

HASIL JAGUNG (*Zea mays* L.) DAN EFISIENSI PUPUK FOSFAT AKIBAT PEMBERIAN PUPUK SP-36 DENGAN AMELIORAN PADA INCEPTISOLS SUKABUMI.

Elizabeth Kaya

Fakultas Pertanian Universitas Pattimura

ABSTRAK

Penelitian ini telah dilaksanakan dengan tujuan: untuk meningkatkan hasil jagung dan efisiensi pemupukan P, serta menurunkan dosis optimum pupuk P melalui pemberian pupuk P (SP-36) dengan amelioran berupa kapur kalsit dan bahan organik pupuk kandang sapi yang diberikan secara bersama-sama. Rancangan percobaan yang digunakan pada percobaan ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian amelioran (campuran kapur dan pupuk kandang) bersama-sama pupuk SP-36 dapat meningkatkan hasil pipilan kering jagung, efisiensi pemupukan P, dan hasil maksimum jagung, sedangkan dosis optimum pemupukan P menurun.

Kata Kunci: Efisiensi pupuk Fosfat, Amelioran, Inceptisols

PENDAHULUAN

Jagung adalah salah satu tanaman pangan penting lainnya selain padi. Total produksi jagung nasional belum mampu memenuhi kebutuhan dalam negeri. Jagung dapat tumbuh pada tanah dengan variasi karakteristik yang luas, tetapi lebih sesuai pada tanah berlempung dengan drainase baik dan tanah lempung berdebu yang cukup mengandung bahan organik dan ketersediaan hara (Fageria *et al.*, 1991). Jagung dapat tumbuh pada tanah-tanah dengan rentang pH 5,0-8,0, tetapi agak sensitif terhadap salinitas (Jones, 1985). Pada pH di bawah 5,5, larutan tanah biasanya mengandung Al yang tinggi sehingga dapat menjadi toksik pada tanaman (Sanchez, 1992). Toleransi jagung terhadap kejenuhan Al adalah 30-35 % (Fageria, 1984) sehingga kebutuhan kapur sering disetarakan dengan 1,5-2,0 x Al dapat ditukar (Hakim, 1982).

Produksi jagung yang masih rendah di Indonesia karena umumnya ditanam pada tanah marginal yang tingkat kesuburannya rendah. Ditinjau dari aspek fisikokimia tanah, beberapa kendala yang sering ditemukan pada tanah tersebut adalah: reaksi tanah (pH) yang masam yang disertai dengan keracunan Al, Fe, dan Mn; adsorpsi P tinggi; kapasitas tukar kation rendah; dan ketersediaan N, P, K, Ca, Mg, dan Mo relatif rendah. Dengan demikian, pertumbuhan dan hasil jagung pada tanah itu sangat bergantung pada tingkat pengelolaan tanah.

Salah satu usaha untuk meningkatkan P larutan tanah dan mengurangi defisiensi P adalah pemberian pupuk P. Namun demikian, pemberian pupuk P pada tanah masam seperti Inceptisol mengalami pelarutan dengan air tanah sehingga berubah wujud menjadi larutan pupuk dan akan bereaksi dengan mineral liat dan oksida serta hidroksida aluminium dan besi yang menyebabkan perubahan kembali fosfat dari fase larutan ke bentuk-bentuk yang sukar larut seperti varisit dan strengit. Peristiwa itu dikenal dengan istilah fiksasi P atau retensi P (Sample *et al.*, 1980).

Usaha yang lazim digunakan dalam memenuhi kebutuhan P tanaman adalah pemberian pupuk fosfat anorganik dalam bentuk SP-36 atau TSP. Hasil penelitian Kandowangko (1999) menunjukkan bahwa pemberian pupuk SP-36 dapat meningkatkan pH tanah, P tersedia, dan serapan tanaman. Selain itu hasil penelitian Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat menunjukkan bahwa pupuk TSP yang diberikan ke dalam tanah hanya 15 % sampai 20 % yang terserap oleh tanaman, sisanya (80 % - 85 %) tertinggal sebagai residu di dalam tanah dan terikat oleh unsur hara lain seperti besi (Fe), aluminium (Al), mangan (Mn), dan lain-lain (Wardoyo, 1990).

Berkaitan dengan pemberian pupuk P ke dalam tanah, hal-hal yang perlu dipertimbangkan adalah sebagai berikut: kandungan Al-dd tanah, kemasaman tanah (pH), ketersediaan P dalam tanah berupa P-tersedia dan P larutan tanah, kapasitas adsorpsi P maksimum tanah, dan energi ikatan P. Apabila pemberian pupuk P tanpa memperhatikan hal-hal tersebut akan menyebabkan jumlah pupuk P yang diperlukan dalam jumlah banyak sehingga tidak efisien dan hasil tanaman akan tetap rendah. Oleh karena itu pemberian pupuk P pada tanah masam perlu diberi bahan amelioran yang dapat meningkatkan efisiensi P, antara lain dengan pemberian kapur dan bahan organik.

Kalsit (CaCO_3) dan pupuk kandang sapi merupakan pupuk kapur pertanian dan bahan organik yang sudah dikenal petani. Kedua bahan ini relatif mudah diperoleh, murah harganya, dan sederhana penggunaannya. Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian kapur ke dalam tanah berpengaruh terhadap : penurunan kandungan Al-dd tanah, penetralan Al-dd, penurunan persentase kejenuhan aluminium, penurunan tingkat keracunan aluminium, peningkatan presipitasi Al dan Fe hidroksida, peningkatan pH tanah, peningkatan muatan negatif tanah, penurunan energi ikatan terhadap P, dan penurunan fiksasi P berupa penurunan kapasitas adsorpsi P-max tanah mencapai 50 %, serta peningkatan P larutan tanah dan P-tersedia tanah (Edmendes *et al.*, 1990). Pemberian kapur CaCO_3 dan

pupuk fosfat dengan dosis masing-masing 8 Mg ha⁻¹ dan 0,15 Mg ha⁻¹ P dapat meningkatkan pH tanah, kejenuhan basa, pHo, kapasitas tukar anion, dan retensi fosfat pada tanah Ultisol Jasinga (Sufardi, 1999).

Selain pengapuran, bahan organik juga mempengaruhi tersedianya P organik tanah. Pemberian bahan organik ke dalam tanah akan mengalami proses dekomposisi. Selama proses dekomposisi berlangsung dihasilkan asam-asam organik seperti : asam malat, asam sitrat, asam suksinat, asam format, dan asam asetat (Iyamuremye, 1995).

Asam organik tersebut bereaksi dengan oksida dan hidroksida aluminium dan besi hidroksida. Kedua kondisi itu menyebabkan kapasitas adsorpsi P-max tanah dan energi ikatan P menurun sehingga ketersediaan P meningkat (Zhu dan Xi, 1990). Pemberian pupuk kandang sapi juga meningkatkan efisiensi pemupukan P pada hasil jagung, yaitu dari 33,5 kg biji setiap kg pupuk P menjadi 56,0 kg biji setiap kg pupuk P dan meningkatkan efektivitas residu pupuk P (Sri Adiningsih, 1987). Penggunaan 5 ton ha⁻¹ pupuk kandang yang dipadukan dengan pemupukan NPK memberikan hasil lebih tinggi (2,9 ton ha⁻¹) dibandingkan dengan hanya pemupukan anorganik N, P, dan K yaitu 1,5 ton ha⁻¹ (Rochayati et al., 1997).

BAHAN DAN METODE

Penelitian lapangan dilaksanakan di Desa Warung Kiara, Kabupaten Daerah Tingkat II Sukabumi, Propinsi Jawa Barat. Penelitian dilakukan dengan menggunakan pola faktorial 4 x 3 yang ditata menurut pola rancangan acak kelompok (RAK) dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah faktor pupuk fosfat (A) yang terdiri atas empat taraf, yaitu (A₀) 0 kg ha⁻¹ P, (A₁) 60 kg ha⁻¹ P, (A₂) 120 kg ha⁻¹ P (A₃) 180 kg ha⁻¹ P. Sebagai faktor kedua adalah kombinasi kapur dan pupuk kandang (B) yang terdiri atas tiga taraf, yaitu (B₀) tanpa diberi amelioran atau kontrol, (B₁) 1.5 x Al-dd tanah + 2.5 ton ha⁻¹, dan (B₂) 2.0 x Al-dd ha⁻¹ + 5.0 ton ha⁻¹.

Percobaan dilaksanakan pada tanah ordo Inceptisol. Sebelum diolah, tanah dibersihkan dari rerumputan, kemudian diolah dengan cangkul sedalam 0.25 m dan digaru satu kali. Setelah itu, dilakukan pembuatan petakan dengan ukuran 3 m x 4 m dan antar petak dibuat parit sedalam 0.30 m dan lebar 0.30 m. Ulangan dibatasi dari ulangan yang lain oleh saluran dengan ukuran lebar 0.40 m dan dalam 0.30 m. Jumlah petak percobaan adalah 36 petak (plot) yang susunan kombinasinya disajikan pada Lampiran 2. Selanjutnya pada setiap petak (plot) diberikan bahan kapur dan pupuk kandang bersama-sama sesuai dengan perlakuan, kemudian digaru merata agar dapat tercampur dengan tanah. Setelah itu, diinkubasi selama 2 minggu.

Jagung hibrida ditanam setelah 2 minggu inkubasi tanah dengan bahan kapur dan pupuk kandang. Jagung ditanam pada petak percobaan dengan jarak tanam 0.75 m x 0.25 m sehingga pada setiap petak terdapat 64 lubang tanam. Tiap lubang tanam diisi dengan 2 butir benih jagung. Pupuk fosfat (SP-36 atau P-alam) dan pupuk dasar diberikan satu hari sebelum penanaman benih. Pemberian fosfat (P) sesuai dengan taraf dosis perlakuan, sedangkan pupuk dasar nitrogen (N), dan kalium (K) masing-masing diberikan sebanyak 167 kg ha⁻¹ Urea atau 334 g plot⁻¹ urea dan 172 kg ha⁻¹ KCl atau 344 g plot⁻¹ KCl. Pupuk SP-36, P-alam, dan KCl diberikan sekaligus satu hari sebelum penanaman benih, sedangkan pupuk urea diberikan dalam dua tahap, yaitu tahap pertama dilakukan satu hari sebelum tanam benih sebanyak 50% dan tahap kedua sebanyak 50% pada saat tanaman berumur 25 hari setelah tanam. Pencegahan hama dan penyakit dilakukan dengan penyemprotan Azodrin dan Dithane-M4, masing-masing dengan dosis 2.5-3.0 mL L⁻¹ air dan 2.5 g L⁻¹ air, dengan interval 2 minggu sekali hingga jagung berumur 55 hari. Pengendalian gulma dilakukan saat tanaman berumur 15 hari, kemudian dilanjutkan pada umur 30 dan 60 hari. Penyiraman dilakukan 2 hari sekali pada saat tanaman berumur 7 hingga 25 hari setelah tanam benih.

Tanaman Jagung untuk destruksi dan pengamatan pertumbuhan dipilih sebanyak 6 tanaman secara acak pada saat tanaman berumur dua minggu. Pengacakan dilakukan secara diagonal. Tanaman jagung yang dipanen dan ditimbang hasil bobot pipilan kering diambil dari luasan 1 m².

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pipilan Kering

Pemberian berbagai dosis pupuk fosfat dengan amelioran (campuran kapur dan pupuk kandang sapi) baik secara mandiri, maupun interaksi antara keduanya berpengaruh nyata terhadap hasil pipilan kering jagung per hektar setelah tanaman panen di lapangan.

Pada Tabel 1 terlihat bahwa pemberian amelioran (campuran kapur dan pupuk kandang sapi) dengan berbagai dosis pupuk fosfat dapat mempengaruhi hasil pipilan kering jagung. Perlakuan pupuk SP-36 pada dosis 0 kg ha⁻¹ P dan 180 kg ha⁻¹ P dengan diberi amelioran baik perlakuan 1,5 x Al-dd + 2,5 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi maupun 2,0 x Al-dd + 5,0 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi berbeda nyata dengan tanpa diberi amelioran dalam menaikkan hasil pipilan kering jagung, sedangkan pemberian amelioran 1,5 x Al-dd + 2,5 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi tidak berbeda dengan amelioran 2,0 x Al-dd + 5,0 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi, walaupun ada kenaikan. Demikian juga pemberian dosis 60 dan 120 kg ha⁻¹ P dengan amelioran 2,0 x Al-dd + 5,0 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi berbeda nyata dengan tanpa diberi amelioran dan diberi amelioran 1,5 x Al-dd + 2,5 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi, sedangkan pemberian amelioran 1,5 x Al-dd + 2,5 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi berbeda dengan tanpa diberi amelioran dalam menaikkan hasil pipilan kering jagung. Pemberian pupuk SP-36 dengan dosis masing-masing 0, 60, 120, dan 180 kg ha⁻¹ P dengan diberi amelioran 1,5 x Al-dd + 2,5 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi dapat menaikkan hasil pipilan kering jagung dengan hasil masing-masing sebesar 2,15; 2,80; 3,71; dan 2,94 ton ha⁻¹, serta 2,39; 3,90; 4,37; dan 2,99 ton ha⁻¹ apabila diberi amelioran sebanyak 2,0 x Al-dd + 5,0 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi.

Tabel 1. Hasil Pipilan Kering Jagung yang diberi berbagai dosis pupuk SP-36 dengan dosis amelioran pada Typic Dystrudepts di lapangan

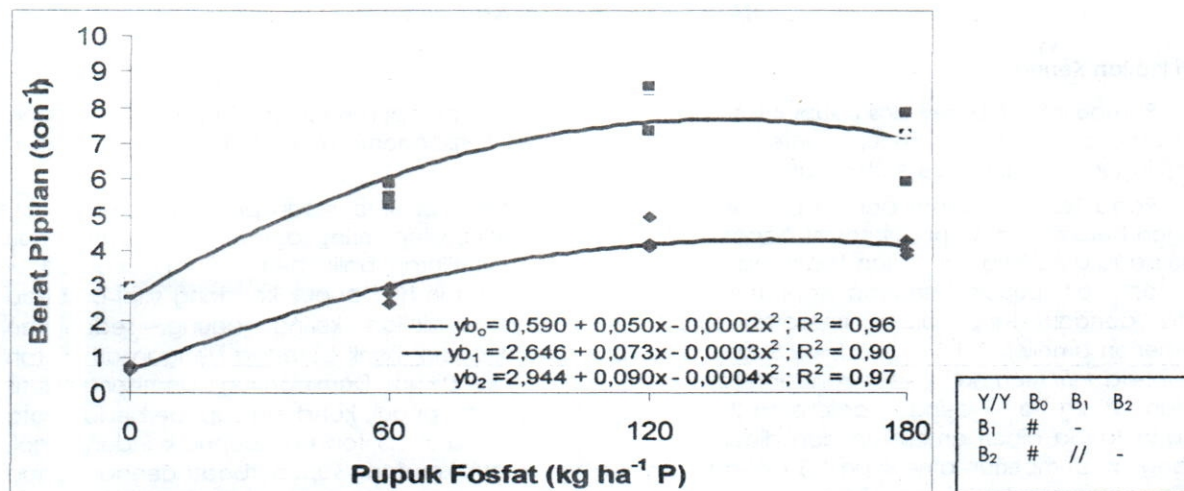
Amelioran (B)	Pupuk Fosfat (kg P ha ⁻¹) (A)			
	0 (A ₀)	60 (A ₁)	120 (A ₂)	180 (A ₃)
Kapur + Pupuk Kandang Sapi				
..... ton ha ⁻¹				
Tanpa (B ₀)	0,67 a A	2,74 a B	4,40 a C	4,05 a C
1,5 x Al-dd + 2,5 ton ha ⁻¹ (B ₁)	2,82 b A	5,54 b B	8,11 b C	6,99 b D
2,0 x Al-dd + 5,0 ton ha ⁻¹ (B ₂)	3,06 b A	6,64 c B	8,77 c C	7,04 b D

Keterangan : 1. Berdasarkan sidik ragam univariat pengaruh A, B, AxB teruji beragam pada taraf signifikansi 5 persen.
2. Angka yang ditandai dengan huruf yang berbeda ke arah setiap kolom (huruf kecil) dan ke arah baris (huruf besar) adalah nyata menurut uji BNT 5 persen.

Hasil uji garis kesejajaran dan keberimpitan, terlihat bahwa pemberian amelioran baik perlakuan 1,5 x Al-dd + 2,5 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi maupun 2,0 x Al-dd + 5,0 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi meningkatkan hasil jagung lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa amelioran, sedangkan pemberian amelioran 1,5 x Al-dd + 2,5 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi tidak berbeda dalam peningkatan hasil jagung pada berbagai dosis pupuk SP-36.

Ketiga persamaan regresi di atas menunjukkan bahwa perubahan hasil pipilan kering jagung oleh berbagai dosis pupuk SP-36 dengan masing-masing amelioran yaitu bila tanpa diberi amelioran (B₀) dengan dosis 0, 60, 120, 180 kg ha⁻¹ P dapat menaikkan hasil pipilan kering jagung masing-masing sebesar 0,59; 2,87; 3,71; 3,11 ton ha⁻¹, sedangkan dengan diberi amelioran (B₁) dapat menaikkan hasil pipilan kering jagung masing-masing sebesar 2,65; 5,95; 7,09; 6,07 ton ha⁻¹, dan masing-masing sebesar 2,94; 6,90; 7,98; 6,18 ton ha⁻¹ bila diberi amelioran 2,0 x Al-dd + 5,0 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi.

Perubahan kenaikan hasil pipilan kering jagung akibat pemberian berbagai dosis pupuk SP-36 dengan amelioran pada Inceptisols di lapangan yang dilakukan dalam persamaan regresi disajikan pada Gambar di bawah ini.



Keterangan : Setiap pasangan kurva sejajar (//) dan tidak sejajar (#)

Gambar Kurva respons hasil Pipilan Kering Jagung terhadap pemupukan fosfat tanpa dan dengan amelioran di lapangan

Hasil analisis kurva respons untuk perlakuan tanpa amelioran pada berbagai dosis pupuk SP-36 menunjukkan bahwa hasil maksimum pipilan kering jagung adalah 3,72 ton ha⁻¹ dicapai dengan pemberian dosis optimum pupuk P sebesar 125,00 kg ha⁻¹ P. Untuk perlakuan yang diberi amelioran 1,5 x Al-dd + 2,5 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi, diperoleh hasil maksimum pipilan kering jagung adalah 7,09 ton ha⁻¹ dicapai dengan pemberian dosis optimum pupuk P sebesar 121,67 kg ha⁻¹ P, sedangkan perlakuan yang diberi amelioran 2,0 x Al-dd + 5,0 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi, diperoleh hasil maksimum pipilan kering jagung adalah 8,82 ton ha⁻¹ dicapai dengan pemberian dosis optimum pupuk P sebesar 112,50 kg ha⁻¹ P.

Berdasarkan ketiga kurva respons yang disajikan pada Gambar 6, dapat dikatakan bahwa secara umum hasil pipilan kering jagung per ha meningkat dengan bertambahnya dosis fosfat dan amelioran, tetapi pada dosis tertentu hasil pipilan kering menurun kembali mengikuti pola kuadrat.

Pemberian amelioran akan mengubah sifat kimia tanah menjadi lebih baik, terutama peningkatan kandungan P tersedia, berkurangnya kadar Al-dd dalam tanah, serta peningkatan pH tanah. Makin meningkatnya P-tersedia tanah, makin tinggi serapan P oleh akar tanaman, dan hasil pipilan kering jagung makin tinggi.

Pemberian pupuk P dengan takaran yang meningkat juga meningkatkan hasil. Sungguhpun demikian, peningkatan takaran pupuk menjadi 180 kg ha⁻¹ P bersamaan dengan pemberian amelioran baik b₁ maupun b₂ justru cenderung menurunkan hasil, karena pada perlakuan tersebut terjadi penurunan serapan P. Jadi terdapat hubungan yang erat antara kedua parameter respons yaitu serapan P dan hasil pipilan kering jagung.

Makin tinggi takaran pupuk P dan amelioran yang diberikan, semakin banyak pula P-tersedia di dalam tanah, serapan P makin meningkat sehingga hasil jagung juga semakin banyak. Sungguhpun demikian, pasokan unsur hara P harus diimbangi unsur hara lainnya, terutama N dan K yang merupakan unsur hara makro yang diperlukan oleh tanaman. Selain itu terjadi juga kekahatan unsur hara mikro seperti Zn, Fe, Bo, dan Mn. Dengan demikian akan terjadi ketidakseimbangan hara dalam tanah, dan adanya kekahatan unsur hara mikro menyebabkan terganggunya aktivitas akar untuk menyerap unsur hara diantaranya unsur P sehingga mempengaruhi hasil pipilan kering jagung.

Efisiensi Pupuk P

Berdasarkan respons bobot pipilan kering jagung pada percobaan lapangan dilakukan konversi ke hasil per hektar, kemudian dilakukan pula perhitungan efisiensi pemupukan P dari data hasil setelah dikoreksi dengan perlakuan kontrol. Pemberian berbagai dosis pupuk fosfat dengan amelioran (campuran kapur dan pupuk kandang sapi) baik secara mandiri, maupun interaksi antara keduanya berpengaruh nyata terhadap efisiensi pemupukan P.

Pada Tabel 2 terlihat bahwa pemberian bahan amelioran (campuran kapur dan pupuk kandang sapi) dapat meningkatkan efisiensi pemupukan P. Hal ini disebabkan antara lain oleh meningkatnya pH tanah, karena menurunnya kadar Al-dd tanah akibat dari pemberian kapur dan pupuk kandang sapi. Selain itu P-organik dalam pupuk kandang sapi dapat disumbangkan ke tanah untuk menambah ketersediaan P. Perlakuan pupuk SP-36 pada dosis 60 kg ha⁻¹ P dengan diberi amelioran 2,0 x Al-dd + 5,0 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi mempunyai nilai efisiensi tertinggi dibandingkan dengan baik diberi amelioran 1,5 x Al-dd + 2,5 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi, maupun tanpa diberi amelioran, sedangkan pemberian pupuk SP-36 dosis 120 kg ha⁻¹ P bersama-sama baik dengan amelioran 1,5 x Al-dd + 2,5 ton ha⁻¹ maupun 2,0 x Al-dd + 5,0 ton ha⁻¹ mempunyai nilai efisiensi lebih tinggi dari tanpa diberi amelioran, sementara diantara keduanya tidak berbeda nyata walaupun ada kenaikan.

Efisiensi pupuk SP-36 (efisiensi agronomis) dosis 60 kg ha⁻¹ P bila diberi amelioran 1,5 x Al-dd + 2,5 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi lebih tinggi dari tanpa diberi amelioran, yaitu 45,22, kemudian makin meningkat bila diberi amelioran sampai 2,0 x Al-dd + 5,0 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi, yaitu 59,66. Sedangkan pemberian pupuk SP-36 dosis 120 kg ha⁻¹ P bila disertai amelioran baik b₁ maupun b₂ kelihatan mulai ada penurunan nilai efisiensi, dan makin meningkat dosis pupuk SP-36 sampai 180 kg ha⁻¹ P maka makin menurun nilai efisiensi pupuk. Hal ini disebabkan karena ketidakseimbangan hara yang berperan dalam menunjang serapan P, karena terjadi kekurangan Zn. Pemberian pupuk P dengan dosis tinggi berpengaruh terhadap kenaikan nilai pH. Meningkatnya nilai pH dapat mengurangi kelarutan Zn sehingga Zn berubah bentuk menjadi senyawa Zn(OH)₂, ZnCO₃, dan ZnSiO₃ yang sukar larut (Friessen *et al.*, 1980). Sedangkan Zn sangat diperlukan tanaman untuk proses metabolismenya, dimana Zn berperan langsung dalam sintesis hormon asam indol asetat (IAA) untuk merangsang pertumbuhan akar. Jika terjadi hambatan terhadap sintesis hormon tersebut karena kekurangan Zn, maka pertumbuhan akar akan terganggu, dengan demikian serapan P dan serapan hara lainnya juga terhambat dan akan menyebabkan hasil jagung dan efisiensi pemupukan P menurun (Sutton *et al.*, 1983).

Tabel 2. Hasil efisiensi pupuk SP-36 yang diberi berbagai dosis pupuk SP-36 dengan dosis amelioran pada Typic Dystrudepts di lapangan

Amelioran (B)	Pupuk Fosfat (kg ha ⁻¹ P) (A)		
	60 (A ₁)	120 (A ₂)	180 (A ₃)
..... kg ppl-an setiap kg P			
Tanpa (B ₀)	34,55 a A	31,08 a A	18,76 a B
1,5 x Al-dd + 2,5 ton ha ⁻¹ (B ₁)	45,22 b A	44,05 b A	23,13 a B
2,0 x Al-dd + 5,0 ton ha ⁻¹ (B ₂)	59,66 c A	47,53 b B	22,11 a C

- Keterangan : 1. Berdasarkan sidik ragam univariat pengaruh A, B, AxB teruji beragam pada taraf signifikansi 5 persen.
2. Angka yang ditandai dengan huruf yang berbeda ke arah setiap kolom (huruf kecil) dan ke arah baris (huruf besar) adalah nyata menurut uji BNT 5 persen.

Pada Tabel 3 terlihat bahwa penggunaan amelioran (B₁) pada perlakuan pupuk SP-36 dengan dosis masing-masing 60 dan 120 kg ha⁻¹ P dapat terlihat bahwa efisiensi pemupukan masing-masing sebesar 30,88 dan 41,73 %, dan pada penggunaan amelioran (B₂) pada perlakuan 60 dan 120 kg ha⁻¹ P akan lebih meningkatkan efisiensi pemupukan sebesar 72,68 dan 52,93 %.

Pemberian amelioran ke tanah mineral masam berpengaruh dalam memperbaiki sifat fisika, kimia, dan biologi tanah. Perbaikan sifat fisika meliputi perbaikan bobot isi tanah (*bulk density*) dan kapasitas menahan air tanah serta ruang pori tanah, selain itu perbaikan sifat kimia mencakup pH, Al-dd, KTK, kapasitas adsorpsi, energi ikatan P, serta peningkatan kandungan P-tersedia tanah, dan perbaikan sifat biologi meliputi keanekaragaman mikrobial bermanfaat dan tingkat populasi serta optimalisasi lingkungan hidupnya dalam *rhizosphere* (Licudine, 1995; Madjid, 1998). Dengan adanya perbaikan kendala yang ada pada tanah mineral masam, menyebabkan akar tanaman tidak mengalami gangguan keracunan aluminium sehingga akar tumbuh normal yaitu panjang dan lebat, sehingga dapat meningkatkan penyerapan P. Selain itu, serapan P yang meningkat menyebabkan fotosintat dari daun ke biji meningkat.

Tabel 3. Efisiensi pemupukan P terhadap hasil jagung (kg pipilan/kg Pupuk P) yang diberi pupuk P dengan perlakuan tanpa dan dengan amelioran pada Typic Dystrudepts, serta persentase peningkatan efisiensi akibat penggunaan amelioran

Pupuk P (kg ha ⁻¹ P)	Efisiensi (kg/ kg P)			Peningkatan Efisiensi akibat penggunaan amelioran (%)	
	B ₀	B ₁	B ₂	B ₁	B ₂
60 (A ₁)	34,55	45,22	59,66	30,88	72,68
120 (A ₂)	31,08	44,05	47,53	41,73	52,93
180 (A ₃)	18,76	23,11	22,11	23,19	17,86

Namun demikian, makin bertambahnya dosis amelioran pada pemberian pupuk 180 kg ha⁻¹ P, menyebabkan besarnya peningkatan efisiensi pemupukan P menurun dari 23,19 % menjadi 17,86 % akibat penggunaan amelioran. Penurunan efisiensi pemupukan tersebut disebabkan karena terjadinya ketidakseimbangan hara dalam tanah, sehingga sebagian besar P asal pupuk tidak dapat dimanfaatkan tanaman.

KESIMPULAN

1. Pemberian amelioran menunjukkan kenaikan hasil maksimum pipilan kering jagung, yakni sebesar 3,37 ton ha⁻¹ jika diberi amelioran 1,5 x Al-dd + 2,5 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi, dan sebesar 5,1 ton ha⁻¹ jika diberi amelioran 2,0 x Al-dd + 5,0 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi, penurunan dosis optimum P sebesar 3,33 kg ha⁻¹ P jika diberi amelioran 1,5 x Al-dd + 2,5 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi, serta 12,5 kg ha⁻¹ P bila diberi amelioran 2,0 x Al-dd + 5,0 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi.
2. Peningkatan efisiensi pemupukan P pada pemberian pupuk SP-36 dengan dosis 60 dan 120 kg ha⁻¹ P yaitu sebesar 31,39 % dan 41,83 %, jika diberi amelioran 1,5 x Al-dd + 2,5 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi, sedangkan jika diberi amelioran 2,0 x Al-dd + 5,0 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi terjadi peningkatan masing-masing sebesar 72,96 % dan 53,09 %. Sebaliknya, pada pemberian pupuk SP-36 dosis 180 kg ha⁻¹ P, baik diberi amelioran 1,5 x Al-dd + 2,5 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi maupun 2,0 x Al-dd + 5,0 ton ha⁻¹ pupuk kandang sapi, ada penurunan efisiensi pemupukan P dari 23,38 menjadi 17,73 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Bina Produksi Tanaman Pangan. 1996. Pencapaian Swasembada Jagung. Jakarta.
- Edmendes, D.C., D.M. Wheeler, and R.M. Pringle. 1990. Effects of Liming on Soil Phosphorus Availability and Utilization. P.255-267.
- Fageria, N.K. 1984. Fertilization and Mineral Nutrition of Rice. EMBRAPA-CNPAP/Editora Campus, Rio de Janeiro.
- Fageria, N.K., V.C. Baligar, and C.A. Jones. 1991. Growth and Mineral Nutrition of Field Crops. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Friesen, D.K., A.S. Juo, and M.H. Miller. 1980. Liming and lime-phosphorus-zinc interaction in two Nigerian Ultisols. I. Interactions in the soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 44: 1221 - 1228.
- Hakim, N. 1982. Pengaruh Pupuk Hijau dan Kapur pada Podsolik Merah Kuning terhadap Ketersediaan Fosfor dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). Disertasi Doktor. Fakultas Pascasarjana IPB, Bogor.
- Iyamuremye, F. 1995. Effects of Organic and Inorganic Soil Amendments on Phosphorus Sorption. Dissertation. Oregon State University. Pp.154.
- Jones, J.B., Jr. 1985. Soil Testing and Plant Analysis: Guides to the Fertilization of Horticulture Crops. Hortic. Rev. 7:1-67.
- Kandowangko, N.Y. 1999. PH Tanah, Ketersediaan P, Serapan P dan Hasil Jagung Manis (*Zea mays*, var. *Saccharata*) Akibat Penggunaan Pupuk SP-36 dan Fosfat Alam pada Inceptisol Jatiningor. Tesis Magister. Unpad. Bandung.
- Madjid, A. 1998. Peningkatan Efisiensi Pemupukan Fosfat dan Hasil Kedelai (*Glycine max* L. Merr.) dengan Menekan Adsorpsi P Maksimum akibat Pemberian Amelioran pada Ultisol Jambi. Disertasi Doktor. Unpad. Bandung.
- Rochayati, S., I.G.M. Subiksa, Kasdi Subagyo, Agus Bambang Siswanto, dan J. Sri Adiningsih. 1997. Pengelolaan Hara Untuk Menghadapi Tantangan Peningkatan Produksi Tanaman Pangan di Masa Datang. Dalam Prosiding Pertemuan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat. Cisarua, 4-6 Maret 1997. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Sample, E.C., R.J. Soper, and G.J. Rao. 1980. Reaction of Phosphate Fertilizers in Soils. P. 263-310. In Khasawneh, F.E., E.C. Sample, and E.J. Kamprath. Ed. 1980. The Role of Phosphorus in Agriculture. A.S.A., C.S.S.A., and S.S.S.A. Madison, Wisconsin USA. P.910.

- Sanchez, P.A. 1992. *Properties and Management of Soils in the Tropics*. John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Sisworo, E.L., Haryanto, dan Havis Rasjid. 1997. Penggunaan Teknik Nuklir untuk Mempelajari Hubungan Tanah-Tanaman. Lokakarya Pemanfaatan Hasil-hasil Penelitian dan Teknologi Produksi Padi dan Palawija di Lahan Kering. Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN, Jakarta.
- Sri-Adiningsih, J. 1987. Penelitian Pemupukan P pada Tanaman Pangan di Lahan Kering Masam. Hal. 285-307. Dalam Prosiding Lokakarya Nasional Penggunaan Pupuk Fosfat. Cipanas, 29 Juni – 2 Juli 1987. Pusat Penelitian Tanah. Balai Penelitian dan Pengembangan Tanaman. Departemen Pertanian.
- Sufardi. 1999. Karakteristik muatan, sifat fisikokimia, dan adsorpsi fosfat tanah serta hasil jagung pada ultisol dengan muatan berubah akibat pemberian amelioran dan pupuk fosfat. Disertasi Doktor. Unpad. Bandung.
- Sutton, P.J., G.A. Peterson, and D.H. Sander. 1988. Dry matter production in tops and roots of winter wheat as affected by phosphorus availability during various growth stages. *Agron. J.* 75: 657-663.
- Wardoyo. 1990. Materi Pengarahan Menteri Pertanian pada Lokakarya Nasional Efisiensi Penggunaan Pupuk V. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. BALITBANGTAN, DEPTAN, Bogor.
- Zhu, Z.L., and Z.B. Xi. 1990. Recycling Phosphorus from Crop and Animal Wastes in China. P. 115-123.