

**PENGARUH PEMUPUKAN N, P, K, DAN S TERHADAP DINAMIKA HARA DI LAHAN
KERING ALFISOL DAN TANAMAN KACANG TANAH**

***NUTRIENTS DYNAMIC IN SOIL OF AND PEANUT PLANT IN DRYLAND ALFISOL AS
AFFECTED BY NITROGEN, PHOSPHOROUS, POTASSIUM, AND SULPHUR FERTILIZERS***

Anwar Ispandi¹

ABSTRACT

Peanut yield in upland area dominated with Alfisol is considered low due to nutrient deficiencies. The effects of N, P, K, and S fertilization on nutrients dynamic in Alfisol soil and peanut plant was studied during rainy season 1997/1998 and 1998/1999 at Gunungkidul subdistrict, Yogyakarta. Two sets of experiment were conducted using the randomized block design replicated four times. The first set consisted of eight combination of urea, TSP, and KCl fertilizers and the second one had six urea, ZA, TSP, and KCl fertilizers. 'Kelinci' variety grown in plots sized 4 m × 4 m each, plant spacing of 40 cm × 20 cm and two seeds per hill.

The result showed that nitrogen and phosphorous fertilizers should be used for improving peanut performance in the Alfisol soil. Application of urea had to be combined with TSP and KCl but if using ZA properly enough should be combined with TSP. Application of 25 kg/ha urea, 100 kg/ha TSP, and 100 kg/ha KCl or 100 kg/ha ZA and 100 kg/ha TSP were among the best treatments, and the peanut yield were 2.0 and 2.5 t/ha dry pod, respectively. The yield of peanut given no fertilizers was 0.9 - 1.0 t/ha of dry pod. In the other hand, application of 100 kg/ha TSP together with 50 kg urea/ha increased the rate of P available in the soil from "low" to "medium" level and absorption of P by plant increased at about 142%. The application of 100 kg ZA/ha increased the absorption rate of P available in the soil to a "high" level, as well as the absorption of P nutrient by plant to 200%. Application of 100 kg/ha ZA increased S availability in the soil more than 900 % and slightly decreased the soil pH from 6.6 to 6.4 but did not increase S absorption by plant.

Keywords: peanut, nutrients dynamic, Alfisol.

INTISARI

Hasil kacang tanah di lahan kering tanah Alfisol (Mediterranean) selalu rendah. Kandungan unsur hara dalam tanah yang rendah seperti N, P, K, S, Zn, Cu, Mo, dan kadar humus yang rendah diyakini sebagai penyebab rendahnya hasil kacang tanah di lahan tersebut. Guna mengkaji dinamika hara dan meningkatkan produktivitas kacang tanah, pada MH 1997/1998 dan MH 1998/1999 dilakukan penelitian pemupukan N, P, K, dan S (urea, TSP, KCl, dan ZA) pada tanaman kacang tanah di lahan kering tanah Alfisol di daerah Gunung Kidul Yogyakarta. Percobaan lapangan menggunakan rancangan acak kelompok, empat ulangan. Percobaan MH 1997/1998 terdiri atas 8 perlakuan yang merupakan kombinasi pupuk Urea, TSP dan KCl. Percobaan MH 1998/1999 terdiri dari dua percobaan, masing-masing 6 perlakuan yang merupakan kombinasi pupuk urea, ZA, SP36 dan KCl. Kacang tanah varietas Kelinci ditanam dengan jarak tanam 40 cm × 20 cm, 2 biji per lubang pada ukuran petak 4 m × 4 m.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa pupuk N dan P sangat esensial dan harus diberikan bersamaan agar berdampak positif terhadap ketersediaan hara P dan peningkatan hasil kacang tanah di lahan kering tanah Alfisol. Bila menggunakan pupuk Urea perlu disertai dengan pupuk P dan K, namun bila menggunakan ZA cukup disertai dengan pupuk P. Hasil kacang tanah 2 t/ha polong kering dicapai dengan pemupukan 25 kg/ha urea, 100 kg/ha TSP dan 100 kg/ha KCl dan hasil 2,5 t/ha polong kering dicapai bila dipupuk dengan 100 kg/ha ZA dan 100 kg/ha TSP. Hasil kacang tanah tanpa pupuk adalah 0,9 - 1,0 t.

¹ Ahli Peneliti Utama Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang

polong kering/ha. Pemupukan NPK meskipun nyata meningkatkan hasil kacang tanah, namun tidak berpengaruh terhadap ketersediaan hara Ca dan Fe dalam tanah dan tidak berpengaruh terhadap serapan Ca dan Fe oleh tanaman. Pemupukan P hingga dosis 100 kg SP36/ha yang diberikan bersama urea (dosis 25 kg/ha) dapat meningkatkan ketersediaan hara P dalam tanah dari harkat "rendah" ke "sedang" dan meningkatkan serapan hara P oleh tanaman sekitar 119% dan bila diberikan bersama ZA (100 kg/ha) dapat meningkatkan ketersediaan hara P dalam tanah dari harkat "rendah" ke "tinggi" dan meningkatkan serapan hara P sekitar 200%. Pemupukan ZA (100 kg/ha) meningkatkan hara S tersedia dalam tanah lebih dari 900% dan sedikit menurunkan pH tanah dari 6,6 menjadi 6,4 tetapi tidak jelas pengaruhnya terhadap serapan hara S oleh tanaman.

Kata kunci: kacang tanah, dinamika hara, tanah alfisol.

PENDAHULUAN

Kacang tanah merupakan salah satu komoditas tanaman pangan yang banyak ditanam di lahan kering tanah Alfisol (Mediterranean) dengan rata-rata hasil masih di bawah 1 t/ha polong kering. Lahan kering jenis tanah Alfisol umumnya miskin unsur hara makro dan mikro kecuali Ca dan Mg dan pH tanah berkisar antara 5,5 - 8,5. Status hara Ca tersedia dalam tanah umumnya berada dalam harkat "tinggi" sampai "sangat tinggi" khususnya pada lahan yang topografinya miring. Kadar ion Ca dalam tanah yang tinggi dapat mengakibatkan terfiksasinya hara P menjadi senyawa-senyawa Ca-fosfat yang daya larutnya sangat rendah sehingga tanaman sering kekurangan unsur P. Rendahnya hara P dan K dapat sebagai penyebab utama rendahnya hasil kacang tanah di tanah Alfisol. Pemupukan P di tanah berkadar Ca-did tinggi sering tidak efektif karena ion fosfat sulit mencapai permukaan akar yang sudah tertutup ion Ca dan akan segera terbentuk Ca-fosfat (Fitter dan Hay, 1991). Upaya pencegahan pembentukan Ca-fosfat di permukaan akar sangat penting untuk meningkatkan efektivitas serapan P oleh tanaman. Pupuk ZA dapat digunakan untuk mencapai tujuan tersebut karena di dalam tanah, ion sulfat dari ZA akan cepat bereaksi dengan ion Ca di permukaan akar membentuk Ca-sulfat sehingga ion fosfat dapat diserap tanaman. Di samping itu, pupuk ZA yang diberikan bersama pupuk P dapat menurunkan pH tanah dan dapat meningkatkan serapan hara P berserta hara-hara yang lain (Miller *et al.*, 1970). Pupuk ZA juga sebagai sumber hara S yang sangat diperlukan bagi tanaman di lahan kering tanah Alfisol karena lahan kering tanah Alfisol umumnya miskin hara S. Pada umumnya tanah Alfisol juga miskin hara Fe yang dapat menye-

babkan tanaman kacang tanah mengalami klorosis sebagaimana di tanah Alfisol Tuban, Jawa Timur (Taufiq dan Sudaryono, 1999). Tanah Alfisol di lahan kering Gunungkidul memiliki kadar Fe tinggi sampai sangat tinggi karena berasosiasi dengan tufa abu vulkan. Kadar Fe yang terlalu tinggi dapat menekan ketersediaan hara-hara yang lain seperti Ca dan Mo (Foth and Ellis, 1988). Serapan hara Fe oleh tanaman yang terlalu tinggi dapat mengganggu serapan hara-hara yang lain termasuk P serta dapat mengganggu proses metabolisme dalam jaringan tanaman (Fitter dan Hay, 1991).

Penelitian bertujuan mempelajari dinamika unsur hara, baik dalam tanah maupun dalam tanaman kaitannya dengan produksi kacang tanah di lahan kering Alfisol yang miskin humus.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di lahan kering tanah Alfisol di Kabupaten Gunungkidul, D.I. Yogyakarta pada MH 1997/1998 dan 1998/1999. Lokasi percobaan berjenis tanah Alfisol (Mediterranean) berasosiasi dengan tanah Inseptisol (Latosol) yang miskin hara N,P,K,S dan kaya akan hara Ca, Mg, dan Fe. Bahan induk berasal dari batuan kapur yang tercampur dengan tufa abu vulkan.

Penyusunan plot mengikuti rancangan acak kelompok dengan empat ulangan. Kacang tanah varietas Kelinci ditanam pada jarak tanam 40 cm × 20 cm, dua biji per lubang pada petak seluas 4 m × 4 m untuk setiap perlakuan.

Percobaan MT 1997/1998 dan MT 1998/1999 keduanya menggunakan rancangan acak kelompok dengan empat ulangan. Kacang tanah varietas Kelinci ditanam pada jarak tanam 40 cm × 20 cm, dua biji per lubang pada petak seluas

Tabel 1. Hasil kacang tanah dan komponen hasil dari berbagai pemupukan NPK di lahan kering Alfisol, MH 1997/1998.

Pemupukan	Berat Polong kering (ton/ha)	Berat biji ku/ha	% biji normal	Jumlah polong/rumpun	Berat tanaman ton/ha
0-0-0	0,988 ^c	6,24 ^c	78,0 ^{cd}	11,0 ^c	6,27 ^e
A1-0-0	1,099 ^{de}	8,27 ^{de}	80,3 ^{bcd}	12,8 ^{bc}	7,67 ^{de}
A1-B-0	1,784 ^{nb}	13,03 ^{nb}	87,3 ⁿ	12,4 ^{bc}	8,97 ^{bcd}
A1-B-C	2,003 ^a	14,40 ⁿ	93,0 ⁿ	19,9 ⁿ	11,00 ^{abc}
A2-0-0	1,250 ^{cde}	8,87 ^{cde}	77,7 ^d	12,0 ^c	10,47 ^{abc}
A2-B-0	1,466 ^{bcd}	10,45 ^{bcd}	87,0 ^{ab}	13,6 ^{bc}	8,67 ^{cde}
A2-B-C	1,658 ^{abc}	12,42 ^{abc}	90,3 ^a	16,8 ^{nb}	13,07 ⁿ
0-B-C	1,532 ^{bcd}	10,89 ^{nbc}	88,0 ^a	14,5 ^{bc}	11,47 ^{nb}
KK %	15,4	18,45	4,2	17,5	14,6
BNT 5%	0,39	3,41	6,39	4,33	2,47

Keterangan: A1 = 25 kg/ha urea ; A2 = 50 kg/ha urea ; B = 100 kg/ha SP36 ; C = 100 kg/ha KCl

Tiap rumpun terdiri dari dua tanaman : biji normal = biji siap untuk benih.

4 m × 4 m untuk setiap perlakuan. Perlakuan percobaan MT 1997/1998 ialah kombinasi tiga dosis pupuk urea (0, 25, dan 50 kg/ha), dua dosis pupuk TSP (0 dan 100 kg/ha) dan dua dosis pupuk KCl (0 dan 100 kg/ha), yang keseluruhannya berjumlah 8 perlakuan.

Penelitian MT 1998/1999 terdiri dari dua percobaan, masing-masing ditempatkan pada lokasi terpisah tetapi masih terletak pada satu desa. Perlakuan percobaan A berjumlah 6 perlakuan, merupakan kombinasi dua dosis pupuk N (50 kg/ha urea dan 100 kg/ha ZA), dua dosis P (0 dan 100 kg/ha TSP dan dua dosis pupuk K (0 dan 100 kg/ha KCl) serta ditambah satu perlakuan tanpa pupuk sebagai kontrol. Percobaan A ditempatkan di lahan bekas percobaan MT 1997/1998. Percobaan B berjumlah 6 perlakuan, merupakan kombinasi antara tiga dosis pupuk N (50 kg/ha urea, 100 kg/ha ZA dan 200 kg/ha ZA) dan dua dosis pupuk P (0 dan 100 kg/ha TSP). Percobaan B ditempatkan di luar bekas percobaan MT 1997/1998.

Pengamatan dilakukan terhadap status hara dalam tanah sebelum percobaan, setelah panen kacang tanah, dalam daun saat berbunga 50%, hasil kacang tanah, dan komponen hasil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produktivitas

Berat tanaman (biomassa) saat panen percobaan MH 1998/1999 dapat mencapai 13 t/ha,

sedang percobaan MH 1997/1998 hanya mencapai sekitar 5,5 t/ha (Tabel 1 dan 2). Perbedaan tersebut diduga sebagai akibat perbedaan curah hujan di kedua musim tanam tersebut, yaitu curah hujan MH 1998/1999 terlihat jauh lebih tinggi dari MH 1997/1998. Curah hujan yang lebih tinggi menghasilkan biomassa yang lebih tinggi tetapi menghasilkan kacang tanah yang lebih rendah. Hasil kacang tanah percobaan MH 1997/1998 berkisar antara 0,98 - 2,0 t/ha polong kering sedangkan hasil percobaan MT 1998/1999 berkisar antara 0,99 - 1,78 t/ha polong kering. Hasil tersebut sangat rendah bila dibandingkan dengan potensi hasil kacang tanah yang lebih dari 4 t/ha polong kering (Adisarwanto *et al.*, 1993). Sifat fisik tanah dan sifat kimia tanah yang rendah serta lengas tanah yang distribusinya tidak merata sepanjang pertumbuhan tanaman diduga merupakan penyebab rendahnya hasil kacang tanah. Curah hujan yang sangat tinggi di atas kebutuhan optimal serta distribusi hujan yang sangat tidak merata juga sebagai penyebab rendahnya hasil kacang tanah. Kebutuhan air selama pertumbuhan tanaman kacang tanah berkisar antara 250 - 700 mm, tergantung dari jenis tanah, tingkat kesuburan tanah, pengelolaan lahan dan varietas (Sivakumar and Sarma, 1986).

Pemupukan 25 kg/ha urea dapat meningkatkan hasil kacang tanah polong kering sekitar 11% tetapi tidak nyata secara statistik (Tabel 1). Bila dosisnya ditingkatkan menjadi 50 kg/ha urea kenaikannya mencapai 26% tetapi tetap tidak nyata

Tabel 2. Hasil kacang tanah dan berat tanaman dari berbagai pemupukan P, K, dan S di lahan kering tanah Alfisol, MH 1998/1999.

Pemupukan	Berat polong kering (ton/ha)	Berat segar tanaman (ton/ha)	Keterangan
Percobaan A			
0	0,99 ^d	1,67 ^c	0 = tanpa pupuk
U	1,12 ^d	3,57 ^{cd}	U = 50 kg/ha urea
U + P	1,60 ^c	3,20 ^d	P = 100 kg/ha TSP
U+P+K	1,78 ^{bc}	4,11 ^{bc}	K = 100 kg/ha KCl
ZA + P	2,48 ^a	5,49 ^a	ZA = 100 kg/ha ZA
ZA+P+K	2,24 ^{ab}	4,48 ^b	
KK %	14,6	8,65	
BNT 5 %	0,46	0,60	
Percobaan B			
U	0,94 ^c	2,45 ^b	ZA1 = 100 kg/ha ZA
ZA1	1,18 ^b	2,64 ^{ab}	ZA2 = 200 kg/ha ZA
ZA2	1,35 ^{ab}	2,58 ^{ab}	P = 100 kg/ha TSP
U+P	1,25 ^b	2,84 ^{ab}	K = 100 kg/ha KCl
ZA1 + P	1,47 ^a	3,09 ^a	U = 50 kg/ha urea
ZA2 + P	1,32 ^{ab}	2,64 ^{ab}	
K K %	10,7	12,8	
BNT 5 %	0,20	2,64	

Keterangan: A dan B=dua percobaan yang berbeda lokasi, pada musim yang sama dan masih pada jenis tanah yang sama: U=50 kg/ha urea; P=100 kg/ha TSP; K=100 kg/ha KCl; ZA = 100 kg/ha ZA; ZA1 = ZA; ZA2 = 200 kg/ha ZA

secara statistik. Pemupukan 25 kg/ha urea + 100 kg/ha TSP meningkatkan hasil sekitar 62% daripada yang hanya dipupuk 25 kg/ha urea. Penambahan 100 kg/ha KCl hasilnya meningkat sekitar 12% daripada yang diberi pupuk N + P. Kenaikan hasil kacang tanah tersebut diperkirakan sebagai akibat adanya kenaikan jumlah polong yang diikuti dengan meningkatnya berat biji dan kualitas biji.

Percobaan MH 1998/1999 menunjukkan bahwa pemupukan 50 kg urea/ha hanya meningkatkan hasil kacang tanah sekitar 13%. Dan bila ditambah pupuk P, kenaikannya menjadi sekitar 62% dari pada yang hanya dipupuk urea. Penambahan pupuk K tidak dapat meningkatkan hasil kacang tanah (Tabel 2). Pemberian pupuk N yang tidak disertai pupuk P hanya meningkatkan pertumbuhan vegetatif tetapi tidak meningkatkan hasil kacang tanah (Tabel 2).

Tabel 1 dan 2 menunjukkan bahwa pupuk P sangat berperan dalam meningkatkan hasil kacang tanah. Meskipun demikian hasil kacang

tanah tertinggi dicapai bila dipupuk ZA + TSP dengan dosis 100 kg ZA + 100 kg/ha TSP. Pemupukan tersebut dapat meningkatkan hasil kacang tanah sekitar 55% daripada yang diberi pupuk urea + TSP (Tabel 2) atau meningkat sekitar 17% (Tabel 2). Pemberian pupuk ZA juga dapat meningkatkan berat tanaman secara nyata. Tabel 1 dan 2 menunjukkan bahwa penggunaan pupuk P diperlukan untuk pengisian polong dan meningkatkan kualitas biji sedang pupuk N diperlukan untuk pertumbuhan vegetatif sedang ZA sangat diperlukan untuk meningkatkan efisiensi pupuk P.

Tabel 3 menunjukkan bahwa lahan percobaan sangat miskin hara K. Namun demikian, pemberian pupuk K ternyata tidak dapat meningkatkan hasil kacang tanah secara nyata, tetapi hanya meningkatkan jumlah polong (Tabel 1). Pada umumnya tanaman kacang tanah memang kurang respon terhadap pemupukan K karena tanaman kacang tanah sangat efisien dalam menggunakan hara K dalam tanah (Sumarno,

Tabel 3. Status hara dalam tanah setelah panen kacang tanah percobaan MT 1997/1998.

Pemupukan	pH	C org	N	SO ₄	P.Br.1	K	Ca	Mg	Fe
	H ₂ O	%	%	----- ppm -----	----- ppm -----	----- ppm -----	me/100g -----	----- ppm -----	ppm
0	6,8	1,42 R	0,14 R	77,4 S	2,63 SR	0,14 SR	26,1 ST	2,4 S	27,2 T
U1	6,7	1,49 R	0,14 R	80,5 S	2,39 SR	0,13 SR	22,8 ST	7,7 T	30,4 T
U1+P	6,6	1,73 R	0,14 R	86,8 S	12,95 S	0,15 SR	23,9 ST	7,9 T	25,6 T
U1+P+K	6,6	1,67 R	0,17 R	95,2 S	12,10 S	0,25 R	23,0 ST	8,1 T	25,1 T
U2	6,7	1,71 R	0,16 R	88,9 S	4,25 R	0,10 SR	23,5 ST	8,1 T	33,8 T
U2+P	6,5	1,66 R	0,14 R	93,1 S	11,81 S	0,19 SR	24,6 ST	8,6 T	31,8 T
U2+P+K	6,5	1,59 R	0,16 R	89,9 S	17,40 S	0,23 R	25,5 ST	8,0 T	31,3 T
0+P+K	6,6	1,45 R	0,13 R	79,5 S	7,24 S	0,27 R	24,5 ST	8,5 T	28,7 T
S.P.	6,8	1,49 R	0,15 R	75,7 S	2,99 SR	0,12 SR	25,8 ST	7,3 T	21,9 T

Keterangan: 0 = tanpa pupuk; U1 = 25 kg/ha urea; U2 = 50 kg/ha urea; P = 100 kg/ha TSP; K = 100 kg/ha KCl
Harkat: SR=sangat rendah; R=rendah; S=sedang; T=tinggi; ST=sangat tinggi; SP=sebelum percobaan

1986). Namun demikian, mengingat kadar K-dd dalam tanah dalam keadaan kahat, sedangkan unsur K termasuk unsur makro yang sangat diperlukan serta hasil kacang tanah masih sangat rendah, maka meniadakan penggunaan pupuk K perlu banyak pertimbangan.

Status hara dalam tanah

1. Reaksi tanah (pH tanah)

Pemupukan dengan urea (50 kg/ha) dan ZA (100 kg/ha) dapat sedikit menurunkan pH tanah yaitu dari 6,8 turun menjadi 6,7 - 6,5. Meskipun penurunannya relatif kecil, ternyata sudah dapat meningkatkan ketersediaan hara P dalam tanah antara 50% sampai dengan 120% (Tabel 3 dan 4). Tanah dengan pH 6 - 7 cukup optimal bagi tersedianya berbagai unsur hara tanaman seperti N, K, Mg, S, Cu, dan Bo, sedang pada pH tanah diatas 7 hanya baik untuk ketersediaan Ca dan Mg dan bila pH tanah di bawah 5,5 hanya baik untuk ketersediaan hara Fe, Mn dan Zn (Foth dan

Ellis, 1988). Khusus untuk tanaman kacang tanah, reaksi tanah yang optimal antara 5,5 - 6,5 (Biswas dan Makkerjee, 1989).

2. C organik tanah dan humus dalam tanah

Tabel 3 dan 4 menunjukkan bahwa pemupukan N dapat meningkatkan kadar C organik tanah meskipun tidak sampai merubah harkat, dan masih tetap berharkat "rendah". Kenaikan C organik tanah tersebut dapat disebabkan naiknya berat tanaman akibat adanya pemupukan N (Tabel 1 dan 2). Daun-daun kacang tanah kembali berguguran ke tanah dan menambah C organik dalam tanah. C organik tanah yang optimal antara 3 - 5 % dan C organik tanah yang berbentuk humus berfungsi sebagai penyangga tanah (*buffer*). Pada tanah dengan kadar humus yang optimal dapat menurunkan pH tanah sampai di bawah 7 dan ketersediaan hara tanaman akan berada dalam kondisi optimal asalkan pH tanah tidak sampai di bawah 5,5 (Foth dan Ellis, 1988).

Tabel 4. Status hara dalam tanah setelah panen kacang tanah percobaan MT 1998/1999.

Pemupukan	pH H ₂ O	C org %	N %	S ₀₄ -----ppm-----	P.Br. I	K -----me/100g-----	Ca	Mg	Fe ppm
Percobaan A									
0	6,6	1,56 R	0,18 R	79,5 S	5,84 R	0,27 R	16,4 T	2,8 S	31,6 T
ZA1	6,5	1,75 R	0,21 S	145,0 S	6,44 R	0,20 R	14,9 T	2,2 S	65,0 ST
ZA2	6,4	1,88 R	0,21 S	213,2 S	9,34 S	0,15 R	14,6 T	1,6 S	75,3 ST
U	6,6	1,88 R	0,18 R	74,1 S	6,82 R	0,25 R	16,2 T	2,3 S	46,9 T
ZA1+P	6,5	1,62 R	0,21 S	148,6 S	27,10 ST	0,16 SR	14,3 T	2,2 S	55,4 T
ZA2+P	6,4	1,75 R	0,23 S	423,1 ST	37,15 ST	0,18 SR	14,9 T	1,7 S	60,4 ST
SP.	6,7	1,49 R	0,22 S	75,6 S	3,14 R	0,24 R	18,5 T	4,1 S	48,9 T
Percobaan B									
0	6,8	1,18 R	0,16 R	18,9 SR	5,17 R	0,28 R	19,3 T	2,9 S	61,1 ST
U	6,7	1,31 R	0,18 R	10,5 SR	7,71 S	0,27 R	19,5 T	3,6 S	65,3 ST
U+P	6,7	1,31 R	0,17 R	16,8 SR	12,87 S	0,26 R	19,3 T	6,9 S	73,9 ST
U+P+K	6,8	1,31 R	0,20 R	15,2 SR	13,88 S	0,49 S	19,8 T	5,2 S	58,0 ST
ZA+P	6,7	1,48 R	0,17 R	192,0 S	25,88 T	0,26 R	17,6 T	3,9 S	81,5 ST
ZA+P+K	6,6	1,38 R	0,19 R	196,2 S	29,96 T	0,41 S	17,4 T	7,5 S	84,4 ST
B.SP.	6,9	1,16 R	0,18 R	15,7 SR	3,99 R	0,22 R	27,9 ST	8,9 ST	44,0 T

Keterangan: 0 = tanpa pupuk U = 50 kg/ha urea P = 100 kg/ha TSP
 K=100 kg/ha KCl ZA1 =100 kg/ha ZA ZA2 = 200 kg/ha ZA
 SP = sebelum percobaan. A dan B = dua percobaan yang terpisah.

Harkat: SR = sangat rendah R = rendah S = sedang T =tinggi ST = sangat tinggi (Lembaga Penelitian Tanah, 1980)

3.Nitrogen (N)

Setelah panen kacang tanah, terjadi sedikit kenaikan kadar N pada tanah yang diberi perlakuan pupuk, baik yang dipupuk urea maupun ZA (Tabel 3 dan 4). Namun demikian kenaikan N tersebut diduga bukan dari residu pupuk N yang diberikan sebelumnya, tetapi diduga berasal dari daun kacang tanah yang kembali ke tanah. Hara N yang berasal dari urea atau ZA hanya dapat

bertahan dalam tanah tidak lebih dari dua minggu setelah pemberian, dan sisa nitrogen yang tidak terserap tanaman akan segera kembali ke udara dalam bentuk gas NH₃, N₂, dan N₂O (Aldrich *et al.*, 1976). Tabel 3 dan 4 mengindikasikan bahwa penanaman kacang tanah dapat memperbaiki tingkat kesuburan tanah karena meningkatkan kandungan C organik dan N dalam tanah.

Tabel 5. Kandungan dan harkat unsur hara dalam daun kacang tanah dari berbagai perlakuan pemupukan di lahan kering tanah Alfisol, MT 1997/1998.

Pemupukan	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	SO ₄ %	Fe ppm
0	4,13	0,19	1,88	2,57	1,41	0,78	427
	C	R	C	T	T		T
U1	6,29	0,21	2,11	2,55	1,35	0,88	640
	T	R	C	T	T		ST
U1+P	6,18	0,38	2,40	2,1	1,5	0,84	664
	T	C	C	T	ST		ST
U1+P+K	6,29	0,35	2,22	2,78	1,26	0,85	672
	T	C	C	T	T		ST
U2	6,33	0,18	2,32	2,80	1,67	0,77	677
	T	R	C	T	ST		ST
U2+P	6,47	0,42	2,44	2,53	1,80	0,74	616
	T	C	C	T	ST		ST
U2+P+K	6,91	0,40	2,31	2,62	2,03	0,81	638
	T	C	C	T	ST		ST
0+P+K	5,02	0,39	2,39	2,60	1,92	0,83	452
	C	C	C	T	ST		T

Keterangan: U1 = 25kg/ha urea; U2 = 50kg/ha urea; P = 100 kg/ha TSP; K = 100 kg/ha KCl; 0 = tanpa pupuk. Serapan hara Cu = SR: Zn = R - SR; R=Rendah C=Cukup T=Tinggi ST=sangat tinggi (Scott dan Aldrich . 1970)

4. Sulfur (S)

Kadar hara S dalam tanah sebelum percobaan, menunjukkan harkat "sedang" dan setelah panen kacang tanah terjadi kenaikan kadar S dalam tanah antara 2,4 % - 26 %. Menurut Tisdale *et al.* (1984), hara S dalam tanah umumnya berada dalam bentuk senyawa CaSO₄, MgSO₄. 7H₂O dan CaSO₄.2H₂O yang tidak tersedia bagi tanaman. Pengelolaan lahan pada musim penghujan diduga sebagai penyebab larutnya sebagian senyawa S tersebut menjadi hara tersedia bagi tanaman karena daya larut log K⁰ senyawa tersebut relatif masih tinggi, yaitu antara -2,38 sampai -4,61 (Bolt dan Bruggenwert, 1978). Perlakuan dengan berbagai macam formulasi pupuk urea, TSP dan KCl tidak banyak berpengaruh terhadap kadar hara S dalam tanah (Tabel 3).

Pemberian 100 kg/ha ZA dapat meningkatkan kadar S tersedia dalam tanah sekitar 83% dan bila dipupuk 200 kg/ha kenaikannya dapat mencapai 432%. Tabel 4 menunjukkan bahwa tanah yang tidak dipupuk ZA, kadar S dalam tanah berharkat "sangat rendah". Pemberian 100 kg/ha ZA dapat meningkatkan kadar hara S tersedia dalam tanah sekitar 937%. Hal ini diduga

sebagai penyebab menurunnya pH tanah dari 6,6 menjadi 6,4 (Tabel 4) yang sangat menunjang peningkatan ketersediaan hara dalam tanah.

5. Fosfor (P)

Pada tanah-tanah yang kadar P tersedianya "sangat rendah", pemupukan 25 kg/ha urea sudah dapat meningkatkan ketersediaan hara P dalam tanah sekitar 61,5%. Pemupukan 100 kg TSP/ha yang diberikan bersama urea dapat meningkatkan hara P tersedia dalam tanah sekitar 446% (Tabel 3) atau 67% (Tabel 4) daripada yang dipupuk urea. Bila pupuk TSP tersebut diberikan bersama pupuk ZA (100 kg/ha) peningkatannya mencapai 297% dibandingkan yang diberi Urea dan meningkat ke harkat "sangat tinggi" (Tabel 4). Hal ini diduga karena gugusan sulfat dari ZA di dalam tanah akan cepat bereaksi dengan ion Ca menjadi Ca sulfat (Feagley dan Hossner, 1978). Dengan demikian, ion fosfat yang berasal dari pupuk TSP akan lebih lama berada di dalam tanah dan meningkatkan kadar hara P tersedia dalam tanah. Daya larut Ca-sulfat (log K⁰= -2,38) lebih rendah dari pada pupuk TSP (log K⁰= -1,08). Meskipun demikian, ketersediaan hara tersebut

Tabel 6. Status unsur hara dalam daun kacang tanah dari berbagai perlakuan pemupukan di lahan kering tanah Alfisol, MT 1998/1999.

Pemupukan	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	SO ₄ %	Fe ppm
0	4,34	0,12	0,99	2,58	1,16	0,34	495,7
	C	K	K	T	T		T
U	7,22	0,15	1,63	2,64	1,69	0,40	504,4
	ST	K	R	T	T		ST
U + P	7,42	0,26	1,86	2,65	1,69	0,16	1112,8
	ST	C	C	T	T		ST
U + P + K	7,63	0,29	2,54	2,51	2,61	0,30	1783,8
	ST	C	T	T	ST		ST
ZA + P	7,35	0,36	1,80	2,55	4,09	0,61	2163,2
	ST	C	C	T	ST		ST
ZA + P + K	7,20	0,37	3,28	2,60	3,28	1,39	1982,4
	ST	C	ST	T	ST		ST

Keterangan: U = 50kg/ha urea P = 100kg/ha TSP; K = 100 kg/ha KCl; ZA = 100 kg/ha ZA; 0 = tanpa pupuk; Serapan hara Cu = R. Zn = C. K=kahat, R=rendah, C=cukup, T=tinggi. ST=sangat tinggi (Scott dan Aldrich, 1970).

tidak akan berlangsung lama karena dengan tingginya kadar ion Ca dalam tanah, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ (TSP) akan segera berubah menjadi CaHPO_4 yang daya larutnya lebih rendah ($\log K^0 = -2,70$). Selanjutnya CaHPO_4 akan berubah menjadi $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ yang daya larutnya jauh lebih rendah ($\log K^0 = -26$), dan hara P-nya semakin sulit dimanfaatkan oleh tanaman. Senyawa Ca-fosfat yang paling rendah daya larutnya ialah fluor apatit ($\log K^0 = -120,8$) (Bolt dan Bruggenwert, 1978). Kalsium sulfat (CaSO_4) yang terbentuk di dalam tanah daya larutnya relatif stabil ($\log K^0 = -2,38$) dan masih relatif mudah terionisasi (Krauskopf, 1979) sehingga sewaktu-waktu hara sulfatnya masih dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

6. Kalium (K)

Kandungan hara K tersedia dalam tanah, baik sebelum percobaan maupun setelah panen kacang tanah berharkat "sangat rendah" sampai "rendah", baik yang dipupuk NP maupun yang tidak dipupuk NP. Untuk tanaman kacang tanah, nisbah Ca/K yang optimal di daerah perakaran mendekati 10 : 1 (Gascho dan Davis, 1994) sedang pada percobaan ini rata-rata nisbah Ca/K pada tanah yang tidak dipupuk KCl sekitar 165 : 1 (Tabel 3), 76 : 1 (Tabel 4), dan 70 : 1 (Tabel 4). Terlalu besarnya nisbah Ca/K tersebut disebabkan kadar K tersedia dalam tanah yang "sangat rendah" sampai "rendah" dan kadar ion Ca dalam tanah

yang "tinggi" sampai "sangat tinggi". Nisbah Ca/K yang terlalu besar kemungkinan merupakan salah satu penyebab produksi kacang tanah tidak dapat mencapai optimal. Pemupukan 100 kg/ha KCl dapat meningkatkan harkat dari "sangat rendah" ke "rendah" atau dari "rendah" ke "sedang" dan menurunkan nisbah Ca/K menjadi 97 : 1 (Tabel 3) dan 41 : 1 (Tabel 4).

Tabel 3 menunjukkan bahwa pemupukan 100 kg/ha KCl tidak meninggalkan residu K dalam tanah. Hilangnya residu K tersebut diduga karena banyak tercuci ke lapisan tanah yang lebih dalam atau terbawa oleh aliran air ke tempat-tempat yang lebih rendah akibat curah hujan yang tinggi. Di dalam tanah, unsur K hanya dapat difiksasi oleh mineral liat tipe 2:1 seperti vermikulit, montmorilonit, illit, dan klorit, padahal tanah Alfisol didominasi oleh mineral kaolinit tipe 1:1 yang tidak dapat memfiksasi K (Supardi, 1983). Dengan demikian unsur K yang dapat terfiksasi oleh mineral lempung dalam tanah Alfisol relatif kecil.

7. Kalsium (Ca), Magnesium (Mg) dan Besi (Fe)

Status hara Ca-dd dalam tanah sebelum percobaan berharkat "tinggi" sampai "sangat tinggi". Perlakuan dengan berbagai formulasi pupuk tidak banyak berpengaruh terhadap kadar Ca-dd dalam tanah, dan harkatnya tetap "tinggi" atau "sangat tinggi" sama dengan yang tidak dipupuk (Tabel 3 dan 4). Kadar ion Ca dalam tanah yang berharkat

"tinggi" sebenarnya cukup baik bagi pertumbuhan tanaman pangan karena Ca termasuk unsur makro yang banyak diperlukan tanaman antara lain dalam pembentukan dan pengisian polong (Gascho dan Davis, 1994). Namun demikian, kadar ion Ca yang tinggi sangat berpotensi memfiksasi P menjadi Ca fosfat yang sukar larut (Brady, 1992) dan menyebabkan tanaman dapat kahat P. Ion Ca yang mengikat gugusan fosfat (misalnya yang berasal dari TSP atau SP36) akan segera diganti dengan ion Ca yang baru hasil pelepasan dari batuan induk kapur (kalsit) sehingga kadar ion Ca dalam tanah selalu stabil. Batuan kapur mudah sekali melepaskan ion Ca meskipun dalam kondisi kadar lengas yang rendah (Krauskopf, 1979). Pemberian pupuk urea tidak jelas pengaruhnya terhadap ion Ca dalam tanah.

Dibandingkan dengan sebelum percobaan, terjadi penurunan kandungan Mg tersedia dalam tanah (Tabel 4). Hal ini diduga karena banyak Mg tercuci sebagai akibat adanya pengolahan tanah dan curah hujan yang tinggi. Perlakuan dengan berbagai formulasi pupuk tidak berpengaruh terhadap kadar Mg tersedia dalam tanah.

Kadar Fe dalam tanah yang berharkat "sangat tinggi" (Tabel 4) sangat tidak baik bagi pertumbuhan tanaman karena dapat menghambat perkembangan akar dan mengganggu serapan hara oleh tanaman (Foth dan Ellis, 1988). Meskipun demikian, kandungan Fe yang terlalu rendah juga tidak baik bagi tanaman kacang tanah karena dapat menyebabkan terjadinya klorosis (Fitter dan Hay, 1991). Perlakuan dengan berbagai formulasi pupuk tidak berpengaruh terhadap kadar Fe tersedia dalam tanah.

Serapan hara oleh tanaman kacang tanah

1. Nitrogen (N)

Pemupukan 25 kg/ha urea dapat meningkatkan serapan hara N oleh tanaman sekitar 52 % dan meningkat dari harkat "cukup" ke "tinggi". Bila dosisnya ditingkatkan menjadi 50 kg Urea per ha, tidak ada peningkatan serapan hara N (Tabel 5). Tabel 6 menunjukkan bahwa pemupukan 50 kg/ha urea hanya dapat meningkatkan serapan hara N sekitar 66%. Menurut data tersebut, pemupukan optimum untuk kacang tanah di lahan kering Alfisol berkisar 25 kg sampai 50 kg/ha urea tergantung dari tingkat kesuburan tanah.

2. Fosfor (P)

Pemberian pupuk 100 kg/ha TSP dapat meningkatkan serapan hara P berkisar antara 100 % - 121 % atau meningkat dari harkat "rendah" ke "cukup". Meskipun dosis pemupukan sudah tinggi (100 kg/ha TSP), serapan hara P hanya mencapai harkat "cukup" dan belum mampu meningkat ke harkat "tinggi" (Tabel 5). Tingginya kadar Ca di dalam tanah diduga sebagai penyebab rendahnya serapan hara P oleh tanaman. Di samping itu, juga karena penyerapan hara P oleh tanaman harus melalui proses difusi yang banyak memerlukan energi (Barber, 1974 *cit.* Foth dan Ellis, 1988). Serapan hara P yang hanya mencapai harkat "cukup" tersebut diduga sebagai salah satu penyebab hasil kacang tanah tidak dapat mencapai maksimal. Tabel 6 menunjukkan bahwa kadar P dalam tanaman yang berasal dari lahan yang tidak dipupuk P berharkat "kahat P". Tanaman yang hanya dipupuk urea (50 kg/ha) tanpa disertai pupuk P tidak dapat meningkatkan serapan hara P dan tanaman tetap kahat P. Pemupukan 100 kg/ha TSP bersama urea meningkatkan serapan P sekitar 117% atau meningkat dari harkat "rendah" ke "cukup" tetapi belum mencapai harkat "tinggi". Bila pupuk P diberikan bersama pupuk urea (100 kg/ha) dan KCl (100kg/ha), serapan hara P dapat meningkat sekitar 142% tetapi tetap hanya berharkat "cukup". Bila pupuk P diberikan bersama dengan pupuk ZA (100 kg/ha) serapannya meningkat lagi menjadi 200% daripada yang tidak dipupuk P atau meningkat sekitar 38% daripada yang dipupuk urea + TSP (Tabel 6). Dari sini terlihat adanya pengaruh pupuk ZA dalam meningkatkan serapan P oleh tanaman.

3. Kalium (K)

Tabel 5 menunjukkan bahwa tanpa pemupukan K, serapan hara K oleh tanaman sudah mencapai harkat "cukup" meskipun dalam tanah miskin hara K (Tabel 3). Pemupukan 50 kg urea dan 100 kg SP36/ha hanya sedikit meningkatkan serapan hara K dan tetap berharkat "cukup". Pemupukan 100 kg KCl/ha ternyata tidak dapat meningkatkan serapan hara K dan tetap berharkat "cukup" (Tabel 5). Pemupukan 50 kg/ha urea pada tanah yang kahat K dapat meningkatkan serapan hara K ke harkat "cukup" (Tabel 6). Bila ditambah pupuk P serapannya lebih meningkat lagi tetapi tetap berharkat "cukup". Bila ditambah 100 kg/ha KCl serapan hara K dapat mencapai

harkat "tinggi". Hasil serapan hara K berharkat "sangat tinggi" bila pupuk K diberikan bersama pupuk P dan ZA.

Data tersebut menunjukkan adanya interaksi antara serapan P dan K. Semakin tinggi serapan P semakin tinggi pula serapan K. Ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi serapan P pembentukan ATP akan semakin meningkat. Meningkatnya kadar ATP sebagai sumber energi semakin besar kemampuan tanaman menyerap hara K karena penyerapan hara K harus melalui proses difusi yang memerlukan banyak energi (Barber, 1984 *cit.* Foth dan Ellis, 1988). Pemupukan P bersama pupuk ZA secara tidak langsung dapat meningkatkan serapan hara K.

4. Kalsium (Ca) dan Besi (Fe)

Kadar ion Ca dalam tanah yang berharkat "tinggi" sampai "sangat tinggi" (Tabel 3 dan 4) menyebabkan serapan hara Ca oleh tanaman juga berharkat "tinggi" (Tabel 5 dan 6). Serapan hara Ca yang berharkat "tinggi", sebenarnya cukup bagus untuk memperoleh hasil tanaman yang optimal karena unsur Ca sangat diperlukan dalam pembentukan polong atau buah (Gascho dan Davis, 1994). Namun demikian, kadar humus dalam tanah yang rendah, serapan hara Ca yang terlalu tinggi berpotensi menekan serapan hara-hara lain seperti P, K, S, Fe, dan Mo.

Tabel 5 dan 6 menunjukkan bahwa serapan hara Fe mencapai harkat "tinggi" sampai "sangat tinggi". Serapan unsur Fe yang sangat tinggi diduga sebagai penyebab rendahnya serapan hara P dan K oleh tanaman. Tabel 5 dan 6 juga menunjukkan bahwa serapan hara P dan K semakin tinggi pada tanah yang kadar Fe-nya semakin rendah. Serapan hara Fe yang terlalu tinggi akan dapat meracuni organ tanaman dan dapat menghambat serapan hara lain dan menghambat pertumbuhan tanaman (Fitter dan Hay, 1991) dan akhirnya akan mengganggu pembentukan polong. Kadar humus dalam tanah yang rendah (Tabel 3 dan 4) dapat menstimulasi meningkatnya serapan unsur Fe. Di dalam tanah, humus berfungsi sebagai penyangga tanah, artinya dapat mengeliminasi efek negatif ion yang berlebihan dan membantu ionisasi hara yang kadarnya terlalu rendah (Supardi, 1983).

Di dalam tanah, kedua unsur, Ca dan Fe, bersifat antagonis dan sangat besar pengaruhnya terhadap pH tanah. Semakin tinggi kadar ion Ca

dalam tanah, pH tanah akan semakin tinggi, serapan hara Ca akan semakin tinggi dan serapan hara Fe akan semakin rendah. Sebaliknya, semakin tinggi kadar ion Fe dalam tanah akan menyebabkan pH tanah semakin menurun, serapan hara Fe semakin meningkat dan serapan hara Ca akan semakin menurun (Foth dan Ellis, 1989), padahal keduanya sangat dibutuhkan tanaman. Keseimbangan kedua unsur tersebut, baik di dalam tanah maupun hasil serapannya, dapat dicapai bila kadar humus dalam tanah dalam keadaan cukup atau tinggi, yaitu antar 3% - 5% (Supardi, 1983).

Berbagai perlakuan pemupukan tidak banyak pengaruhnya terhadap serapan hara Ca maupun Fe oleh tanaman. Menurut Cox *et al.* (1982), kebutuhan optimal akan unsur Ca bagi tanaman bila nisbah antara Ca : (K + Mg) = 1 : 9, sedangkan dalam percobaan ini, nisbah tersebut hanya mencapai sekitar 1 : 1,17. Untuk mencapai 1 : 9 maka serapan hara K harus berharkat "tinggi", sedang dalam percobaan ini hasil serapan unsur tersebut baru mencapai harkat "kurang" sampai "cukup". Hal ini diduga sebagai salah satu kendala dalam mencapai produksi kacang tanah yang optimal.

5. Magnesium (Mg)

Serapan hara Mg tidak banyak dipengaruhi oleh perlakuan pemupukan (Tabel 5 dan 6). Meskipun sifat unsur Mg tidak jauh berbeda dengan unsur Ca, dinamika kedua unsur tersebut dalam tanah agak berbeda. Ketersediaan unsur Ca maksimal terjadi pada pH tanah > 7, sedang untuk Mg pada pH antara 5,5 - 7,5 (Foth dan Ellis, 1988). Oleh sebab itu, pada pH sekitar 6,5 serapan hara Mg bisa mencapai harkat "sangat tinggi" sedangkan untuk Ca hanya mencapai harkat "tinggi". Kedua unsur tersebut diserap tanaman melalui proses aliran massa (Barber, 1984 *cit.* Foth dan Ellis, 1988) yang tidak banyak memerlukan energi sehingga serapan hara Ca maupun Mg tidak banyak dipengaruhi oleh besar kecilnya serapan hara P.

6. Sulfur (S)

Tabel 3 dan 4A menunjukkan bahwa tanpa pemupukan kadar S tersedia dalam tanah sudah berharkat "sedang" dan bila dipupuk dengan ZA harkatnya meningkat menjadi "tinggi" sampai "sangat tinggi". Meskipun demikian, meningkatnya ketersediaan hara S dalam tanah, tidak jelas

pengaruhnya terhadap serapan hara S oleh tanaman (Tabel 5 dan 6). Tabel 5 dan 6 menunjukkan besarnya serapan hara S oleh tanaman berkisar antara 0,78% - 1,39%. Menurut Frank dan Cleon (1992), serapan hara S oleh tanaman mencapai optimal bila nisbah antara N : S = 15 : 1. Dalam percobaan ini nisbah antara N : S sudah mencapai 15 : 3. Mengingat kadar N dalam daun menunjukkan harkat "tinggi" sampai "sangat tinggi" hal ini menunjukkan bahwa serapan hara S oleh tanaman sudah sangat berlebihan. Tingginya serapan hara S tersebut diduga karena hara S diserap tanaman melalui proses aliran massa (Barber, 1984 *cit.* Foth dan Ellis, 1988), sehingga meskipun kadar S tersedia dalam tanah hanya berharkat "sedang" tanaman sudah mampu menyerap hara S hingga mencapai kadar melebihi kebutuhan. Menurut Giller dan Silvestre (1969) serta Plank (1989) *cit.* Gascho dan Davis (1994), kadar S dalam daun kacang tanah saat berbunga yang optimal antara 0,20% - 0,35%. Sedang dalam percobaan ini kadar S dalam daun telah mencapai 0,78% - 1,39%. Jadi serapan unsur S oleh tanaman dalam percobaan ini benar-benar sudah berlebihan.

KESIMPULAN

1. Pemupukan N dan P sangat esensial dan harus diberikan bersama-sama agar berdampak positif terhadap ketersediaan hara, peningkatan hasil kacang tanah di lahan kering tanah Alfisol. Hasil kacang tanah 2,0 t/ha polong kering dicapai bila dipupuk 25 kg/ha urea + 100 kg/ha TSP + 100 kg/ha KCl, dan hasil 2,5 t/ha dicapai bila dipupuk 100 kg/ha ZA + 100 kg/ha TSP. Hasil kacang tanah tanpa pupuk adalah 0,9 - 1,0 t/ha polong kering.
2. Pemupukan NPK meskipun nyata meningkatkan hasil polong kacang tanah, namun tidak berpengaruh terhadap ketersediaan hara Ca dan Fe dalam tanah dan tidak berpengaruh terhadap serapan hara Ca dan Fe oleh tanaman.
3. Pemupukan P dosis 100 kg/ha TSP yang diberikan bersama urea (25 kg/ha) dapat meningkatkan ketersediaan hara P dalam tanah dari harkat "rendah" ke "sedang" dan meningkatkan serapan hara P sekitar 142%. Bila 100 kg/ha TSP diberikan bersama ZA (100 kg/ha) dapat meningkatkan ketersediaan hara P dalam tanah dari harkat "rendah" ke "tinggi" dan meningkatkan serapan hara P sekitar 200%.
4. Pemupukan 100 kg/ha KCl tidak meningkatkan hasil kacang tanah secara nyata meskipun dalam tanah sangat miskin hara K. Masalah ini masih perlu penelitian lebih lanjut.

SARAN

Guna meningkatkan produksi kacang tanah di lahan kering tanah Alfisol miskin humus disarankan untuk tidak memberikan pupuk NPK secara terpisah terutama pupuk K karena pemupukan secara terpisah hingga dosis 100 kg/ha KCl tidak meningkatkan hasil kacang tanah secara nyata meskipun tanah sangat miskin hara K.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto T., A.A. Rahmiana, dan Suhartina. 1993. Budidaya Kacang Tanah. Dalam: Sumarno *et al.* (ed.). *Kacang Tanah*. Monograf Balittan Malang.
- Aldrich, S.R., W.O.Scott, dan E.R.Leng. 1976. *Modern Corn Production*. A&L Publication. Champaign, Illionis.
- Biswas, T.D. dan S.K.Makkerjee. 1989. *Textbook of Soil Science*. McGraw Hill Publishing Company Limited. New Delhi.
- Bolt, T.G.H. dan M.G.M.Bruggenwert. 1978. *Soil Chemistry*. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam-Oxford-New York.
- Brady, C.N. 1992. *The Nature and Properties of Soil*. Macmillan Publishing Company. New York.
- Cox, F.R., F.Adum, dan B.B.Tucher. 1982. Liming Fertilization and Mineral Nutrition. Dalam: Anonim *Peanut Science and Technology*. American Peanut Research and Education Society Inc. Texas.
- Fitter, A.H. dan R.K.H. Hay. 1991. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Feagley, S.E. dan L.R. Hossner. 1978. Ammonium Volatilization Reaction Mechanism Between Ammonium Sulfate and Carbonate System. *Soil Science Society of America Journal* 42: 364-367.
- Foth, N.O. dan Ellis B.G. 1988. *Soil Fertility*. John Wiley & Sons. New York- Singapore.
- Frank, B.S. dan W.R. Cleon. 1992. *Plant Physiology*. Wadworth Publishing Company. Belmont- California.
- Gascho, G.J. dan J.G. Davis. 1994. Dalam:

- J.Smart (ed.). *The Groundnut Crop*. Chapman and Hall. London - New York.
- Howeller, R.H. 1981. *Mineral Nutrition and Fertilization of Cassava*. CIAT. Colombia.
- Krauskopf, K. B. 1979. *Introduction to Geochemistry*. International Student Edition. M.C.Graw Hill. Kogakusha. Tokyo - London - Sydney.
- Miller, M.H., C. P.Mamaril, dan G.J.Blair. 1970. Ammonium Effects and Phosphorus Absorption Through pH Changes and Phosphorus Precipitation at the soil Root Interface. *Agronomy Journal* 62:524-527.
- Sivakumar, M.V.K. dan P.S. Sarma. 1986. Studies on Water Stress on Groundnut Dalam: Anonim *Peanut Science and Technology*. American Peanut Research and Education Society Inc. Texas. pp. 83-98.
- Sumarno. 1986. *Teknik Budidaya Kacang Tanah*. Sinar Baru. Bandung.
- Supardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Taufiq, A. dan Sudaryono. 1999. Pemupukan belerang (S) dan bahan organik pada kacang tanah di tanah Mediteran (Alfisol) bereaksi basa. Dalam: Anonim *Perbaikan Komponen Teknologi Untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Kacang- kacangan dan Umbi-umbian. Edisi Khusus Balitkabi* no. 13 th. 1999. hal.198-208.
- Tisdale, S.L., W.L.Nelson, dan J.D.Deaton. 1984. *Soil Fertility and Fertilizers*. Macmillan Publishing Company. New York.