

# **PEMANFAATAN FOSFAT ALAM UNTUK LAHAN SULFAT MASAM**

*I.G.M. Subiksa dan Diah Setyorini*

## **PENDAHULUAN**

Pembangunan pertanian menghadapi tantangan yang semakin kompleks antara lain disebabkan karena adanya konversi lahan produktif untuk keperluan non-pertanian, meningkatnya permintaan produk pertanian, efisiensi produksi dan sebagainya. Untuk menggantikan lahan yang telah dikonversi, pemerintah harus melakukan perluasan areal terutama ke luar Jawa. Namun karena terbatasnya lahan subur, maka perluasan lahan untuk pertanian merambah lahan marginal seperti lahan rawa pasang surut. Dari 20,11 juta ha lahan pasang surut yang ada di Indonesia, 6,7 juta ha adalah lahan sulfat masam. Kalau digabungkan dengan lahan potensial (yang juga berpotensi sulfat masam) 2,07 juta ha lahan, maka jumlahnya mencapai 8,77 juta ha. Lahan sulfat masam merupakan ekosistem yang potensial untuk dikembangkan sebagai lahan pertanian, karena arealnya yang cukup luas sehingga mempunyai peran yang strategis dalam mendukung peningkatan produksi beras nasional. Namun lahan sulfat masam bukan hanya cocok untuk tanaman padi, tapi juga tanaman pangan lainnya dan tanaman hortikultura dan perkebunan. Hal penting yang harus diperhatikan dalam pemanfaatannya harus hati-hati dan terencana agar tidak mengalami degradasi dan menimbulkan masalah lingkungan.

Lahan sulfat masam adalah lahan yang memiliki horizon sulfidik (pirit) di dalam kedalaman <50 cm atau sulfurik di dalam kedalaman < 120 cm (Dent, 1986). Bahan sulfidik adalah sumber

kemasaman tanah bila bahan ini teroksidasi dan menghasilkan kondisi sangat masam. Kemasaman tanah yang tinggi memicu larutnya unsur beracun dan kahat hara sehingga tanah menjadi tidak produktif. Diperlukan upaya ekstra untuk mengelola lahan ini menjadi produktif. Sesuai hukum minimum, faktor pembatas utama harus dapat diatasi sebelum usaha lainnya dilakukan. Lebih lanjut Dent (1986) mengemukakan rendahnya produktivitas lahan sulfat masam disebabkan karena selain tingginya kemasaman tanah yang menyebabkan meningkatnya kelarutan unsur beracun seperti Al, Fe dan Mn, juga rendahnya kejenuhan basa dan status hara P dan K.

Masalah hara yang paling banyak dilaporkan pada lahan sulfat masam adalah ketersediaan hara P yang rendah dan fiksasi P yang tinggi oleh Al dan Fe. Hara P merupakan salah satu unsur hara yang paling banyak dibutuhkan tanaman. Hara ini berfungsi untuk pertumbuhan akar, transfer energi dalam proses fotosintesis dan respirasi, perkembangan buah dan biji, kekuatan batang dan ketahanan terhadap penyakit. Serapan hara P yang cukup akan menjamin tanaman tumbuh dengan baik (Lingga, 1986; Hakim, 1986). Oleh karenanya pemupukan P pada lahan sulfat masam adalah komponen teknologi yang harus mendapat prioritas. Pengapuran untuk mengurangi kemasaman tanah dan unsur beracun dan pemupukan P untuk mengurangi kahat P diharapkan dapat meningkatkan produktivitas lahan sulfat masam. Dalam kaitan dengan pemanfaatan fosfat alam, lahan sulfat masam memiliki nilai tambah karena dengan tingkat kemasaman yang tinggi maka kelarutan fosfat alam akan lebih cepat. Karena sebagian kandungan fosfat alam adalah  $\text{CaCO}_3$ , maka pemanfaatan fosfat alam akan mampu mengurangi tingkat

kemasaman tanah sehingga membantu memperbaiki pertumbuhan tanaman.

Fosfat alam adalah mineral apatit yang umumnya memiliki kelarutan yang rendah, sehingga ketersediaannya untuk tanaman sangat rendah. Untuk meningkatkan kelarutannya, dalam proses pembuatan pupuk P komersial seperti SSP, TSP, SP-36 dan pupuk fosfat mudah larut lainnya, fosfat alam diasamkan dengan menambahkan asam kuat seperti asam sulfat atau asam fosfat. Reaksi yang terjadi dapat digambarkan sebagai berikut:



Penambahan asam dimaksudkan untuk menghancurkan mineral apatit agar fosfat membentuk ikatan yang lebih lemah sehingga mudah larut dan pada akhirnya lebih tersedia bagi tanaman. Lahan sulfat masam dalam proses pembentukannya menghasilkan asam sulfat sehingga membentuk reaksi sangat masam dalam lingkungan tanah. Oleh karenanya fosfat alam yang diberikan pada tanah sulfat masam akan mengalami peningkatan kelarutan yang sangat signifikan, sehingga dapat dikatakan lahan sulfat masam adalah “pabrik pupuk alami”. Keuntungan yang bisa diperoleh dari pemanfaatan fosfat alam pada lahan sulfat masam adalah: (1) harga per satuan hara pupuk lebih murah; (2) kelarutan dan ketersediaan hara P untuk tanaman meningkat; (3) meningkatkan pH tanah sehingga memperbaiki lingkungan perakaran tanaman; (4) pelepasan hara P secara bertahap sehingga mengurangi jerapan oleh Al dan Fe; (5) fosfat alam mengandung hara sekunder seperti Ca dan Mg yang dibutuhkan tanaman; dan (6) fosfat alam meningkatkan proses granulasi sehingga tanahnya lebih mudah diolah dan tidak lengket.

Fosfat alam merupakan salah satu pupuk fosfat alami karena berasal dari bahan tambang, sehingga kandungan P sangat bervariasi. Efektivitas fosfat alam pada lahan sulfat masam dipengaruhi oleh kualitas fosfat alam dan tingkat kehalusan butir. Fosfat alam yang bagus mengandung fosfat alam ( $P_2O_5$ ) lebih dari 25%.

Tulisan ini bertujuan untuk memberi gambaran tentang karakteristik lahan sulfat masam dan pemanfaatan fosfat alam untuk meningkatkan produktivitasnya untuk tanaman pangan, perkebunan, dan hortikultura.

### **KARAKTERISTIK LAHAN SULFAT MASAM**

Lahan sulfat masam adalah lahan yang memiliki horizon sulfidik dan atau sulfurik di dalam kedalaman 120 cm dari permukaan tanah mineral. Pada umumnya lahan sulfat masam terbentuk pada lahan pasang surut yang memiliki endapan marin. Karena kondisi lingkungannya beragam maka karakteristik lahan sulfat masam sangat beragam. Klasifikasi lahan sulfat masam juga dikenal beberapa istilah yang mencerminkan kondisi lingkungan dan tingkat kegawatan kendala yang dihadapi.

#### **Tipologi lahan**

Tipologi lahan adalah penggolongan lahan rawa berdasarkan kendala biofisik atau karakteristik lahan yang berpengaruh pola pemanfaatan dan pengelolaan lahan. Tipologi lahan diusulkan oleh Widjaja-Adhi, (1986), untuk Proyek Pengembangan lahan Pasang Surut dan Rawa Swamps-II. Lahan sulfat masam termasuk dalam kelompok lahan rawa pasang surut yang terdiri atas lahan sulfat masam aktual dan lahan sulfat masam potensial

(Tabel 16). Karakteristik tanah yang menentukan tipologi lahan adalah kedalaman lapisan sulfidik dan sulfurik. Wiidjaja Adhi (1986) mengusulkan istilah lahan sulfat masam dan lahan potensial. Lahan sulfat masam adalah lahan sulfat masam aktual dan sulfat masam potensial dengan lapisan sulfidik < 50 cm. Sedangkan lahan potensial adalah lahan sulfat masam potensial yang memiliki kedalaman lapisan sulfidik > 50 cm. Selanjutnya Widjaja Adhi (1995) merevisi tipologi lahan menjadi lahan bersulfida dangkal, lahan bersulfida dangkal bergambut, lahan bersulfat-1, lahan bersulfat-2 dan lahan bersulfat-3 sebagai pengganti istilah lahan sulfat masam. Sedangkan untuk lahan potensial diterjemahkan menjadi lahan bersulfida sangat dalam dan lahan bersulfida dalam (Tabel 17).

Tabel 17. Klasifikasi tipologi lahan sulfat masam

Tipologi lahan		Simbol	Kriteria
Lahan potensial	Sulfat masam potensial	P	Kadar pirit <2% belum mengalami proses oksidasi, terletak pada kedalaman >50 cm dari permukaan tanah, termasuk tanah sulfat masam potensial. Kendala produksi dan kemungkinan munculnya kendala tersebut diperkirakan kecil.
Lahan sulfat masam	▪ Sulfat masam potensial	SM	Lapisan pirit dengan kadar >2% tidak/belum mengalami proses oksidasi, dan terletak lebih dangkal, <50 cm dari permukaan tanah.
	▪ Sulfat masam aktual	SM	Memiliki horizon sulfurik, dengan jarosit/ <i>brown layer</i> , pH (H <sub>2</sub> O)<3,5.

Sumber: Widjaja Adhi *et al.* (1986)

Dinamika nomenklatur lahan sulfat masam terus berlanjut dengan perubahan kecil pada lahan potensial (bahan sulfidik >50 cm), menjadi lahan potensial-1 (bahan sulfidik >100 cm) dan lahan potensial-2 (bahan sulfidik 50-100 cm), serta penamaan lahan sulfat masam bergambut menjadi lahan sulfat masam potensial

bergambut, dengan kedalaman lapisan gambut di permukaan tanah antara 20-40 cm.

Tabel 18. Revisi klasifikasi tipologi lahan sulfat masam

Klasifikasi tipologi lahan, 1992-1993	Klasifikasi tipologi lahan menurut Widjaja-Adhi, 1995	Simbol	Kedalaman pirit/bahan sulfidik
Lahan potensial	Aluvial bersulfida sangat dalam	SMP-3	>100 cm
	Aluvial bersulfida dalam	SMP-2	50-100 cm
Lahan sulfat masam	Aluvial bersulfida dangkal	SMP-1	<50 cm
	Aluvial bersulfida dangkal bergambut (Histik sulfat masam)	HSM/G-0	<50 cm; bergambut <50 cm
	Aluvial bersulfat-1	SMA-1	<100 cm (pH-H <sub>2</sub> O >3,5)
	Aluvial bersulfat-2	SMA-2	<100 cm (pH-H <sub>2</sub> O <3,5)
	Aluvial bersulfat-3	SMA-3	>100 cm (pH-H <sub>2</sub> O <3,5)

Sumber: Widjaja Adhi (1995)

### Tipologi lahan sulfat masam berdasarkan

#### Tipe Luapan

Sebagaimana telah diuraikan di atas bahwa lahan sulfat masam adalah bagian dari ekosistem lahan pasang surut. Oleh karenanya, lahan ini mengalami fenomena pasang surut harian seiring dengan pergerakan matahari dan bulan. Berdasarkan tipe luapan, lahan sulfat masam dibagi menjadi empat kelompok yaitu: (1) tipe luapan A; (2) tipe luapan B; (3) tipe luapan C; dan (4) tipe luapan D. Lahan sulfat masam dengan tipe luapan A adalah lahan yang terluapi oleh air pasang besar maupun pasang kecil. Lahan ini mengalami risiko paling kecil terhadap pemasaman karena lapisan pirit biasanya selalu jenuh air. Lahan tipe luapan B adalah lahan yang hanya terluapi oleh pasang besar saja. Biasanya kejadian pasang besar hanya terjadi pada saat bulan purnama atau bulan mati, masing-masing selama 5 – 7 hari. Jadi dalam 1

bulan kira-kira kejadian pasang besar hanya 10 – 14 hari. Lahan sulfat masam dengan tipe luapan C adalah lahan yang tidak diluapi oleh pasang besar maupun kecil, tetapi pergerakan air tanah ada diantara 0 – 50 cm dari permukaan tanah. Sedangkan lahan dengan tipe luapan D adalah lahan yang tidak terluapi oleh pasang besar maupun kecil, dan pergerakan air tanah berada pada kedalaman > 50 cm. Direktorat Rawa (1984) menggunakan istilah lahan katagori I, II, III dan IV masing-masing untuk lahan tipe luapan A, B, C, dan D.

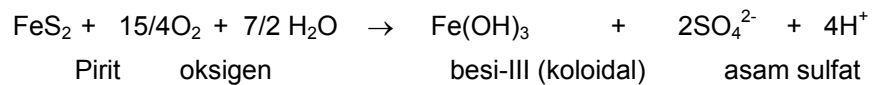
Mengenali tipe luapan lahan sulfat masam sangat penting karena sangat menentukan dalam sistem pengelolaan lahan dan airnya. Lahan sulfat masam dengan tipe luapan A dan B umumnya dikelola menjadi lahan sawah dan pengelolaan airnya menggunakan sistem aliran satu arah. Lahan sulfat masam dengan tipe luapan C dikembangkan sawah sistem surjan atau lahan kering. Sistem pengelolaan air yang dianjurkan adalah dengan sistem tabat. Sedangkan lahan dengan tipe luapan D, sebaiknya digunakan untuk lahan kering dengan sistem pengelolaan air dengan sistem tabat. Pengelolaan sistem tabat dimaksudkan untuk membantu mempertahankan permukaan air tanah setinggi mungkin agar tidak terjadi pemasaman berlanjut.

#### *Sifat Kimia dan Fisik Lahan Sulfat Masam*

Seperti telah diuraikan di atas bahwa lahan sulfat masam terbentuk pada lahan pasang surut dengan endapan marin atau fluvio marin. Ciri utama endapan marin adalah adanya lapisan tanah yang mengandung pirit ( $\text{FeS}_2$ ). Dalam kondisi alaminya yaitu dalam suasana jenuh air atau anaerobik, pirit bersifat stabil dan tidak berbahaya. Karena pengaruh air laut, pH tanah cenderung mendekati netral sampai agak alkalis. Posisi lapisan

tanah yang mengandung pirit ini bervariasi dari dekat permukaan tanah sampai lebih dari 120 cm. Posisi lapisan tanah berpirit ini merupakan faktor penentu rapuhnya tanah sulfat masam.

Reklamasi lahan rawa pasang surut untuk pertanian, diawali dengan membangun jaringan saluran drainase. Pembangunan saluran ini merubah secara drastis kondisi anaerob menjadi aerob. Lahan mengalami pengeringan/pengatusan, air tanah menjadi turun, maka lingkungan di lapisan tanah yang mengandung pirit menjadi terbuka (*exposed*). Dalam suasana aerobik, pirit menjadi tidak stabil karena bereaksi dengan oksigen udara. Reaksi oksidasi pirit dengan oksigen berjalan lambat, dan dipercepat oleh adanya bakteri *Thiobacillus ferrooxidans*. Seluruh reaksinya digambarkan sebagai berikut:



Proses ini biasanya terjadi pada musim kemarau, setelah tanah mengalami rekahan. Tanah endapan marin yang semula berupa lapisan sulfidik (sulfat masam potensial) berubah menjadi lapisan sulfurik (sulfat masam aktual). Kondisi tanah yang sangat masam akan merusak struktur mineral liat sehingga kadar Al dan Fe dalam tanah menjadi sangat tinggi. Masalah yang timbul bukan hanya karena tanahnya masam, tetapi beberapa proses ikutan antara lain:

1. Pada pH yang rendah, ion aluminium ( $\text{Al}^{3+}$ ) akan dibebaskan dalam larutan tanah, dan dapat mencapai konsentrasi yang bersifat toksik terhadap pertumbuhan padi atau tanaman lain.



2. Konsentrasi besi-III yang tinggi dan adanya ion Al yang melimpah dalam larutan tanah, akan mengikat ion fosfat yang tersedia, sehingga mengurangi fosfat yang tersedia, bahkan mengakibatkan kahat/defisiensi P.
3. Adanya ion Al yang berlebihan akan mengganti basa-basa dapat tukar pada kompleks pertukaran kation, dan membebaskan ion Ca, Mg, dan K ke dalam larutan tanah, yang selanjutnya dapat "*tercuci*" keluar karena dibawa hanyut oleh air yang mengalir. Tidak hanya pasokan K menjadi terbatas, tetapi juga mengakibatkan kahat unsur Ca dan Mg.
4. Secara ringkas, akibat penurunan pH tanah di bawah pH 3,5 terjadi keracunan ion  $H^+$ , Al,  $SO_4^{2-}$ , dan Fe-III, serta penurunan kesuburan tanah alami akibat hilangnya basa-basa tanah. Tanah mengalami kahat P, K, Ca, dan Mg. Bloomfield dan Coulter (1973) melaporkan bahwa telah terjadi kahat unsur hara makro (K, Ca, Mg), dan mikro (Mn, Zn, Cu, dan Mo) pada berbagai tanah sulfat masam di daerah tropika.

Dihasilkannya besi-III koloidal dan asam sulfat yang terlarut menjadi ion sulfat dan melimpahnya ion  $H^+$ , mengakibatkan pH tanah turun drastis dari awalnya netral-agak alkalis (pH 5,5-6,5) menjadi masam ekstrim (pH 1,3 - <3,5). Namun, apabila tanah memiliki cukup besar senyawa-senyawa penetralisir, seperti ion  $OH^-$ , kapur ( $CaCO_3$ ), basa-basa dapat tukar, dan mineral-mineral silikat mudah melapuk, pH tanah tidak sampai turun di bawah pH 4,0. Adanya liat marin yang mengandung cukup mineral liat

smektit yang jenuh basa-basa, juga ikut menyangga penurunan pH tanah.



Gambar 5. Kondisi lahan sulfat masam aktual

Terlalu banyaknya ion  $H^+$  dalam larutan tanah akan merusak struktur mineral liat, dan membebaskan banyak ion aluminium ( $Al^{3+}$ ) yang bersifat toksik terhadap tanaman. Sebagian besar dari besi-III koloidal yang terbentuk, pada akhirnya mengkristal menjadi oksida besi “goethite”, yang berwarna coklat kemerahan, berupa karatan, selaput atau nodul-nodul dalam tanah, dan dinding-dinding saluran drainase.

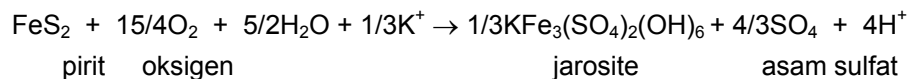
Dalam kondisi oksidasi yang sangat kuat, misalnya oleh air tanah yang turun terlalu dalam, atau akibat penggalian saluran drainase, bahan endapan marin secara tiba-tiba diangkat ke lingkungan udara terbuka, oksidasi pirit akan menghasilkan mineral *jarosite*, berbentuk kerak berwarna kuning kecoklatan pada dasar berwarna kelabu.

Jarosit stabil dalam kondisi teroksidasi (potensial redoks > 400-500 mV) pada lingkungan masam (pH 2-4).



Gambar 6. Pengelolaan air dengan tabat

Studi kasus hasil karakterisasi lahan sulfat masam di Kalimantan dan Sumatera menunjukkan bahwa tanah sulfat masam potensial (SMP) memiliki reaksi tanah bervariasi dari masam ekstrim (*extremely acid*) (pH 3,5 atau kurang) sampai sangat masam (*very strongly acid*) (pH 4,5-4,8), dan cenderung makin masam di lapisan-lapisan bawah. Reaksi tanah lapisan atas rata-rata sangat masam sekali (pH 4,0-4,3), dan di lapisan bawah masam ekstrim sampai sangat masam sekali (pH 3,5-3,8). Karena berasal dari endapan marin, maka kadar garam yang ditunjukkan oleh daya hantar listrik seringkali tinggi.



Kandungan bahan organik bervariasi sedang sampai sangat tinggi, baik pada SMP dari Sumatera maupun SMP dari Kalimantan. Rata-rata kandungan bahan organik sangat tinggi

sampai sangat tinggi sekali (9,16-20,54%) di lapisan atas, dan sangat tinggi (6,31-6,61%) di lapisan bawah. Kandungan N tinggi (0,59-0,70%) di lapisan atas, dan menurun menjadi rendah sampai sedang (0,17-0,28%) di lapisan bawah. Rasio C/N di seluruh lapisan tanah bervariasi dari tinggi sampai sangat tinggi, dan cenderung meningkat di lapisan bawah. Rata-rata C/N tergolong tinggi (16-24) di lapisan atas, dan sangat tinggi (30-31) di lapisan bawah.

Kandungan fosfat potensial ( $P_2O_5$ -HCl 25%) pada SMP dari Sumatera bervariasi dari rendah sampai sangat tinggi di lapisan atas, dan menurun menjadi rendah sampai sedang di lapisan bawah. Rata-ratanya tinggi ( $58 \text{ mg } 100 \text{ g tanah}^{-1}$ ) di lapisan atas, dan rendah ( $20 \text{ mg } 100 \text{ g tanah}^{-1}$ ) di lapisan bawah. Sementara kandungan  $P_2O_5$  di seluruh lapisan pada SMP dari Kalimantan, bervariasi dari rendah sampai sangat tinggi. Oleh karena itu, rata-rata kandungan  $P_2O_5$  potensial di lapisan atas termasuk sangat tinggi ( $115 \text{ mg } 100 \text{ g tanah}^{-1}$ ), dan di lapisan bawah sedang ( $33 \text{ mg } 100 \text{ g tanah}^{-1}$ ). Kandungan  $K_2O$  tergolong sedang ( $32$ - $35 \text{ mg } 100 \text{ g tanah}^{-1}$ ) di lapisan atas, dan sedang sampai tinggi ( $29$ - $60 \text{ mg } 100 \text{ g tanah}^{-1}$ ) di lapisan bawah. Kandungan fosfat tersedia ( $P_2O_5$  Bray-I) tergolong sedang sampai tinggi ( $17,7$ - $32,3 \text{ ppm}$ ) di lapisan atas, dan sedang ( $15,2$ - $17,0 \text{ ppm}$ ) di lapisan bawah.

Jumlah basa, baik di lapisan atas maupun lapisan bawah, tergolong tinggi ( $18,0$ - $28,3 \text{ cmol}(+) \text{ kg tanah}^{-1}$ ). Basa dapat tukar yang dominan di seluruh lapisan tanah adalah Mg dan Na masing-masing untuk Mg termasuk sangat tinggi ( $10,89$ - $14,19 \text{ cmol}(+) \text{ kg tanah}^{-1}$ , pada SMP dari Sumatera, dan termasuk tinggi ( $7,05$ - $8,02 \text{ cmol}(+) \text{ kg tanah}^{-1}$ ) pada SMP dari Kalimantan. Kandungan Na tergolong sangat tinggi sampai sangat tinggi sekali, baik di lapisan

atas (2,34-6,01 cmol(+) kg tanah<sup>-1</sup>) maupun di lapisan bawah (4,91-5,61 cmol(+) kg tanah<sup>-1</sup>). Sebaliknya kandungan Ca-dapat tukar rendah sampai sedang, baik di lapisan atas (5,11-7,84 cmol(+) kg tanah<sup>-1</sup>), maupun lapisan bawah (4,61-7,95 cmol(+) kg tanah<sup>-1</sup>). Sementara kandungan K-dapat tukar, tergolong sedang (0,43-0,64 cmol(+) kg tanah<sup>-1</sup>) di seluruh lapisan.

Kapasitar tukar kation tanah, menunjukkan nilai tinggi sampai sangat tinggi (31,5-62,5 cmol(+) kg tanah<sup>-1</sup>) di lapisan atas, dan tinggi (28,9-32,7 cmol(+) kg tanah<sup>-1</sup>) di lapisan bawah karena pengaruh kandungan bahan organik yang sangat tinggi. Kejenuhan basa tergolong rendah sampai sedang (35-49%) di lapisan atas, dan sedang sampai sangat tinggi (55-84%) di lapisan bawah.

Kejenuhan Al di semua lapisan umumnya sangat bervariasi dari sangat rendah sampai sangat tinggi, dan rata-ratanya rendah (32-35%) di lapisan atas, dan rendah sampai sedang (30-47%) di lapisan bawah. Kandungan pirit (FeS<sub>2</sub>) sangat rendah (0,44-1,12%) di lapisan atas, dan rendah (1,35-2,31%) di lapisan bawah.

### **PEMANFAATAN FOSFAT ALAM PADA LAHAN SULFAT MASAM**

Lahan sulfat masam memiliki tingkat kemasaman tanah yang tinggi dengan pH tanah bisa mencapai < 4. Sumber kemasaman adalah bahan sulfidik yang bila bahan ini teroksidasi dapat menghasilkan kondisi sangat masam. Kemasaman tanah yang tinggi memicu larutnya unsur beracun dan kahat hara sehingga tanah menjadi tidak produktif. Pengapuran untuk mengurangi kemasaman tanah dan unsur beracun dan pemupukan P untuk mengurangi kahat P diharapkan dapat meningkatkan produktivitas lahan sulfat masam. Penggunaan pupuk fosfat

konvensional seperti SP-36 saat ini paling umum dipakai sebagai sumber P karena pupuk ini tersedia di pasar. Namun penggunaan SP-36 yang mudah larut kurang efisien karena jerapan P oleh Fe dan Al cukup tinggi. Alternatif lain adalah menggunakan fosfat alam yang lebih murah dan memiliki efek pengapuran. Fosfat alam adalah batuan fosfat yang umumnya berupa mineral apatit dan dihasilkan dari proses penambangan (Moersidi, 1999). Kualitas fosfat alam untuk pupuk sangat ditentukan oleh kandungan P dan reaktivitasnya (Chien *et al.*, 1992). Pada umumnya fosfat alam mengandung  $P_2O_5$  yang bervariasi antara 20 – 32%. Kelarutan fosfat alam pada tanah netral sangat rendah atau lambat melarut (*slow release*, tetapi akan meningkat bila diaplikasikan pada tanah masam).

### **Pemupukan P-alam untuk Tanaman Pangan**

Karena lambat tersedia (*slow release*) maka P-alam cocok untuk tanah-tanah yang masam dan memiliki jerapan P tinggi. Oleh karenanya, fosfat alam sangat dianjurkan dipakai untuk tanah sulfat masam. Hasil penelitian penggunaan fosfat alam untuk tanaman padi sawah menunjukkan bahwa penggunaan P-alam seperti Tunisia, Florida dan PARP 50% pada tanah sulfat masam di Sumatera Selatan dan Kalimantan Tengah memiliki efektivitas lebih baik dibandingkan TSP (Subiksa *et al.*, 1991; Suping *et al.*, 2000). Hartatik dan Adiningsih (1989) menunjukkan bahwa P-alam memiliki efek residu yang lebih baik dibanding TSP pada tanah kering masam untuk tanaman kedelai dan jagung.

Hasil penelitian Subiksa dan Ratmini (1998) menunjukkan bahwa pemupukan P-alam China meningkatkan secara nyata pertumbuhan dan produksi padi di lahan sulfat masam di Delta Telang. Efektivitas pemupukan P-alam menurun dengan

perlakuan pengapuran yang tinggi. Takaran pupuk P-alam China yang diperlukan untuk mencapai produksi optimum adalah 800 kg P-alam ha<sup>-1</sup> pada perlakuan pengapuran 1 t ha<sup>-1</sup>, atau 250 kg ha<sup>-1</sup> pada perlakuan pengapuran 2 t ha<sup>-1</sup>. Fosfat alam China adalah salah satu jenis P-alam berbentuk ground yang diimpor dalam jumlah besar dari China. Hasil analisis di laboratorium, fosfat alam China mengandung P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total 29,5% dan yang terlarut asam sitrat 2% sekitar 8,4% dan lolos saringan 80 mesh sebesar 87%. Menurut kriteria syarat mutu SNI 02-3776-2005, P-alam ini tergolong mutu A dan reaktifitas tinggi (Sulaeman *et al.*, 2005).

Tanah sulfat masam di Pulau Petak sangat respon terhadap pemupukan P baik yang berasal dari TSP maupun dari *rock phosphate*. Hasil penelitian Manuelpillei *et al.* (1986) di kebun percobaan Unit Tatas BARIF pemberian 135 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, 1.000 kg kaptan ha<sup>-1</sup>, 50 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, dan 120 kg N ha<sup>-1</sup> dapat meningkatkan hasil tanaman padi menjadi 2,45 t ha<sup>-1</sup> GKG terjadi delapan kali lipat peningkatan bila dibandingkan dengan kontrol (tanpa P dan kaptan). Pemberian 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> dan kaptan 500 kg ha<sup>-1</sup> menghasilkan 2,21 t ha<sup>-1</sup> GKG. Hasil ini tidak berbeda nyata dengan pemberian 135 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> dan kaptan 1.000 kg ha<sup>-1</sup>. Pemberian *rock phosphate* pada tanah sulfat masam juga menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata dengan penggunaan TSP. Hal ini disebabkan terjadinya proses penyanggaan *rock phosphate* dalam media yang sangat masam, menghasilkan bentuk P yang meta-stabil seperti *dicalcium phosphate* yang tersedia untuk tanaman. Subiksa *et al.* (1998) menggunakan fosfat alam dengan kadar rendah (kaptan fosfatan) dengan takaran 2,0 t ha<sup>-1</sup> memiliki efek yang sama dengan penggunaan 300 kg SP-36 + kaptan 2 t ha<sup>-1</sup> pada tanah sulfat masam di Tarantang Kalimantan Selatan. Hasil yang lebih tinggi 23% malah diperoleh dari fosfat alam Ciamis

dengan takaran  $400 \text{ kg ha}^{-1}$  + kaptan  $2 \text{ t ha}^{-1}$ . Hasil yang hampir sama juga didapatkan pada tanah sulfat masam yang lebih ekstrim di Belawang Kalimantan Selatan.

Subiksa *et al.* (1999), menunjukkan pemberian dolomit  $2 \text{ t ha}^{-1}$  dan SP-36  $200\text{-}300 \text{ kg ha}^{-1}$  dapat menghasilkan rata-rata  $4,0 \text{ t ha}^{-1}$  GKG pada tanah sulfat masam potensial di Kecamatan Telang, Kabupaten Muba, Sumatera Selatan. Dalam penelitian pada tanah sulfat masam potensial di Tabung Anen Kalimantan Selatan pemberian pupuk P + kalium + bahan organik dan kapur masing-masing sebesar  $43 \text{ kg P ha}^{-1}$ ,  $52 \text{ kg K ha}^{-1}$ , kapur  $1 \text{ t ha}^{-1}$  dan pupuk kandang  $5 \text{ t ha}^{-1}$  memberikan hasil  $3,24 \text{ t ha}^{-1}$  GKG (Hartatik *et al.*, 1999). Pemberian kapur didasarkan kepada metode inkubasi untuk mencapai pH 5. Sedangkan pemupukan P berdasarkan kepada kebutuhan P untuk mencapai  $0,02 \text{ ppm P}$  dalam larutan tanah.

Di Belawang kebutuhan kapurnya lebih tinggi yaitu sebesar  $4 \text{ t ha}^{-1}$ , respon pemupukan P dan K tertinggi dicapai pada perlakuan P optimum ( $100 \text{ kg P ha}^{-1}$ ),  $78 \text{ kg K ha}^{-1}$ , dan  $4 \text{ t kapur ha}^{-1}$ . Hasil itu dapat dipahami karena tanah sulfat masam aktual di Belawang piritnya telah mengalami oksidasi sehingga Al-dd tinggi dan P tersedia rendah. Hasil penelitian pemupukan P dan kapur pada tanah sulfat masam pada beberapa lokasi penelitian dan memberikan hasil yang sama baiknya adalah P-alam Tunisia, Ciamis, *Christmas*, dan Aljazair.

Di Thailand penggunaan fosfat alam sebagai pupuk fosfat memiliki efektivitas yang sama dengan triple super phosphate (TSP) jika diberikan berdasarkan P tersedia yang sama. Sedangkan bila didasarkan atas kandungan total P yang sama,



diperoleh efektivitas fosfat alam sebesar 72% dibandingkan dengan TSP (Attanandana and Vacharotayan, 1984)

### **Pemupukan P-alam untuk Tanaman Hortikultura dan Buah-buahan**

Walaupun tergolong lahan marginal, lahan sulfat masam juga bisa dikembangkan untuk usaha tani tanaman sayuran dan buah-buahan. Tanaman sayuran yang beradaptasi adalah sayuran dataran rendah seperti cabai, terong, melon, mentimun, bawang merah, kacang panjang dll. Sementara itu tanaman buah-buahan yang banyak ditanam adalah pepaya, rambutan, melon, jeruk, nanas dan sebagainya. Tanaman sayuran, terutama yang menghasilkan buah dan tanaman buah-buahan memerlukan pemupukan P yang tinggi yang dapat disuplai dengan pemberian fosfat alam. Tanaman cabai dan terung adalah tanaman sayuran yang banyak diusahakan petani di lahan sulfat masam tipe C dan di bagian guludan surjan. Penelitian Najib *et al.* (2008) menunjukkan bahwa tanaman terung varietas Raos bisa menghasilkan 14,1 t ha<sup>-1</sup> buah segar bila dipupuk dengan pupuk fosfat 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (setara dengan 350 kg fosfat alam ha<sup>-1</sup>) dan dikombinasikan dengan amelioran kapur satu setengah kali Al<sub>dd</sub>. Artim (1998) menunjukkan bahwa tanaman cabai kriting yang ditanam di guludan surjan memerlukan pemupukan P dengan takaran 200 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> yang setara dengan 800 kg fosfat alam ha<sup>-1</sup> di lahan sulfat masam Telang Sumatera Selatan. Rosliani *et al.* (2009) mengemukakan bahwa efisiensi penggunaan fosfat alam untuk tanaman mentimun pada tanah masam dapat ditingkatkan dengan penambahan pupuk kandang domba. Takaran fosfat alam bisa dikurangi 50% dari 200 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> menjadi 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dengan hasil pertumbuhan dan produksi

buah mentimun yang hampir sama. Hal ini diduga disebabkan karena meningkatnya aktivitas bakteri pelarut fosfat dan mikoriza, selain karena pengaruh asam organik.

Melon, salah satu tanaman buah komersial, memerlukan asupan hara P yang tinggi. Setiadi (1999) melaporkan bahwa tanaman melon membutuhkan pupuk P 1.990 kg TSP ha<sup>-1</sup> atau 2.543 kg SP-36 ha<sup>-1</sup>, sedangkan untuk pupuk N hanya 1.430 kg urea ha<sup>-1</sup> dan pupuk K 490 kg KCl ha<sup>-1</sup>. Penggunaan fosfat alam sebagai sumber P akan jauh mengurangi biaya pembelian pupuk dibandingkan menggunakan SP-36, dengan hasil yang sama. Hasil penelitian Anggriani (2009) menunjukkan bahwa penggunaan fosfat alam mampu mencukupi 80% kebutuhan tanaman P tanaman melon bila diberikan pada takaran yang sama dibandingkan SP-36. Tanaman rambutan dan jeruk yang banyak ditanam di guludan surjan pada lahan sulfat masam di Kalimantan Selatan respon terhadap pemberian P-alam. Hasil komunikasi pribadi dengan petani di Barambai menunjukkan bahwa petani memberikan fosfat alam 3 – 5 kg/pohon, menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan SP-36 dengan takaran yang setara. Hasil yang lebih baik akan dicapai bila fosfat alam dikombinasikan dengan kompos jerami atau rumpun purun.

## **PENUTUP**

Kemasaman tanah merupakan salah satu kendala dalam melakukan aktivitas usaha tani di lahan sulfat masam. Kemasaman yang tinggi akan memicu munculnya kendala lainnya meningkatnya kelarutan unsur beracun bagi tanaman seperti Al dan Fe dan kahat unsur hara, terutama P. Namun kemasaman yang tinggi ini justru memberikan keuntungan bagi pemanfaatan

fosfat alam sebagai sumber pupuk P. Pemupukan P menggunakan fosfat alam untuk tanaman pangan dan hortikultura di lahan sulfat masam memiliki prospek yang sangat baik. Hal ini dikarenakan kelarutan P dari fosfat alam akan meningkat bila diaplikasikan pada tanah masam. Selain itu fosfat alam juga mengandung  $\text{CaCO}_3$  atau  $\text{MgCO}_3$  yang cukup besar sehingga memiliki efek ameliorasi untuk meningkatkan pH tanah dan mensuplai unsur hara sekunder seperti Ca dan Mg. Efektivitas fosfat alam, baik dari dalam negeri maupun luar negeri, yang diaplikasikan untuk tanaman pangan maupun hortikultura sudah terbukti dan cukup tinggi, bahkan kadang-kadang melebihi efektivitas SP-36. Namun demikian, penggunaan secara masal oleh petani di lahan sulfat masam masih tergolong rendah. Hal ini disebabkan karena perdagangan pupuk ini masih terbatas dan lebih populer di lahan perkebunan lahan kering masam. Selain itu bentuk pupuk fosfat alam pada umumnya masih berbentuk bubuk (lolas 80 mesh), sehingga aplikasinya lebih sulit dibandingkan pupuk granul. Bentuk bubuk juga mengesankan pupuk fosfat alam seperti tanah sehingga menimbulkan keraguan petani akan efektivitasnya. Oleh karena itu, diperlukan kebijakan reorientasi distribusi dan penggunaan pupuk fosfat alam untuk petani di lahan sulfat masam. Fosfat alam yang diperdagangkan sebaiknya dibuat dalam bentuk granul agar petani lebih yakin dan lebih mudah mengaplikasikannya.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Anggriani, E., 2009. Teknik percobaan pemberian beberapa sumber unsur P pada tanaman melon. Buletin Teknik Pertanian 14 (2): 54-57.

- Attanandana, T. And S. Vacharotayan, 1984. Rock phosphate utilization on acid sulphate soil of Thailand. Ecology and Management of Problem Soil in Asia. FFTC Book Series No. 27.
- Artim, 1998. Pemupukan Tanaman Cabai pada Lahan Sulfat Masam di Delta Telang Sumatera Selatan (unpublish).
- Chien, S.H., 1995. Seminar on the use of reactive phosphate rock for direct application. Juli 20, 1995. Pengedar Bahan Pertanian Sdn Bhd. Selangor Malaysia.
- Dent, David. 1986. Acid sulphate soils: a base line for research and development. ILRI Publication 39. International institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands.
- Hartatik, W. dan J. Sri Adiningsih, 1989. Perbandingan efektivitas dan pengaruh residu P-alam Tunisia pada tanah Podsolik Merah Kuning Rangkasbitung. *Dalam* Prosiding Pertemuan Teknis Penelitian Tanah. Bogor, 22-24 Agustus 1989.
- Lingga, P. 1986. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar Swadaya, Jakarta. 163 hlm.
- Manuelpillai, R.G., M. Damanik, and R.S. Simatupang. 1986. Site specific soil characteristics and the amelioration of a sulfic Tropaquepts (Acid sulfate) in Central Kalimantan. Symposium Lowland Development in Indonesia. Jakarta, 24-31 August 1986.

- Moersidi, 1999. Fosfat alam sebagai bahan baku dan pupuk fosfat. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat Bogor.
- Roslani, R., Yusdar Hilman dan Nani Sumarni, 2009. Pemupukan fosfat alam, pupuk kandang domba dan inokulasi cendawan mikoriza arbuscula terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman mentimun pada tanah masam. *Jurnal Hortikultura* Vol 19 No. 1. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura.
- Setiadi. 1999. Bertanam Melon. Penebar Swadaya, Jakarta. 42 hlm.
- Subiksa, IGM., Didi Ardi dan IPG. Widjaja Adhi, 1991. Perbandingan pengaruh P-alam dan TSP pada tanah sulfat masam (Typic Sulfaquent) Karang Agung Ulu Sumatera Selatan. *Dalam* Prosiding Pertemuan Pembahasan Hasil Penelitian Tanah. Cipayung, 3-5 Juni 1991.
- Subiksa, IGM., Khairil Anwar dan IB. Aribawa, 1993. Evaluasi keefektifan P-alam dan TSP pada Tanah Sulfat Masam Terantang, Kalimantan Selatan (Unpublish).
- Subiksa, IGM. dan NP. Sri Ratmini. 2009. Pengaruh kapur dan fosfat alam terhadap pertumbuhan dan produksi padi pada lahan sulfat masam Telang Sumatera Selatan. Prosiding Pertemuan Ilmiah HITI Palembang Sumatera Selatan.
- Sulaeman, Suparto, dan Eviati, 2005. Petunjuk teknis analisis kimia tanah, tanaman, air dan pupuk. Balai Penelitian Tanah, Bogor.

Suping, S., Didi Ardi, dan Wiwik Hartatik. 2000. Prospek P-alam sebagai pengganti SP-36 di lahan sulfat masam. *Dalam* Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengembangan Pertanian di Lahan Rawa. Cipayung, 25-27 Juli 2000.

Widjaja-Adhi, I P.G. 1995. Potensi, Peluang, dan Kendala Perluasan Areal Pertanian di Lahan Rawa di Kalimantan dan Irian Jaya. Sem. Perluasan Areal Pertanian di KTI. PII, Serpong 7-8 November 1995 (tidak dipublikasi).