

Penilaian Keberkesanan Beberapa Jenis Baja Fosfat Ke Atas Tanaman Jagung (*Zea mays*, L.)

Evaluation of the Effectiveness of Various Types of Phosphate Fertilizers on Growth of Maize (*Zea mays*, L.)

ZAHARAH ABDUL RAHMAN

Soil Science Department,
Faculty of Agriculture,
Universiti Pertanian Malaysia,
Serdang, Selangor, Malaysia.

Key words: P larut-air; P larut-sitrat; kedapatan P; P tersedia.

ABSTRAK

Satu percubaan telah dijalankan untuk mengkaji keberkesanan empat jenis baja fosfat terhadap tumbesaran pokok jagung yang ditanam pada tanah Siri Munchong (*Tropeptic Haplorthox*). Empat jenis baja fosfat yang terdiri daripada Tripel Superfosfat, Superfosfat Tunggal, Fosfat Batuan, Christmas Island and Fosfat Batuan Moroccon; telah digunakan pada kadar 50, 100 dan 200 kg P ha⁻¹. Baja-baja daripada jenis superfosfat didapati menghasilkan berat kering dan pengambilan P yang lebih tinggi daripada baja-baja jenis batuan. Berat kering dan pengambilan P oleh pokok jagung juga bertambah dengan penambahan kadar pembajaan P. Kehadiran P yang diperolehi oleh pokok jagung didapati berkait rapat dengan kandungan P larut air dan P yang sedia ada dalam baja.

PENDAHULUAN

Kebanyakan tanah di Malaysia mempunyai kandungan fosforus (P) yang rendah (Coulter, 1972). Ini adalah kerana tanah-tanah ini mengalami proses luluhawa yang tinggi dan mempunyai kadar pengikatan P yang tinggi. Zaharah (1977) dalam kajiannya terhadap beberapa jenis tanah oxisol dan Ultisol mendapati tanah-tanah ini mempunyai keupayaan mengikat sebahagian besar baja P yang diberikan kepada tanah. Keadaan ini menimbulkan masalah yang besar dalam pemberian baja P kepada tanah.

Kehadiran unsur P yang terhad dalam tanah pertanian menyebabkan hasil tanaman berkurangan. Kanapathy *et al.* (1974) mendapati bahawa P merupakan satu unsur terpenting untuk pertumbuhan tanaman. Pendapat yang sama telah diberi oleh Mortvedt dan

Terman (1978). De Ment dan Seatz (1956) menunjukkan pertambahan pertumbuhan awal tanaman berkait dengan kandungan P larut air dalam baja. Webb *et al.* (1961) juga mendapati P larut air adalah faktor penting dalam keberkesanan beberapa sumber baja P untuk oat (*Avena sativa* L.).

Kajian ini dijalankan bertujuan untuk menilai keberkesanan empat jenis baja fosfat yang terdapat di pasaran terhadap tumbesaran tanaman dengan menggunakan pokok jagung sebagai penunjuk.

BAHAN DAN KAEDAH

Empat jenis baja P yang didapati di pasaran telah digunakan. Baja-baja ini terdiri daripada Tripel Superfosfat (TSP), Superfosfat Tunggal (SSP), Christmas Island (CIRP), dan

JADUAL 1
Sifat-sifat kimia baja P* yang digunakan

Baja	Jumlah P (%)	P larut daripada jumlah P (%)		P Tersedia (%)
		Air	Sitrat	
TSP	16.7	44.3	55.5	99.8
SSP	6.4	53.1	43.8	96.9
CIRP	14.3	0.02	53.1	53.12
MRP	13.3	0.02	53.4	53.42

*mengikut kaedah AOAC (1975)

Fosfat Batuan Moroccon (MRP). Ciri kimia baja-baja ini diberi dalam Jadual 1.

20 cm bahagian atas tanah siri Munchong (Tropeptic Haplorthox) telah diambil, dikering-udarkan, dan dikisar bagi membolehkan ia melalui ayakan 2 mm. Ciri-ciri kimia dan fizik tanah diberi dalam Jadual 2.

Tujuh kilogram tanah digunakan untuk setiap pasu. Baja-baja P diberi dengan kadar 50, 100 dan 200 kg P/ha dan telah dicampurkan

keseluruhan dengan tanah. Pembajaan asas dengan Urea (120 kg N/ha) dan Muriate of Potash (100 kg K/ha) telah juga diberikan pada tiap-tiap pasu. Sebanyak tujuh bijibenih jagung telah digunakan untuk setiap pasu. Setelah bercambah, penjarangan telah dilakukan kepada empat pokok setiap pasu. Sebanyak empat replikasi dijalankan untuk setiap rawatan.

Pokok jagung dituai apabila berumur enam minggu. Bahagian atas pokok dan akar dike-

JADUAL 2
Sifat-sifat kimia dan fizik tanah siri Munchong

Ciri-ciri	Nilai
pH (H ₂ O)	4.5%
pH (KCL)	4.1
Kelodak	8%
Lempung	69%
Pasir halus	10%
Pasir kasar	13%
Nitrogen	0.13%
Karbon organan	1.29%
Kation tukarganti: K	0.51 cM/kg tanah
Na	0.05 cM/kg tanah
Ca	0.75 cM/kg tanah
Mg	0.05 cM/kg tanah
P tersedia (Bray & Kurtz no. 2)	4.2 ug/g tanah

PENILAIAN KEBERKESANAN BAJA FOSFAT KE ATAS TANAMAN JAGUNG

ringkan dalam ketuhar pada suhu 65°C sehingga beratnya stabil. Kemudian beratnya dicatat dan ia dikisar untuk analisis tisul. Kandungan N, P dan K dalam daun dan akar ditentukan dengan menggunakan kaedah pencernaan basah mengikut kaedah yang disyorkan oleh Thomas *et al.* (1967).

Sampel tanah daripada pasu-pasu yang telah ditanam dengan jagung diambil dan diproseskan untuk analisis. Analisis yang dijalankan ialah P tersedia mengikut kaedah Olsen (1954) dan kaedah Bray dan Kurtz no. 1 (1945).

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Hasil Berat Kering

Didapati hasil berat kering pokok jagung dipengaruhi oleh jenis-jenis baja P yang diberi (Jadual 3). Baja SSP didapati memberikan berat kering bahagian atas dan akar yang tertinggi pada kadar pembajaan 50 kg P/ha. Tetapi pada kadar 100 dan 200 kg P/ha, baja TSP pula yang memberikan berat kering yang tertinggi. Baja-baja superfosfat mengatasi baja-baja fosfat

batuan dalam penghasilan berat kering kerana pembubaran dan pembebasan P daripada baja-baja batuan adalah lambat untuk membekalkan P yang optimum untuk pertumbuhan awal pokok jagung (Mishra dan Gupta, 1978). Walau bagaimanapun kehadiran baja P, sama ada dalam bentuk superfosfat ataupun fosfat batuan akan menambahkan lagi hasil berat kering bahagian atas pokok jagung jika dibandingkan dengan rawatan kawalan, iaitu jika baja P tidak diberi. Hasil berat kering ini akan meningkat dengan meningkatnya kadar P yang diberi.

Peningkatan berat kering akar yang bermakna hanya dapat dilihat pada paras 100 dan 200 kg P/ha di antara baja TSP dan baja-baja jenis batuan. Kecenderungan bertambahnya berat kering akar dapat dilihat dengan bertambahnya kadar P yang diberi. Keadaan yang sama diperolehi oleh Rehm *et al.* (1981), Mortvedt dan Terman (1978), dan Mishra dan Gupta (1978).

Pengambilan P

Kesan punca-punca P dan kadar pembajaan P terhadap pengambilan P oleh pokok

JADUAL 3
Pengaruh baja-baja P ke atas berat kering bahagian atas dan akar pokok jagung (g/pasu)

Jenis baja P	Bahagian atas			Akar		
	50	100	kg P/ha 200	50	100	200
TSP	2.40 ^b	3.99 ^b	6.05 ^b	1.02 ^a	1.64 ^c	1.83 ^c
SSP	2.64 ^b	3.78 ^b	5.40 ^b	1.35 ^a	1.53 ^{bc}	1.56 ^{bc}
CIRP	1.69 ^a	2.80 ^a	3.92 ^a	0.88 ^a	1.24 ^{ab}	1.28 ^{ab}
MRP	1.48 ^a	2.78 ^a	2.90 ^a	0.97 ^a	1.00 ^a	1.02 ^a
Kawalan	0.83			0.65		

Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama di dalam satu turus adalah tiada perbezaan pada P = 0.05.

JADUAL 4
Pengaruh jenis dan kadar baja P ke atas pengambilan P
oleh pokok jagung

Jenis baja P	Pengambilan P (mg/pasu)		
	50 kg P/ha	100 kg P/ha	200 kg P/ha
TSP	7.43 ^{cb}	13.68 ^c	22.1 ^c
SSP	8.13 ^c	12.25 ^{bc}	17.83 ^{bc}
CIRP	5.83 ^{ab}	10.28 ^{ab}	12.65 ^{ab}
MRP	4.00 ^a	7.13 ^a	9.28 ^a
Kawalan	1.80		

Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama dalam satu turus adalah tiada perbezaan yang bererti pada $P = 0.05$.

jagung ditunjukkan dalam Jadual 4. Pengambilan P oleh pokok jagung sangat dipengaruhi oleh jenis dan kadar baja P yang diberi.

Baja TSP memberikan pengambilan P yang tertinggi diikuti oleh SSP, CIRP dan MRP pada kadar 100, dan 200 kg P/ha. Manakala pada kadar 50 kg P/ha, SSP memberikan pengambilan P yang tertinggi. Sungguhpun begitu, pengambilan P daripada SSP dan TSP tidak memberikan perbezaan yang bererti pada semua kadar pembajaan. Pengambilan P yang tinggi daripada TSP dan SSP mungkin disebabkan oleh kandungan P larut air yang tinggi dalam kedua-dua jenis baja ini, yang merupakan faktor penting dalam keberkesanan P untuk tumbesaran awal tanaman (De Ment dan Seat, 1956; Webb *et al.*, 1961).

Korelasi antara P larut air dengan P yang diserap oleh pokok jagung didapati sangat bererti dengan nilai $r = 0.73$. Korelasi antara P tersedia (P larut air + P larut sitrat) dengan P yang diserap juga didapati sangat bererti dengan nilai $r = 0.84$.

Bagi baja CIRP, walaupun kandungan P larut air terlalu rendah berbanding dengan TSP dan SSP, tetapi tiada perbezaan yang bererti didapati antara CIRP dan TSP dalam pengambilan P kecuali pada kadar pembajaan 200 kg

P/ha. Juga didapati apabila pengambilan P daripada CIRP dan SSP dibandingkan, perbezaan yang bererti cuma didapati pada kadar 50 kg P/ha. Ini mungkin disebabkan oleh pH tanah yang rendah (pH 4.5) yang menggalakkan pelarutan P daripada baja batuan (Garbouchev, 1981).

Baja MRP didapati paling sedikit menghasilkan P yang diserap oleh pokok jagung. Ini mungkin disebabkan oleh P yang terdapat dalam baja MRP berada dalam bentuk trikalسيوم fosfat yang tidak mudah larut.

P Diekstrak dari Tanah Selepas Tuai

P yang diekstrak daripada tanah dengan kaedah Bray dan Kurtz no. 1 dan Olsen diberi dalam Jadual 5. P yang diekstrak memberikan perbezaan yang bererti pada punca-punca baja P yang berlainan. Rawatan yang menerima baja SSP dan TSP memberikan P yang diekstrak lebih tinggi daripada rawatan dengan CIRP dan MRP dengan menggunakan kedua-dua kaedah pengekstrak. Keadaan yang serupa didapati oleh Misra dan Gupta (1978). Mereka mendapati P yang diekstrak daripada tanah yang telah dirawat dengan superfosfat dengan atau tanpa pengapuran menunjukkan nilai P yang diekstrak lebih tinggi daripada rawatan dengan baja P bantuan.

JADUAL 5
Pengaruh jenis dan kadar baja P terhadap P yang diekstrak daripada tanah selepas tuai (mg/pasu)

Jenis baja P	Kaedah Olsen			Kaedah Bray & Kurtz 1		
	P ₁	P ₂	P ₃	P ₁	P ₂	P ₃
TSP	47.1 ^b	47.6 ^b	52.0 ^{bc}	16.7 ^a	25.4 ^a	47.6 ^b
SSP	50.6 ^b	48.1 ^b	77.9 ^c	17.7 ^a	35.4 ^b	92.4 ^c
CIRP	33.1 ^a	36.2 ^a	43.8 ^a	11.7 ^a	18.2 ^a	31.2 ^a
MRP	39.9 ^a	42.9 ^{ab}	47.8 ^a	15.4 ^a	26.3 ^a	46.6 ^b

P₁ = 50 kg P/ha; P₂ = 100 kg P/ha; P₃ = 200 kg P/ha

Nilai dalam satu turus yang diikuti dengan huruf yang sama tiada mempunyai perbezaan pada tahap P = 0.05.

Pada keseluruhannya, kaedah Olsen dapat mengekstrak nilai P yang lebih tinggi berbanding dengan kaedah Bray dan Kurtz no. 1, tetapi korelasi P yang diekstrak dengan P yang diserap oleh pokok jagung adalah rendah pada kaedah Olsen ($r = 0.17$) berbanding dengan kaedah Bray dan Kurtz no. 1 ($r = 0.64^{**}$).

Kaedah Olsen mengekstrak P dengan nilai yang hampir sama pada kadar 50 dan 100 kg P ha⁻¹ untuk semua jenis baja. Nilai P yang agak tinggi hanya terdapat pada kadar pembajaan 200 kg P ha⁻¹. Manakala kaedah Bray dan Kurtz no. 1 menunjukkan nilai P yang diekstrak meningkat dengan meningkatnya kadar baja P yang diberi. Ini mungkin menunjukkan kaedah Bray dan Kurtz no. 1 adalah lebih sensitif untuk mengekstrakkan P yang boleh didapati oleh tanaman.

KESIMPULAN

Daripada percubaan pasu ini didapati jenis-jenis baja P seperti SSP, TSP, CIRP dan MRP mempunyai pengaruh yang berlainan terhadap unsur P yang diperolehi oleh pokok jagung yang ditanam pada tanah siri Munchong (pH = 4.5). Keadaan begini mungkin disebabkan oleh kandungan P larut air dan P tersedia di dalam baja-baja yang berlainan ini. Kandungan P larut air adalah mengikut susunan SSP > TSP > CIRP > MRP, manakala kandungan P tersedia dalam baja pula mengikut susunan TSP > SSP > MRP > CIRP.

Baja-baja superfosfat (SSP dan TSP) memberikan pengaruh yang lebih tinggi kepada berat kering daun dan akar jika dibandingkan dengan baja-baja batuan. Keadaan yang sama didapati pada pengambilan P oleh pokok jagung, dan P yang diekstrak daripada tanah selepas dituai.

SUMMARY

A pot experiment was conducted to study the effectiveness of four types of phosphate fertilizers on the growth of maize (Zea mays L.) grown on Munchong soil series (Tropeptic Haplorthox). The phosphate fertilizers used were Triple superphosphate (TSP), Single superphosphate (SSP), Christmas Island rock phosphate (CIRP), and Moroccan rock phosphate (MRP). They were applied in powder form at the rate of 50, 100 and 200 kg P ha⁻¹. It was found that the addition of P either as superphosphate or rock phosphate increased the dry matter yield as compared to the control. Plants treated with superphosphates (TSP and SSP) gave higher dry matter yield at all rates of P applied as compared to those treated with rock phosphates (CIRP and MRP). Increasing the rates of P applied

was found to increase the dry matter yield. P uptake by the plants was found to be higher in the plants treated with superphosphates as compared to rock phosphates. A highly significant correlation was found between P uptake by the plants and water-soluble and citrate-soluble P present in these fertilizers. Soils treated with superphosphates gave higher extractable P (Olsen and Bray and Kurtz no. 1) as compared to rock phosphates. Bray and Kurtz no. 1 extractable P correlated significantly with P uptake by the plants. This may indicate that Bray and Kurtz no. 1 extract can give a good indication of P availability to plant.

RUJUKAN

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC) (1975): Official methods of analysis. 12th ed. AOAC, Washington D.C.
- BRAY, R.H. and KURTZ, L.T. (1945): Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.* 59: 39 – 45.
- COULTER, J.K. (1972): Soils of Malaysia. Review of investigation on their fertility and management. *Soil and Fert.* 35: 475 – 498.
- DE MENT, J.D. and SEATS, L.F. (1956): Crop response to high alumina nitric phosphate fertilizer. *J. Agric. Food Chem.* 4: 432 – 435.
- GARBOUCHEV, I.P. (1981): The manufacture and agronomic efficiency of a partially acidulated phosphate rock fertilizer. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45: 970 – 974.
- KANAPATHY, K., MARY, A.K. and LINGAM, S. (1974): Evaluation of soil P available to plants. *Malay. Agric. J.* 49: 56 – 69.
- MISHRA, B. and GUPTA, R.P. (1978): Evaluation of Mussoorie rock phosphate as a phosphorus source for maize on acid soils of Kumaon hills. *Ind. J. Agric. Sci.* 48(4): 239 – 344.
- MORTVEDT, J.J. and TERMAN, G.L. (1978): Nutrient effectiveness in relation to rate applied for pot experiments. II. phosphorus source. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42: 302 – 306.
- OLSEN, S.R., COLE, C.V., WATANABE, F.S. and DEAN, L.A. (1954): Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA circ. 939.
- REHM, G.W., SORENSEN, R.C. and WIESE, R.H. (1981): Application of phosphorus, potassium and zinc to corn grown for grain or silage: Early growth and yield. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45: 523 – 528.
- THOMAS, R.L., SHEARD, W.W. and MOYER, J.R. (1967): Comparison of conventional and automated procedures for N, P and K analyses of plant materials using a single digestion. *Agron. J.* 59: 240 – 243.
- WEBB, J.R., RESEK, J.T. and ELK, E. (1961): An evaluation of phosphorus fertilizer ranging in water solubility: III. Oat fertilization. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 25: 222 – 226.
- ZAHARAH, A.R. (1977): Kesan-kesan pembajaan fosfat ke atas tanah-tanah Oxisol dan Ultisol. Laporan penyelidikan Jabatan Sains Tanah, UPM 1977 – 78. pp. 111 – 118.

(Received 7 June, 1984)