menambahkan kapur ke dalam tanah memang dapat meningkatkan pH tanah tetapi perlakuan ini juga dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam menyerap fosfat terutama pada konsentrasi kapur yang berlebihan.

Secara definisi fosfat yang tersedia (P-tersedia) adalah fosfat dalam tanah yang dapat larut dalam pelarut air atau fosfat dalam tanah yang dapat diekstrak oleh larutan asam encer (Tan, 1998). Karena fosfat yang terjerap (P-terjerap) dalam penelitian ini sama dengan fosfat mula-mula dikurangi fosfat yang ada dalam larutan setelah waktu tertentu (waktu kesetimbangan), maka P-terjerap yang diukur sebagai sisa fosfat yang tidak larut dalam pelarut air pada berbagai pH. ini dapat diartikan sebagai , maka tingginya jerapan fosfat mengindikasikan ketersediaan fosfat yang rendah. Dengan kata lain, aktivitas pengapuran terhadap tanah mineral masam dapat mengakibatkan jumlah P-tersedia (bagi tanaman) akan semakin kecil.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kemampuan tanah mineral masam dalam menyerap fosfat cenderung semakin besar pada pH yang semakin rendah.
2. Penambahan CaCl_2 ke dalam tanah mineral masam dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam menyerap fosfat .

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pertanahan Nasional Kantor Wilayah Propinsi Kalimantan Selatan, 1988, Rencana Tata Guna Tanah Propinsi DATI II Kalimantan Selatan, Banjarbaru.
- Hardjowigeno, S., 2002, Ilmu Tanah, Akademika Pressindo, Jakarta.
- Houba, V.J.G dan van der Lee, J.J., 1986, Soil and Plant Analysis: Soil Analysis Procedure, Part 5,. Departement of Soil Science and Plant Nutrition, Wageningen Agricultural University, Nederlands.
- Mujib, M., Dwi S., dan Satty A., 2005, Efektivitas Bakteri Pelarut Fosfat dan Pupuk P terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) pada Tanah Masam, <http://www.unej.ac.id/fakultas/mipa/skripsi/biologi/mujib.pdf>, diakses 23 Maret 2006.
- Siradz, S. A., 1999, Interaksi Antara Bahan Organik dengan Koloid Besi dan Aluminium dan Pengaruhnya terhadap Jerapan Fosfat pada Mineral-Mineral Tanah, Laporan Penelitian Jurusan Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta.
- , 2002, Peranan Keragaman Mineralogi Lempung dalam Strategi Pemupukan P pada Tanah-Tanah Mineral Masam, *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta.
- Soemarno dan Soetono, 1978, Potensi Tanah Podsolik untuk Pemukiman dan Usaha Pertanian Transmigrasi di Kalimantan Selatan, Fakultas Pertanian UNLAM, Banjarbaru.
- Tan, K.H., 1998, Dasar-dasar Kimia Tanah, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.