

Penanggulangan Klorosis pada Kacang Tanah di Alfisol Alkalis

Abdullah Taufiq¹, Agustina Asri Rahmianna¹ dan Joko Purnomo²

RINGKASAN

Di masa mendatang, klorosis daun kacang tanah di Alfisol alkalis akan menjadi kendala peningkatan produksi kacang tanah. Klorosis dapat terjadi selama fase pertumbuhan tanaman dengan intensitas yang berbeda, dan sangat ditentukan oleh lingkungan tumbuh. Penyebab klorosis sangat kompleks, faktor penyebab yang satu bisa merupakan akibat faktor yang lain. Melihat gejala pada daun, klorosis yang terjadi pada Alfisol alkalis disebabkan oleh kekurangan Fe, yang dipicu terutama oleh tingginya pH tanah dan rendahnya SO_4 dalam tanah. Upaya mengatasi klorosis pada kacang tanah dapat dilakukan melalui tiga pendekatan, yaitu penanaman varietas toleran, kecukupan hara, dan ameliorasi tanah. Hingga tahun 2000 varietas yang telah dilepas dan dinilai toleran terhadap klorosis adalah Kancil. Beberapa galur harapan toleran klorosis adalah ICGV 86031, G/PI 259747-92-B-28, K/PI 405132-90-B1-2-57, K/PI 390595/K-90-B2-54, K/SHM2-88-B-7, Lokal Tuban, dan ICGV 87055. Pemupukan dengan $FeSO_4$ takaran 30 kg/ha yang diberikan saat tanam berumur antara 15 hingga 45 hari atau penyemprotan dengan larutan yang mengandung 1% $FeSO_4$ + 0,1% asam sitrat + 3% ZA + 0,2% Urea sebanyak tiga kali pada 30, 45 dan 60 hari setelah tanam, atau pemberian 20 t pupuk kandang/ha berpeluang menurunkan klorosis dan meningkatkan hasil kacang tanah. Ameliorasi tanah untuk menurunkan pH dapat dilakukan dengan pemberian bubuk belerang (S^0) dengan takaran 400–600 kg S/ha sepanjang baris tanaman atau 1200 kg S/ha diberikan seminggu menjelang tanam dan dicampur rata dengan tanah efektif menurunkan intensitas klorosis dan meningkatkan hasil. Pemberian S mampu menurunkan pH tanah di daerah perakaran, meningkatkan ketersediaan SO_4 , memperbaiki pertumbuhan tanaman, meningkatkan indeks kandungan protein, dan efektif menurunkan klorosis hingga pada tingkat yang sangat rendah. Terdapat indikasi mekanisme S dalam menurunkan klorosis adalah melalui peningkatan translokasi unsur Ca ke bagian tanaman kacang tanah dan mempertahankan nisbah Ca/Fe tetap rendah sehingga mengurangi inaktivasi Fe oleh Ca.

Kata kunci: *Arachis hypogaea* L. Klorosis, Alfisol alkalis

SUMMARY

Overcoming chlorotic symptom on groundnut on alkaline Alfisol

Chlorotic symptom is a potential yield limiting factor for groundnut which is grown on alkaline Alfisol. The symptom may appear at any crop's growth phase with different intensities depending on growth environment. Plant's chlorosis is caused by many factors which sometimes they inter-relates to another. Visual observation on chlorotic leaves clearly indicates that this symptom is due to Fe deficiency, and it is triggered mainly by high soil pH and low soil SO_4 availability. There are, at least, three approaches, viz. tolerant variety application, nutrition sufficiency management, and soil amelioration to manage the chlorotic symptom on groundnut. Until year 2000, there is only one groundnut variety (variety Kancil) released as chlorotic tolerant variety, while ICGV 86031, G/PI 259747-92-B-28, K/PI 405132-90-B1-2-57, K/PI 390595/K-90-B2-54, K/SHM2-88-B-7, Local Tuban, and ICGV 87055 are promising lines with similar tolerancy. Application of 30 kg $FeSO_4$ /ha at 15 to 45 days after planting (DAP), or incorporation of 20 t manure/ha, or sprayed application of 1% $FeSO_4$ + 0.1% citric acid + 3% ZA + 0.2% Urea at 30, 45 and 60 DAP reduce chlorotic intensity and therefore increase pod yield. Soil amelioration is conducted by split application of 400–600 kg S/ha before planting or incorporation of 1200 kg S/ha into the root zone at one week before planting and then thoroughly mixed with soil. This elemental sulphur ameliorant is applied to reduce the soil pH, and effectively reduces soil pH, increases soil SO_4 availability, increases leaf chlorophyll index, reduces chlorotic intensity to a lower level, and improves crop growth. The effectiveness of S in reducing chlorosis is hypothesized through inhibiting the translocation of Ca to plant's upper part and maintaining the lower Ca/Fe ratio in leaves that results in Fe-inactivation by Ca.

Key words: *Arachis hypogaea*; chlorosis; alkaline; Alfisol.

PENDAHULUAN

Kacang tanah di Indonesia merupakan tanaman yang bernilai ekonomi tinggi. Luas pertanaman kacang tanah hingga saat ini berkisar antara 0,6–0,7 juta hektar, dan sekitar 20% ditanam di lahan kering Alfisol alkalis dengan tingkat produktivitas rata-rata 1,1 t/ha. Pada umumnya

¹Peneliti Fisika dan ²Pemulia Tanaman Kacang Tanah pada Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.

petani menanam secara tunggal atau tumpang-sari dengan ubikayu. Musim tanam raya jatuh pada bulan Februari atau Maret (akhir musim hujan).

Kacang tanah yang ditanam di Alfisol alkalis sering mengalami klorosis (umumnya disebut sebagai *'lime-induced chlorosis'*) yang menyebabkan penurunan hasil polong 20 hingga 70% (Adisarwanto *et al.*, 1991; Taufiq dan Sudaryono, 1997). Gejala klorosis diketahui pertama kali tahun 1980 di daerah Tuban (Jawa Timur), dan pada tahun 1994 ditemukan juga di Lamongan, Bangkalan, Ngawi, Sumbawa (NTB), dan Sumba (NTT) (Adisarwanto, 1997). Gejala tersebut dicirikan oleh adanya klorosis di antara tulang daun muda, dan pada kondisi akut warna daun berubah menjadi kuning dan kadang-kadang menjadi putih, pertumbuhan vegetatif dan pembentukan polong terhambat.

Di masa mendatang, masalah klorosis akan semakin luas dan menjadi kendala peningkatan produktivitas kacang tanah di sentra produksi kacang tanah. Beberapa kajian menunjukkan bahwa penyebab klorosis adalah kompleks, karena penyebab klorosis tersebut dapat merupakan akibat dari faktor lainnya. Oleh karena itu, perlu upaya pemecahan masalah yang komprehensif agar hal tersebut dapat diatasi secara efektif.

FASE KRITIS GEJALA KLOOROSIS

Observasi di lapang menunjukkan bahwa klorosis dapat terjadi mulai tanaman berumur 7 atau 15 hari, dan kadangkala baru muncul pada umur 30 atau 60 hari, tergantung pada genotipe tanaman dan lingkungan pertumbuhan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa klorosis yang terjadi saat tanaman berada pada fase awal pembentukan polong (umur 45–50 hari) merupakan fase kritis kacang tanah terhadap klorosis (Kasno *et al.*, 1995). Klorosis yang terjadi hingga tanaman berumur 50 atau 60 hari berkorelasi negatif dengan hasil polong, yaitu menyebabkan penurunan hasil polong (Tabel 1). Pada umumnya tanaman dapat pulih dari klorosis dengan sendirinya hingga tanaman berumur 30 hari dan tidak menyebabkan kehilangan hasil yang berarti. Apabila berumur lebih dari 30 hari dan tanaman belum pulih dari klorosis maka akan menyebabkan kehilangan hasil yang nyata.

Tabel 1. Koefisien korelasi Spearman's antara hasil polong dengan intensitas klorosis pada berbagai umur tanaman kacang tanah varietas Kelinci. Rumah kaca Balitkabi, 1997.

Percobaan	Koefisien korelasi pada umur				
	30 hari	45 hari	50 hari	60 hari	75 hari
I	-0,27	-0,39	-0,24	0,30	0,35
II	-0,54	-0,77*	-0,74*	-0,75*	-0,40

*Nyata pada taraf 1%.

Sumber: Taufiq dan Burnomo (1999).

Para petani menyatakan (komunikasi pribadi) bahwa gejala klorosis yang muncul sejak tanaman berumur dua minggu dan hingga satu setengah bulan kemudian belum juga sembuh, maka pertumbuhan tanaman menjadi kerdil, bintil akar tidak terbentuk, dan jumlah bunga dan polong sangat berkurang.

DIAGNOSIS GEJALA KLOOROSIS

Beberapa penelitian mengindikasikan bahwa klorosis yang terjadi pada pertanaman kacang tanah di Kabupaten Tuban disebabkan oleh kekahatan Zn dan K (Poerboyo *et al.*, 1992), kekahatan Fe (Adisarwanto *et al.*, 1991; Suryantini, 1994; Harsanti, 1995). Penelitian lain mengindikasikan bahwa klorosis yang muncul di Tuban bukan disebabkan oleh kekahatan K (Kasno, 1992). Hasil pengujian di rumah kaca terhadap tanah Alfisol dari 16 lokasi di Jawa Timur dan 14 lokasi di Jawa Tengah menunjukkan bahwa tanaman kacang tanah yang ditanam pada Alfisol yang mempunyai pH antara 7,8–8,3 dan DTPA-Fe 2,4–7,93 mg Fe/g menunjukkan intensitas klorosis yang cukup tinggi dan produktivitasnya rendah, yaitu antara 1,5–2,8 g biji/tanaman (Taufiq dan Sudaryono, 1998). Jadi tingginya pH tanah mungkin menjadi penyebab timbulnya gejala klorosis. Hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa klorosis pada kacang tanah di Alfisol alkalis disebabkan oleh rendahnya kandungan $SO_4^{=}$ tersedia dalam tanah (Taufiq *et al.*, 2001). Uji korelasi beberapa sifat kimia tanah Alfisol menunjukkan bahwa kandungan $SO_4^{=}$ tersedia berkorelasi negatif ($r=-0,65$) dengan hasil polong kacang tanah (Balitkabi, 1998).

Tabel 2. Analisis jaringan kacang tanah varietas Lokal Tuban yang menunjukkan klorosis dan normal pada fase pembentukan polong.

Kondisi tanam-an	K (%)				Ca (%)				Fe (mg/g)				Mn (mg/g)			
	Min.	Maks.	SD	Rerata	Min.	Maks.	SD	Rerata	Min.	Maks.	SD	Rerata	Min.	Maks.	SD	Rerata
Normal	0,72	2,19	0,52	1,50	0,43	4,46	1,12	1,22	848	8789	2956	4942	129	355	86	230
Klorosis	0,49	3,13	0,82	1,43	0,70	3,08	0,81	1,58	716	9400	3141	4862	116	404	106	212
T-test (n=11)	TN				TN				TN				TN			

Keterangan: TN= tidak nyata; Min=minimum; Maks=maksimum; SD=standar deviasi.

Sumber: Adisarwanto (*tidak diterbitkan*).

Tabel 3. Analisis tanah Alfisol di mana kacang tanah ditanam.

Kondisi tanaman	K (me/100 g)				Ca (me/100 g)				Fe (mg/g)			
	Min.	Maks.	SD	Rerata	Min.	Maks.	SD	Rerata	Min.	Maks.	SD	Rerata
Normal	0,20	1,35	0,41	0,62	8,07	17,01	3,36	13,78	1,45	5,47	1,36	2,94
Klorosis	0,25	1,07	0,29	0,50	4,95	17,19	4,07	13,50	1,79	5,89	1,37	3,11
T-test (n=9)	*				TN				TN			

Keterangan: * = nyata pada taraf 5%; TN= tidak nyata; Min=minimum; Maks=maksimum. SD=standar deviasi.

Sumber: Adisarwanto (*tidak diterbitkan*).

Klorosis juga dapat diakibatkan oleh adanya inaktivasi Fe dalam tanaman (Jones, 1972; Small, 1973; Chen dan Barak, 1982), atau tidak efisiennya penggunaan Fe dalam daun (Ohwaki dan Sugahara, 1993). Inaktivasi Fe dalam tanaman dapat disebabkan oleh adanya ion bikarbonat (van Diest, 1971), dan unsur P, Zn, Cu, dan Mn yang berlebihan dalam tanaman (Gunton, 1989). Jangle *et al.* (1963) dalam Gunton (1989) menyatakan bahwa pada tanaman kedelai, Ca dapat menghambat translokasi Fe ke bagian atas tanaman. Mengel (1994) berpendapat bahwa klorosis Fe merupakan proses fisiologis yang terjadi akar dan daun.

Pada tahun 1997, contoh tanah dan tanaman kacang tanah yang sehat dan yang menunjukkan klorosis telah diambil dari lahan petani di beberapa lokasi di Tuban. Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan Fe total dalam jaringan tanaman kacang tanah yang menunjukkan klorosis pada fase pembentukan polong adalah tinggi

dan tidak berbeda dengan kandungan Fe total pada tanaman yang normal (Tabel 2). Kandungan Fe total 100 kali lipat di atas batas kecukupan. Nilai kecukupan Fe untuk kacang tanah berkisar antara 100–250 ppm Fe (Small, 1973) atau 50–75 mg/g Fe (Jones, 1991). Meskipun demikian, kandungan Fe total dalam tanah berada pada kisaran titik kritis (Tabel 3), yang menurut Koshino (1994) adalah 2,5–5,0 mg/g Fe. Tabel 2 dan 3 tersebut menunjukkan bahwa kandungan Ca dan Mn dalam jaringan tanaman dan tanah tidak nyata berbeda antara tanaman normal dan yang menunjukkan klorosis.

Data tersebut menunjukkan bahwa identifikasi penyebab klorosis dengan analisis tanaman sulit dilakukan, karena ternyata kandungan hara (yang diduga menjadi penyebab klorosis) pada tanaman yang normal dan yang menunjukkan klorosis tidak berbeda. Analisis Fe total daun tidak tepat dijadikan indikator tingkat kekahatan hara tersebut, karena adanya fenomena inakti-

vasi dalam tanaman (Jones, 1972; Chen dan Barak, 1982). Sedangkan diagnosis atas dasar kenampakan gejala merupakan cara yang cepat dan murah (Potdar dan Anders, 1995). Analisis korelasi seperti disajikan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa skor intensitas klorosis pada daun muda berkorelasi dengan hasil. Oleh karena itu skor klorosis kemungkinan dapat dijadikan indikator tingkat keparahan klorosis.

UPAYA MENGATASI KLOOROSIS

Pendekatan Pemuliaan

Genotipe kacang tanah mempunyai kepekaan yang berbeda terhadap kekahatan Fe. Perbedaan tersebut disebabkan oleh perbedaan kemampuan untuk memobilasi Fe di rizosfer melalui peningkatan ion H⁺ dan pelepasan reduktan (Gunton, 1989). Penelitian toleransi terhadap klorosis akibat kekahatan Fe pada kedelai telah dilakukan oleh Froehlich dan Fehr (1981), dan pada kacang tanah oleh ICRISAT (1992). Sejak tahun 1991 Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi) telah melakukan serangkaian penjarangan dan pengujian terhadap 500 galur dan dilanjutkan evaluasi daya hasil terhadap genotipe kacang tanah terpilih toleran klorosis di daerah endemik klorosis (Kasno *et al.*, 1995; Nugrahaeni dan Kasno, 1995; Purnomo *et al.*, 1996). Genotipe yang diuji mencakup genotipe introduksi dari ICRISAT dan varietas lokal. Dari 28 galur yang terpilih pada tahun 1996 terseleksi 17 galur yang ditengarai toleran terhadap gejala klorosis daun. Tolok ukur toleran dalam kegiatan ini sebagian besar masih didasarkan pada jumlah tanaman klorosis per petak percobaan dan hasil polong kering. Hal ini menunjukkan bahwa pada dasarnya ada gen tertentu yang menimbulkan sifat tahan/toleran.

Pengujian 17 genotipe kacang tanah terhadap kekahatan Fe pada media pasir dengan 0, 6, dan 12 mg FeSO₄/pot yang diberikan dalam bentuk larutan dengan konsentrasi 1,2% pada tahun 1997 [Pupuk dasar berupa larutan hara seperti yang digunakan Chen dan Barack (1982) yang dimodifikasi sesuai bahan yang tersedia, yaitu 10 ml/l K₂SO₄ (43,565 g/0,5 l), 4 ml/l MgSO₄ (60,195 g/l), 2 ml/l (NH₄)₂H₂PO₄ (68,045 g/l), 2 ml/l H₃BO₃ (2,86 g/l), 2 ml/l CuSO₄ 5H₂O (0,05 g/l), 2 ml/l ZnSO₄ 7H₂O (0,11 g/l), 2 ml/l (NH₄)₆Mo₇O₂₄ 4H₂O (0,025 g/l), 250 mg/g Ca(NO₃)₂] mendapatkan lima

Tabel 4. Skor klorosis dan hasil lima galur yang ditanam pada media tanah Alfisol kahat Fe. Rumah kaca Balitkabi, 1997/1998.

Genotipe	Skor klorosis			Hasil (t/ha)
	40 hari	56 hari	75 hari	
ICGV 1697	2-3 (100)	1-2 (78)	1-3 (67)	8,1
ICGV 88252/LM-92-B-4	1-3 (44)	1-3 (83)	1-4 (78)	7,7
L. Gunung Kidul (Patuk)	1-2 (22)	1 (0)	1-3 (56)	11,3
K/SHM2-88-B-7	1 (0)	1 (0)	1-4 (75)	16,8
ICGV 86031	1 (0)	1 (0)	1-4 (89)	16,4

Keterangan: angka dalam kurung adalah persentase tanaman yang menderita klorosis. Skor klorosis: 1=normal; 2=klorosis rendah; 3=klorosis sedang; 4=klorosis berat. Sumber: Nugrahaeni *et al.* (1998).

genotipe terpilih yang kemudian diuji pada media tanah Alfisol pH 8,4 dan DTPA Fe 1,42 mg/g rendah. Percobaan sebelumnya menunjukkan bahwa kacang tanah yang ditanam pada tanah tersebut mengalami klorosis yang parah. Hasil pengujian pada media tanah Alfisol yang kahat Fe menunjukkan bahwa di antara galur yang terpilih dari pengujian menggunakan media pasir, varietas Lokal Gunung Kidul (Patuk), galur K/SHM2-88-B-7, dan ICGV 86031 prospektif dan adaptif untuk lingkungan kahat hara Fe (Tabel 4 Taufiq *et al.*, 1998).

Pengujian di rumah kaca terhadap 10 genotipe terpilih toleran klorosis pada dua lingkungan tanah yang berbeda sifat, yaitu Alfisol dengan pH 7,9 kandungan SO₄ 186,6 mg/g, DTPA-Fe 3,26 mg/g Alfisol-1); dan Alfisol dengan pH 8,0, kandungan SO₄ 27,5 mg/g, DTPA-Fe 2,49 mg/g Alfisol-2) menunjukkan bahwa genotipe yang diuji menampakkan intensitas klorosis yang berbeda pada dua lingkungan tersebut. Genotipe yang ditanam pada Alfisol-2 (lingkungan dengan cekaman klorosis tinggi) menunjukkan intensitas klorosis yang lebih tinggi dibandingkan jika ditanam pada Alfisol-1 (lingkungan cekaman klorosis sedang). Pada Alfisol-1, genotipe ICGX 950433, ICGV 87055, K/SHM2-88-B-7, ICGX 960132, ICGX 960133, Patuk (Lokal Gunung Kidul, Jawa Tengah) dan ICGX 950438 mempunyai intensitas klorosis lebih rendah selama fase pembentukan hingga pengisian polong (umur 30 hingga 60 hari) dibandingkan genotipe pembandingan (ICGV 86031). Sedangkan pada Alfisol-2,

Tabel 5. Skor klorosis dan hasil biji beberapa genotipe kacang tanah pada Alfisol-1. Rumah kaca Balitkabi, 1998.

Genotipe	Skor klorosis					Berat biji/tnm (g)
	30 hari	45 hari	50 hari	60 hari	75 hari	
ICGV 86031 (cek)	3,6	2,3	3,3	1,3	2,0	3,51
ICGX 950436	2,3	1,6	3,0	1,3	1,3	3,11
ICGX 950433	2,3	1,6	1,0	1,0	1,0	6,00
ICGV 87055	1,6	1,3	1,6	1,0	1,6	6,88
K/SHM2-88-B-7	3,3	1,3	1,0	1,0	3,3	9,05
ICGX 960132	1,3	1,0	1,3	1,0	1,0	7,73
ICGX 960133	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	5,17
L. Patuk (Jateng)	1,3	1,0	1,6	1,3	2,0	3,02
L. Tuban (Jatim)	2,6	1,6	2,0	1,6	2,0	2,19
ICGX 950438	3,0	1,3	1,0	1,0	2,0	6,81
BNT 1%						0,81
BNT 5%						0,59
KK (%)						14,1

Keterangan: skor 1=normal; 2=klorosis ringan; 3=klorosis sedang; 4=klorosis berat.
Sumber: Taufiq dan Purnomo (1999).

Tabel 6. Skor klorosis dan hasil beberapa genotipe kacang tanah pada Alfisol-2. Rumah kaca Balitkabi, 1998.

Genotipe	Skor klorosis					Berat biji/tnm (g)
	30 hari	45 hari	50 hari	60 hari	75 hari	
ICGV 86031 (cek)	4,0	4,0	4,0	3,7	2,7	0,32
ICGX 950436	4,0	4,0	4,0	4,0	3,6	0,28
ICGX 950433	4,0	3,1	2,8	2,6	1,1	1,57
ICGV 87055	3,6	3,6	3,6	2,7	2,7	1,39
K/SHM2-88-B-7	4,0	4,0	3,8	3,7	3,2	1,58
ICGX 960132	3,6	3,2	3,3	2,7	1,6	2,17
ICGX 960133	3,3	2,6	2,5	1,6	1,5	1,97
L. Patuk (Jateng)	4,0	3,7	3,7	2,8	2,7	0,59
L. Tuban (Jatim)	4,0	4,0	3,7	3,3	3,1	0,49
ICGX 950438	4,0	3,2	3,5	2,8	2,5	2,50
BNT 1%						0,93
BNT 5%						0,61
KK (%)						20,0

Keterangan: skor 1=normal; 2=klorosis ringan; 3=klorosis sedang; 4=klorosis berat.
Sumber: Taufiq dan Purnomo (1999).

genotipe ICGV 87055, ICGX 960132, dan ICGX 960133 menunjukkan intensitas klorosis yang lebih rendah dibandingkan lainnya (Tabel 5 dan 6). Skor klorosis pada umur 45, 50 dan 60 hari berkorelasi negatif dengan hasil polong, masing-masing $-0,77^*$, $-0,74^*$, dan $-0,75^*$. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa genotipe ICGX 960132 dan ICGX 950438 mempunyai adaptasi yang baik pada kondisi pH tanah tinggi dan Fe rendah. Genotipe ICGX 950433, ICGX 960133 dan Patuk (Lokal Gunung Kidul, Jawa Tengah) toleran pada tanah pH tinggi dan Fe rendah (Taufiq dan Purnomo, 1999).

Hasil polong kering yang tinggi di suatu lingkungan merupakan indikasi bahwa galur kacang tanah yang dikaji mampu beradaptasi dengan baik. Rata-rata dari kajian di 10 lokasi pada tahun 1999/2000 menunjukkan bahwa beberapa galur menunjukkan pertumbuhan dan kesuburan yang lebih baik dibanding Mahesa (Tabel 7). Kacang tanah tipe Valencia secara umum menunjukkan pertumbuhan dan tingkat kesuburan yang lebih tinggi dibandingkan tipe Spanish. Beberapa genotipe kacang tanah Spanish lainnya yang menunjukkan tingkat kesuburan setaraf dengan Mahesa adalah Lokal Patuk, lokal setempat, ICGV 88252/LM-92-B-4 dan ICGV 86031. Kisaran hasil terjadi cukup lebar yakni antara 0,73 hingga 3,71 t polong kering/ha, sedangkan rata-rata hasil dari sepuluh lokasi bervariasi 1,64 hingga 2,10 t polong kering/ha. Senjang antara hasil rata-rata dengan kisaran tertinggi menunjukkan bahwa ada galur-galur yang mampu berproduksi cukup tinggi di salah satu lokasi, dan galur tersebut kurang berproduksi baik di lokasi yang lain (beradaptasi khusus). Galur dengan hasil cukup stabil adalah G/PI 259747-92-B-28, K/PI 405132-90-B1-2-57, K/PI 390595//K-90-B-54, ICGV 88252/LM-92-B-4 (tipe Valencia), dan ICGV 86031, K/SHM2-88-B-7 serta Lokal Patuk (tipe Spanish). Galur ICGV 86031 yang berklorosis cukup tinggi masih mampu berproduksi tinggi yakni 2,35 t/ha (klasifikasi cukup toleran terhadap klorosis). Dari 28 genotipe yang dievaluasi, terdapat 10 genotipe yang menghasilkan polong di atas rata-rata hasil semua genotipe, satu di antaranya adalah ICGV 88252/LM-92-B-4 dengan hasil 20% lebih tinggi dibandingkan hasil varietas Mahesa dan responsif terhadap penggunaan pupuk. Hingga tahun 2001, hanya varietas Kancil (2 biji/polong) yang dinilai toleran terhadap klorosis (Kasno, 2001).

Tabel 7. Kisaran dan rata-rata hasil serta parameter stabilitas genotipe kacang tanah dari 10 lokasi. 1999/2000.

Galur	Hasil (t/ha) ¹⁾		bi	Sdi
	Rentang	Rata-rata		
G/PI 259747-92-B-28	1,18-3,35	2,10	1,20	0,12
Lokal	0,82-3,47	1,75	1,08	0,13
K/PI 405132-90-B1-2-57	1,09-3,53	1,95	1,30	0,17
K/PI 298115-90-B-16	0,73-3,71	1,87	1,30	0,08
K/PI 390595//K-90-B-54	1,11-3,09	2,01	0,86	0,05
L. Patuk (Jateng)	1,17-2,73	1,74	0,81	0,13
ICGV 88252/LM-92-B-4	0,91-3,11	1,86	0,78	0,42
ICGV 86031	1,19-3,15	2,06	0,98	0,09
ICGV 87055	0,99-2,71	1,71	0,87	0,07
K/SHM2-88-B-7	1,03-2,59	1,89	0,74	0,12
Mahesa	0,84-2,83	1,66	1,04	0,11

¹⁾Rata-rata dari 10 lokasi.

Pendekatan Kecukupan Hara

Dalam pendekatan ini lebih diutamakan mencukupi kebutuhan hara dengan cara menambah hara yang diduga kahat. Dari segi pemupukan, dilaporkan bahwa pemberian 12 mg FeSO₄ per tanaman lewat tanah atau penyemprotan larutan 4 mg FeSO₄/tanaman menekan terjadinya klorosis dan meningkatkan hasil polong kacang tanah pada Alfisol Tuban (Suryantini, 1994). Pemberian Fe-EDTA (Goos dan Johnson, 2000), K₂SO₄ (Barak dan Chen, 1984) dapat mengurangi klorosis dan meningkatkan hasil. Pemupukan 100 kg ZA/ha dapat menurunkan jumlah tanaman klorosis (Rahmianna dan Harsono, 1992).

Hasil percobaan berbagai kombinasi pemupukan di rumah kaca pada tanah Alfisol (pH 8,4, S-SO₄ tersedia 20,18 mg/g, dan DTPA-Fe 1,42 mg/g) menunjukkan bahwa penambahan S, penyemprotan dengan Fe atau pemberian Fe lewat tanah, dan pupuk kandang tidak menyebabkan perbedaan berat kering trubus, jumlah polong isi, dan hasil polong dibandingkan hanya dengan pemupukan N dan P saja. Bahkan penambahan K dalam bentuk K₂SO₄ maupun KCl menurunkan jumlah polong isi dan berat polong (Tabel 8). Meskipun demikian, penambahan K₂SO₄ yang dikombinasikan dengan 10 kg FeSO₄ atau penyemprotan dengan larutan 0,5% FeSO₄ yang dikombinasikan dengan S atau pupuk kandang menu-

Tabel 8. Pengaruh kombinasi pemupukan terhadap tinggi tanaman, jumlah polong isi, berat kering trubus, dan berat polong kacang tanah. Rumah kaca Balitkabi, 1997.

Perlakuan	Tinggi	Jumlah	Berat	Berat
	tnm	polong	kering	polong/
	(cm)	isi/tnm	trubus	tnm
			(g)	(g)
Kontrol	18,50 ab	1,0 d	15,43 d	1,36 b
N+P	16,00 abc	8,2 ab	23,40 a	7,72 a
N+P+S	17,75 ab	9,0 a	17,03 bc	8,87 a
N+P+Ppk kandang	14,60 c	8,2 ab	17,93 bc	9,98 a
N+P+K (K ₂ SO ₄)	14,60 c	4,5 bcd	20,96 ab	2,31 b
N+P+K (KCl)	19,00 a	3,5 cd	15,11 d	1,18 b
N+P+Fe-spray	17,67 abc	9,5 a	15,89 d	6,69 a
N+P+S+Ppk kandang + Fe-spray	17,25 abc	9,8 a	21,12 ab	7,74 a
N+P+K (K ₂ SO ₄) + Fe	15,60 bc	6,0 abc	19,09 bc	6,77 a
KK (%)	14,54	44,6	17,1	45,3

Keterangan: Angka dalam kurung yang diikuti dengan huruf sama tidak berbeda nyata dengan FNT 1%. Takaran N=33,75 kg/ha; P₂O₅=36 kg/ha; S=400 kg/ha; Pupuk kandang 20 t/ha; K₂SO₄=100 kg/ha; KCl=100 kg/ha; Penyemprotan dengan larutan 0,5% FeSO₄; FeSO₄=10 kg/ha.

Sumber: Taufiq (1999).

Tabel 9. Pengaruh kombinasi pemupukan terhadap skor intensitas dan persentase tanaman klorosis. Rumah kaca Balitkabi, 1997.

Perlakuan	Skor intensitas dan kejadian klorosis				
	30	42	55	65	80
	hari	hari	hari	hari	hari
Kontrol	1,6 (60)	2,4 (80)	2,2 (60)	2,2 (60)	2,6 (100)
N+P	1,0 (0)	1,0 (0)	1,4 (20)	1,4 (40)	2,8 (100)
N+P+S	1,2 (20)	1,0 (0)	1,4 (40)	1,6 (40)	2,8 (100)
N+P+Ppk kandang	1,4 (40)	1,2 (20)	1,4 (40)	1,6 (40)	2,6 (100)
N+P+K (K ₂ SO ₄)	1 (0)	1,0 (0)	1 (20)	0,8 (0)	2,2 (100)
N+P+K (KCl)	1,8 (60)	1,2 (20)	1,4 (40)	1,2 (20)	2,4 (100)
N+P+Fe-spray	1,0 (0)	1,4 (40)	1,8 (80)	1,4 (40)	3,6 (100)
N+P+S+Ppk kandang + Fe-spray	1,0 (0)	1,2 (20)	1,2 (20)	1,2 (20)	3,2 (100)
N+P+K (K ₂ SO ₄) + Fe	1,2 (20)	1,2 (20)	1,6 (40)	1,0 (0)	3,0 (100)

Keterangan: Angka dalam kurung adalah persentase tanaman klorosis; Skor 1=normal; 2=klorosis ringan; 3=klorosis sedang; 4=klorosis berat; Takaran pupuk seperti keterangan pada Tabel 8.

Sumber: Taufiq (1999).

runkan klorosis hingga tanaman berumur 42 hari (Tabel 9). Selain itu, pemberian FeSO₄ menjadikan daun tanaman tampak lebih hijau hingga umur 45 hari, tetapi setelah itu tanaman menjadi kuning. Tampaknya pemberian FeSO₄ efektif

Tabel 10. Kandungan unsur Ca, Fe dan Mn daun kacang tanah varietas Kelinci saat panen.

Perlakuan	Kandungan hara dalam daun			
	Ca (%)	Fe (mg/g)	Mn (mg/g)	Nisbah Fe/Mn
Kontrol	0,44	1096,19	26,92	40,72
N+P	0,38	1035,69	28,00	36,99
N+P+S	0,44	1020,40	42,34	24,10
N+P+Ppk kandang	0,36	1310,92	50,82	25,79
N+P+K (K ₂ SO ₄)	0,39	1257,95	38,80	32,42
N+P+K (KCl)	0,43	1175,33	33,15	35,45
N+P+Fe-spray	0,45	1430,55	36,16	39,56
N+P+S+Ppk kandang +Fe-spray	0,44	1151,94	33,13	34,77
N+P+K (K ₂ SO ₄)+ Fe	0,39	1520,77	53,41	28,47

Keterangan: Takaran pupuk seperti keterangan pada Tabel 8.
Sumber: Taufiq (1999).

pada umur tanaman antara 15 hingga 45 hari (Taufiq, 1999).

Meskipun tanaman menunjukkan tingkat klorosis yang tinggi pada umur 80 hari, tetapi kandungan Fe total dalam daun saat panen adalah tinggi, kandungan Mn rendah, dan kandungan Ca tidak berlebihan (Tabel 10). Nisbah Fe/Mn dalam daun lebih tinggi dari 2,6 mengindikasikan

Tabel 11. Skor intensitas klorosis pada kacang tanah di Alfisol akibat berbagai perlakuan. Rumah kaca Balitkabi, 1998/1999.

Perlakuan	Skor intensitas klorosis ¹⁾			
	30 hari	45 hari	50 hari	60 hari
0 kg FeSO ₄ /ha	2,0	2,1	2,2	1,6
10 kg FeSO ₄ /ha	1,8	1,8	2,2	1,2
20 kg FeSO ₄ /ha	1,7	1,3	1,7	2,0
30 kg FeSO ₄ /ha	2,1	1,6	1,6	1,8
40 kg FeSO ₄ /ha	1,6	1,1	1,1	1,1
50 kg FeSO ₄ /ha	1,8	2,0	2,1	1,3
600 kg/ha S	1,8	1,9	1,7	1,2
20 t/ha ppk kandang (pukan)	1,3	1,2	1,1	1,1
20 t/ha pukan + 600 kg S/ha	1,3	1,2	1,0	1,4
Penyemprotan ²⁾	2,0	1,5	1,2	1,2

Keterangan: 1= normal, 2=klorosis ringan; 3=klorosis sedang; 4=klorosis berat; ²⁾dengan larutan yang mengandung 1% FeSO₄ + 0,1% asam sitrat + 3% ZA + 0,2% Urea sebanyak tiga kali pada 30, 45 dan 60 hari setelah tanam.

Sumber: Taufiq (1999a).

adanya kekahatan Mn, tetapi gejala kekahatan Mn tidak nampak. Hal ini memberi indikasi bahwa kandungan Fe total dalam daun sulit digunakan untuk menduga kekahatan Fe, dan klorosis yang terjadi mungkin disebabkan oleh ketidak-berimbangan Fe dengan unsur lain (mungkin Mn), adanya inaktivasi Fe dalam tanaman, dan bukan disebabkan oleh rendahnya ketersediaan Fe.

Hasil percobaan tersebut menunjukkan bahwa pemberian FeSO₄ berpeluang menurunkan klorosis, namun belum mampu meningkatkan hasil secara nyata dibandingkan hanya pemupukan N dan P saja. Oleh karena itu pada tahun 1998/1999 percobaan dilanjutkan dengan menguji berbagai takaran FeSO₄ di Alfisol yang mempunyai pH 7,4 dan kandungan DTPA-Fe 3,26 mg/g (rendah). Secara umum klorosis yang terjadi pada tanah yang ber-pH 7,4 adalah sedang. Pemberian FeSO₄ pada takaran antara 20–40 kg FeSO₄/ha menurunkan intensitas klorosis pada saat tanaman berumur antara 45 dan 50 hari, tetapi pada takaran yang lebih tinggi tidak menurunkan klorosis (Tabel 11). Efektifitas yang dicapai sama dengan pemberian 600 kg S/ha atau 20 t pupuk kandang/ha atau kombinasi keduanya, atau dengan penyemprotan larutan yang mengandung 1% FeSO₄ + 0,1% asam sitrat + 3% ZA + 0,2% Urea pada 30, 45 dan 60 hari setelah tanam.

Pemberian FeSO₄ pada takaran antara 20–40 kg FeSO₄/ha, selain menurunkan klorosis juga nyata meningkatkan jumlah polong isi (55%), berat kering trubus, dan hasil polong (57%) dibandingkan kontrol (Tabel 12). Namun pemberian lebih dari takaran tersebut ternyata menurunkan hasil polong. Hasil polong tertinggi sebesar 3,5–4,1 g/tanaman diperoleh pada pemberian 30–40 kg FeSO₄/ha. Hasil percobaan lapang di Alfisol Tuban menunjukkan bahwa pemberian 0,4 kg Fe/ha (2 kg FeSO₄) tidak meningkatkan hasil (Rahmianna dan Harsono, 1992). Pemberian FeSO₄ pada takaran antara 20–40 kg/ha FeSO₄ sama efektifitasnya dengan pemberian 600 kg S/ha atau 20 t pupuk kandang/ha atau kombinasi keduanya, atau dengan penyemprotan larutan yang mengandung 1% FeSO₄ + 0,1% asam sitrat + 3% ZA + 0,2% Urea pada 30, 45 dan 60 hari setelah tanam (Tabel 13). Hasil penelitian di tanah Alfisol Jepara (pH >7) menunjukkan bahwa kacang tanah tidak respon terhadap pemberian Fe, tetapi pemberian 37 kg S/ha dapat meningkatkan hasil 18,5% (Harsono, 1994). Rahmianna dan Adisar-

Tabel 12. Pengaruh pemberian FeSO₄ terhadap jumlah polong isi, berat kering trubus dan hasil polong kacang tanah varietas Kelinci pada Alfisol. Rumah kaca Balitkabi, 1998/1999.

Takaran FeSO ₄ (kg/ha)	Jml. polong isi/tnm	Berat kering trubus (g)	Hasil plg (g/tnm)
0	3 abc	6,18 ab	2,27 bc
10	3 bc	4,55 c	1,77 c
20	5 ab	5,32 bc	3,08 ab
30	4 ab	6,72 abc	3,51 a
40	5 a	6,31 ab	4,09 a
50	2 c	7,08 a	1,72 c
BNT 1%		1,80	1,19
BNT 10%			1,51

Sumber: Taufiq (1999a).

Tabel 13. Perbandingan efektifitas FeSO₄ dengan pemberian S, pupuk kandang, dan penyemprotan. Rumah kaca Balitkabi, 1998/1999.

Perlakuan ¹	600 S kg/ha (S) (3,61) ²	20 t pukan (BO) g/ha (3,68)	S + BO (3,19)	penyemprotan (3,82)
FeSO ₄ (kg/ha)				
30 (3,51)	NS	NS	NS	NS
40 (4,09)	NS	NS	NS	NS

Keterangan: NS: tidak nyata dengan uji-t pada taraf 5%; ¹disemprot dengan larutan yang mengandung 1% FeSO₄ + 0,1% asam sitrat + 3% ZA + 0,2% Urea sebanyak tiga kali pada 30, 45 dan 60 hari setelah tanam; ²angka dalam kurung adalah hasil polong (g/tnm).

Sumber: Taufiq (1999a).

Tabel 14. pH, S-SO₄ tersedia, Fe tersedia dan Ca-dd tanah setelah penambahan S dari 0 hingga 400 kg S/ha di rumah kaca dan lapang.

Takaran S (kg S/ha)	pH-H ₂ O (1:2,5)		S-SO ₄ tersedia (mg/g)		DTPA-Fe (mg/g)		Ca-dd (me/100 g)	
	Rumah kaca	Lapang	Rumah kaca	Lapang	Rumah kaca	Lapang	Rumah kaca	Lapang
0	8,1	8,2	1,14	9,23	4,08	4,62	8,77	8,41
100	8,1	7,7	36,27	19,60	4,44	4,76	9,07	8,21
200	7,9	7,8	68,81	16,90	4,53	4,94	8,51	7,61
300	7,8	7,7	94,01	28,70	5,62	5,48	8,30	8,37
400	7,6	7,6	90,45	29,11	5,72	5,35	8,19	8,09

Sumber: Taufiq dan Sudaryono (1997).

wanto (1991) melaporkan bahwa penambahan 37,5 kg S/ha di tanah Alfisol Tuban (pH >7) dapat meningkatkan hasil polong dari 2,29 t/ha menjadi 2,63 t/ha.

Pendekatan melalui Ameliorasi Tanah

Gejala klorosis pada tanah kapuran berkorelasi positif dengan kandungan CaCO₃ tanah, dan berkorelasi negatif dengan Fe terekstrak DTPA (Papastylianou, 1989). Kacang tanah menunjukkan gejala klorosis yang akut pada tanah dengan pH 8.3 dan kandungan CaCO₃ antara 16-19%, sedangkan pada tanah dengan pH 7,3 dan kandungan CaCO₃ 7% tidak menunjukkan klorosis (Potdar dan Anders, 1995). Survei yang dilakukan oleh Potdar *et al.* (1994) pada tanah Alfisol dan Vertisol menunjukkan bahwa klorosis pada kacang tanah umumnya terjadi pada tanah yang mempunyai pH 8,47 dan kandungan CaCO₃ sebesar 16.37%, sedangkan pada tanah dengan pH 7,74 dan kandungan CaCO₃ sebesar 4,19% tidak ditemukan klorosis. Tingginya pH dan kandungan CaCO₃ dalam tanah berperan dalam mendorong terjadinya inaktivasi Fe dan inefisiensi penggunaan Fe dalam jaringan tanaman. Oleh karena itu memperbaiki sifat tanah, yaitu menurunkan pH tanah, merupakan alternatif untuk mengatasi klorosis.

Ameliorasi terhadap tanah yang mempunyai pH tinggi dengan penambahan belerang (S⁰) pada rizosfer dapat menekan timbulnya gejala klorosis (Bohn *et al.*, 1979; Jones *et al.*, 1991; Houn, 1994; Taufiq dan Sudaryono, 1998). Penambahan CaSO₄ setara 30 mg S/g pada enam jenis tanah dengan pH antara 7,4-7,7 menurunkan pH antara 0.04-0.28 unit (Olsen dan Watanabe, 1979). Pemberian 10-40 g S⁰ per 3 kg tanah dengan kandungan CaCO₃ antara 20 dan 23%

menurunkan pH tanah dari 8,0–9,0 menjadi 5,4–7,6, tergantung rasio CaCO_3 dengan lempung (Hilal dan Abd-Elfatah, 1987). Food and Fertilizer Technology Center (1999) melaporkan bahwa aplikasi belerang sebelum tanam untuk menurunkan pH tanah merupakan cara terbaik untuk mengatasi kekahatan Fe di Taiwan. Hasil penelitian di Alfisol ber-pH tinggi menunjukkan bahwa penambahan 100 hingga 400 kg S/ha menyebabkan terjadinya penurunan pH tanah setelah panen (setelah 3,5 bulan) antara 0,2-0,5 unit untuk percobaan di rumah kaca, dan 0,4-0,6 unit untuk percobaan lapang, atau rata-rata menurun sebesar 0,2 unit setiap penambahan 100 kg S/ha (Tabel 14). Penurunan pH berkorelasi negatif dengan kandungan S- SO_4 dalam tanah ($r=-0,88$; $p=0,04$), yang berarti semakin tinggi jumlah S yang diberikan akan semakin meningkatkan kandungan S- SO_4 dalam tanah (Tabel 14) dan berakibat pada penurunan pH tanah. Kandungan Fe dalam tanah meningkat sejalan dengan peningkatan takaran pupuk S pada percobaan lapang maupun rumah kaca, sebaliknya kandungan Ca tanah turun (Tabel 14). Peningkatan ketersediaan Fe tanah dan penurunan kandungan Ca tanah kemungkinan sebagai akibat dari menurunnya pH tanah.

Penurunan pH tanah disebabkan adanya proses pengasaman tanah karena meningkatnya kandungan S- SO_4 sehingga menurunkan aktivitas Ca membentuk CaSO_4 yang tidak mudah larut. Pada tanah yang mempunyai pH lebih dari 7, sulfat akan bereaksi dengan Ca membentuk CaSO_4 yang mengendap (Jones *et al.*, 1991).

Tabel 15. Skor klorosis daun kacang tanah varietas Lokal Tuban pada umur 80 dan 95 hari akibat pemberian S. Rumah kaca Balitkabi, 1996/1997.

Takaran S (kg S/ha)	Skor klorosis pada umur tanaman	
	80 hari	95 hari
0	1,2	1,4
100	1,2	1,4
200	1,1	1,2
300	1,2	1,3
400	0,9	1,1

Keterangan: 0 = normal; 1 = agak kuning; 2 = kuning.
Sumber: Taufiq dan Sudaryono (1997).

Perubahan sifat tanah akibat penambahan S seperti yang terlihat pada Tabel 14 di atas juga disertai dengan menurunnya intensitas klorosis, yang ditunjukkan makin rendahnya skor klorosis. Intensitas klorosis terendah dicapai pada pemberian 400 kg S/ha (Tabel 15). Pemberian S pada takaran 200 kg S/ha meningkatkan hasil polong sebesar 13% dan 17%, masing-masing di rumah kaca dan lapang, dibandingkan tanpa pemberian S (Tabel 16). Hasil polong tersebut berkorelasi negatif dengan pH tanah pada saat tanaman berada pada fase pematangan polong ($r=-0,41$, $p=0,13$), sehingga menunjukkan bahwa peningkatan hasil polong berkaitan dengan penurunan pH tanah. Lemahnya hubungan peningkatan hasil polong kacang tanah dengan penurunan pH tanah menunjukkan ada faktor selain pH tanah yang menjadi kendala peningkatan hasil.

Tabel 16. Hasil polong kacang tanah di rumah kaca dan lapang pada berbagai takaran S di tanah Alfisol asal Tuban.

Takaran S (kg S/ha)	Hasil polong (g/tnm)	Hasil polong (t/ha)
0	18,57 b	1,65 b
100	18,26 b	1,94 a
200	20,98 ab	1,93 a
300	23,24 a	1,78 b
400	19,76 b	2,00 a
KK (%)	19,24	13,17

Keterangan: ¹percobaan di rumah kaca; ²percobaan lapang.
Sumber: Taufiq dan Sudaryono (1997).

Tabel 17. Pengaruh pemupukan S terhadap pH dan ketersediaan unsur Ca, S dan Fe pada tanah Alfisol 3,5 bulan setelah pemberian. Lamongan, MH 1997/1998.

Takaran S (kg S/ha)	pH tanah	Ca-dd (me/100 g tanah)	S- SO_4 (mg/g)	DTPA-Fe (mg/g)
0	7,9	6,48	29,9	2,51
200	7,5	6,46	485,9	2,78
400	7,4	6,07	741,9	3,18
600	7,3	6,25	834,6	2,86
Koef. korelasi	-0,70	-0,24	0,81	0,32
Probabilitas	*	TN	**	TN

*, ** masing-masing nyata pada taraf uji 5% dan 1%; NS=tidak nyata.
Sumber: Taufiq dan Sudaryono (1998).

Tabel 18. Pengaruh pemberian S terhadap jumlah tanaman kacang tanah yang klorosis di Alfisol Lamongan, MH 1997/1998.

Takaran S (kg S/ha)	Jumlah tnm klorosis/plot umur				Jumlah tnm/plot
	30 hari	45 hari	65 hari	85 hari	
0	161	320	200	122	331
200	13	318	82	68	322
400	7	215	11	10	332
600	54	6	13	15	321

Koef. ko-					
relasi	-0,89**	-0,83**	-0,82**	-0,81**	

Sumber: Taufiq dan Sudaryono (1998).

Penambahan S hingga 600 kg S/ha di Alfisol Lamongan (pH 7,9) menurunkan pH tanah hingga mendekati pH netral (Tabel 17). Penurunan pH rata-rata mencapai 0,14 unit setiap penambahan 100 kg S/ha, tetapi besarnya penurunan pH tidak sama pada setiap peningkatan dosis S berikutnya. Pada penambahan 200 kg S/ha terjadi penurunan pH 0,2 poin, sedangkan penambahan 200 kg S/ha berikutnya terjadi penurunan pH 0,05 poin. Peningkatan takaran S juga diikuti dengan meningkatnya SO_4^{2-} dan Fe tersedia, serta menurunnya kandungan Ca-dd tanah. Penurunan pH dan peningkatan kandungan sulfat dalam tanah nyata disebabkan oleh penambahan S, yang ditunjukkan oleh adanya korelasi yang nyata.

Pertanaman kacang tanah pada percobaan di Lamongan menunjukkan gejala kuning yang cukup parah pada daun tua maupun muda menunjukkan gejala kuning hingga keputihan. Dilihat dari gejala yang muncul pada daun tampak ada indikasi kekurangan unsur Fe dan S, dan pemberian S mampu menekan timbulnya gejala kuning pada stadia vegetatif maupun stadia generatif. Hal ini ditunjukkan dengan rendahnya jumlah tanaman per plot yang mengalami gejala kuning dibandingkan dengan plot yang tidak diberi S. Pada stadia vegetatif (umur 30 hari), pemberian 200 kg S/ha mampu menurunkan jumlah tanaman kuning/plot hingga 92%, dan jumlah tanaman klorosis meningkat pada umur 45 hari (kecuali pada perlakuan 600 kg S/ha), sedangkan pada stadia generatif (umur 65 dan 85 hari) mampu menekan jumlah tanaman kuning bervariasi antara 44% hingga 59% diban-

Tabel 19. Pengaruh pemberian S terhadap jumlah polong isi per tanaman dan hasil polong kering kacang tanah di tanah Alfisol setelah 3,5 bulan. Lamongan, MH 1997/1998.

Takaran S (kg S/ha)	Jumlah polong isi/tnm	Hasil polong (t/ha)
0	12 a	1,53 b
200	16 b	1,54 b
400	15 b	1,69 ab
600	15 b	1,76 a

BNT 5%	-	0,21
--------	---	------

Nilai sekolom yang berbeda huruf sama tidak berbeda dengan uji BNT 5%.

Sumber: Taufiq dan Sudaryono (1998).

dingkan tanpa pemberian S (Tabel 18). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian S efektif menekan timbulnya gejala klorosis.

Penurunan jumlah tanaman klorosis dengan penambahan S nyata setelah umur 45 hari memberi kontribusi yang nyata terhadap peningkatan hasil polong. Pemberian belerang hingga 600 kg S/ha nyata meningkatkan hasil polong kacang tanah (Tabel 19). Pemberian 400 kg S/ha meningkatkan hasil polong kacang tanah sebesar 10% dibandingkan tanpa pemberian S, sedangkan pemberian 600 kg S/ha hanya sedikit peningkatannya (4,10%) dibandingkan pada takaran 400 kg S/ha. Dengan tambahan takaran 200 hingga 400 kg S/ha efektif menekan gejala klorosis dan sekaligus meningkatkan hasil.

Penambahan 400 kg S/ha yang dikombinasikan dengan pupuk kandang/ha pada berbagai kelembaban tanah mampu menurunkan pH tanah dari 8,1 menjadi 6,7, meningkatkan Fe dan SO_4^{2-} tersedia, menurunkan klorosis dan meningkatkan jumlah polong tanaman (Tabel 20).

Percobaan di rumah kaca menggunakan tanah Alfisol Lamongan yang mempunyai pH tanah 7,6 menunjukkan bahwa pemberian S meningkatkan kadar S pada daun muda, batang dan daun tua serta akar. Konsentrasi S dalam daun muda > batang dan daun tua > akar. Pada tanaman yang menunjukkan klorosis yang parah, kadar S pada bagian-bagian tanaman tersebut lebih rendah dibandingkan dalam tanaman yang normal (Tabel 21). Tanaman yang tidak diberi S mempunyai kadar S 0,45%, 0,23%, dan 0,46% masing-masing untuk daun muda, trubus dan

Tabel 20. Pengaruh pupuk kandang dan S pada berbagai kelembaban tanah terhadap pH, Fe, SO₄, gejala klorosis dan jumlah polong kacang tanah di Alfisol.

Lengas tanah (% KL)	Sifat tanah pada 45 HST			tnm klorosis pada 75 HST (%)	Jml polong/ 2 tnm
	pH	Fe (mg/g)	SO ₄ (mg/g)		
Tanpa pupuk kandang					
55	7,7	9,2	215	0	15
70	7,6	12,6	182	24	22
85	7,6	11,7	185	36	21
100	7,7	10,1	256	24	30
115	7,8	13,3	213	44	18
30 t pupuk kandang/ha + 400 kg S/ha					
55	6,7	41,2	1207	0	12
70	5,6	78,6	1943	0	25
85	4,5	83,6	3868	4	33
100	5,1	84,6	3283	8	34
115	5,3	83,4	3767	4	39

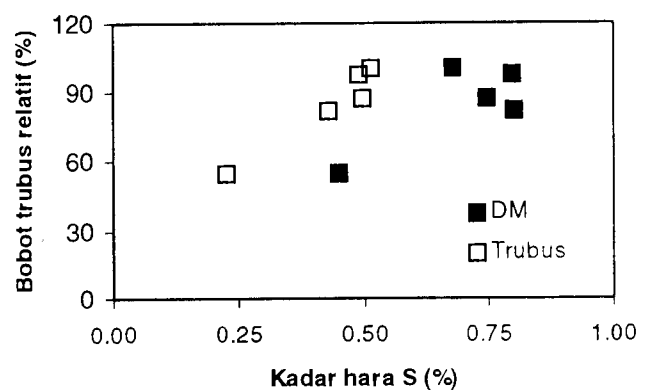
Sumber: Harsono dkk. (1999, tabel telah dimodifikasi).

akar. Akan tetapi jika diberi S dengan takaran 0,5 g S/kg tanah (setara 1200 kg S/ha), kadar S dalam bagian tanaman tersebut meningkat >50%.

Tanpa pemberian S, tanaman menunjukkan intensitas klorosis lebih tinggi, indeks kandungan klorofil lebih rendah, dan berat kering trubus tanaman 57% dari berat kering trubus tanaman yang diberi S. Berat kering relatif trubus turun drastis pada kadar S <0,74% S dalam daun muda (DM) atau <0,5% S dalam trubus (Gambar 1). Hal ini berarti bahwa kadar S dalam daun muda sebesar 0,45% atau 0,23% dalam trubus (tanpa daun muda) termasuk pada aras kahat. Kadar S dalam daun >0,5% termasuk aras meracun, yang ditandai adanya gejala klorosis sepanjang tepi daun (Duke dan Reisenauer, 1986). Kadar S daun kacang tanah saat 50% berbunga sebesar 0,67% S merupakan konsentrasi optimal (Tandon, 1989). Pengamatan visual tidak menunjukkan adanya tanda-tanda keracunan S, meskipun kadar S dalam daun muda >0,5%. Sehingga untuk kacang tanah pada umur 42 hari, kadar S dalam daun muda sebesar 0,74% S atau dalam trubus sebesar 0,5% S mungkin merupakan kandungan optimal.

Tanaman dengan skor klorosis tertinggi, kadar Ca dalam daun muda dan batang+ daun tua serta akar berturut-turut adalah 3,31%, 2,64%, dan 1,31%, sedangkan pada tanaman yang normal

relatif sama (2% Ca), kecuali dalam akar yang lebih tinggi (Tabel 21). Kadar Ca dalam daun muda dan trubus menurun dengan meningkatnya pemberian S, sedangkan kadar S dalam akar terjadi sebaliknya (Tabel 21). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian S menekan pengangkutan Ca ke batang dan daun muda. Kadar Ca dalam daun muda maupun trubus (tanpa daun



Gambar 1. Hubungan antara kadar S dalam daun muda (DM) dan trubus (tanpa daun muda) kacang tanah umur 42 hari (fase pembentukan polong) dengan berat kering trubus relatif pada Alfisol alkalis (Sumber: Taufiq *et al*, 2001).

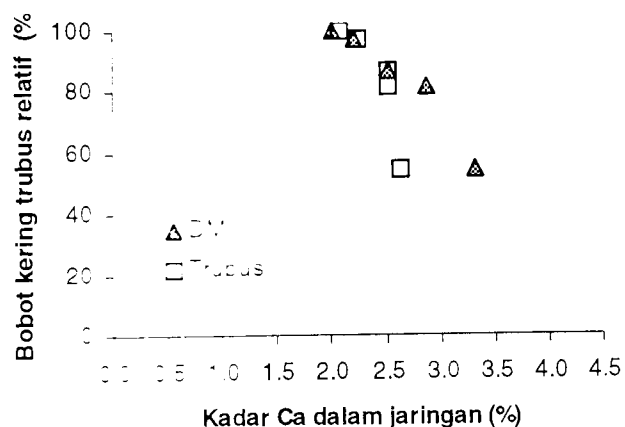
Tabel 21. Pengaruh pemberian S terhadap kadar S, Ca, Fe daun muda, tribus, akar, skor klorosis, indeks kandungan klorofil, dan berat kering tribus kacang tanah pada umur 42 hari pada Alfisol alkalis.

Takaran S (g S/kg tanah)	S	Ca	Fe	Parameter lain
Kadar hara dalam daun muda (%)				
0,0	0,45 a	3,31 a	0,022 a	Skor klorosis daun muda 4,0
0,5	0,80 c	2,87 ab	0,029 a	2,0
1,0	0,74 b	2,53 bc	0,025 a	2,4
1,5	0,79 b	2,22 cd	0,022 a	1,7
2,0	0,68 b	2,00 d	0,027 a	1,0
Kadar hara dalam tribus (%) Indeks kand. Klorofil daun muda				
0,0	0,23 a	2,64 a	0,049 a	22,5
0,5	0,43 b	2,53 ab	0,041 a	29,7
1,0	0,49 b	2,53 ab	0,042 a	30,5
1,5	0,49 b	2,25 bc	0,034 a	41,5
2,0	0,51 b	2,08 c	0,040 a	40,4
Kadar hara dalam akar (%) Berat kering tribus tanaman (%)				
0,0	0,46 a	1,31 a	0,185 a	2,33
0,5	1,44 b	2,07 b	0,211 a	3,10
1,0	1,73 b	2,50 b	0,150 a	3,17
1,5	1,79 b	2,50 b	0,139 a	3,17
2,0	1,86 b	2,45 b	0,135 a	3,77

Keterangan: Angka sekolom pada masing-masing bagian tanaman yang diikuti dengan huruf yang berbeda-beda dengan uji BNT 5%; Skor klorosis 1-6: yaitu 1= normal; 2=sangat rendah; 3=rendah; 4=agak kekekuningan, tulang daun berwarna hijau; 4=sedang (daun berwarna kekuningan); 5=daun dan tulang daun berwarna kuning hingga keputihan).
 Sumber: Taufiq *et al.* (2001, tabel telah dimodifikasi).

muda) >0,23%. Berat kering relatif tribus menurun dengan semakin meningkatnya kadar Ca (Gambar 2), yang berarti kadar Ca sebesar 0,23% tersebut merupakan batas kritis meracun, di mana pada aras yang lebih tinggi dapat menimbulkan sifat antagonis dengan hara lainnya.

Kadar Fe dalam daun muda, tribus, dan akar relatif tidak berubah akibat pemberian S (Tabel 21). Kadar Fe dalam daun muda berkisar antara 0,022-0,029% Fe (220-290 mg/g Fe), sedangkan dalam tribus tanpa daun muda sekitar 0,04% Fe (400 mg/g Fe). Data ini menunjukkan bahwa tidak terdeteksi perbedaan kadar Fe dalam daun muda antara tanaman yang klorosis dengan yang normal. Kadar Fe dalam tanaman antara 50 dan 75



Gambar 2. Hubungan antara kadar hara Ca dalam daun muda (DM) dan tribus (tanpa daun muda) kacang tanah umur 42 hari (fase pembentukan polong) dengan berat kering tribus relatif pada Alfisol kapuran (Sumber: Taufiq *et al.*, 2001).

Tabel 22. Pengaruh pemberian S terhadap nisbah Ca/S dan Ca/Fe dalam daun muda dan trubus kacang tanah umur 42 hari pada Alfisol alkalis.

Takaran S (g S/kg tanah)	Ca/S		Ca/Fe	
	Daun muda	Trubus	Daun muda	Trubus
0	7,4	11,5	150,4	53,9
0,5	3,6	5,9	98,9	61,7
1,0	3,4	5,2	101,2	60,2
1,5	2,8	4,6	100,9	66,2
2,0	2,9	4,1	74,1	52,0

Sumber: Taufiq *et al.* (2001).

mg/g Fe termasuk cukup (Jones *et al.*, 1991). Atas dasar kriteria ini, maka kadar hara Fe di atas berada pada aras kecukupan.

Skor klorosis berkorelasi positif dengan kadar Ca dalam daun muda ($r=0,91$), berkorelasi negatif dengan kadar S dalam daun muda ($r=-0,96$). Indeks kandungan klorofil daun muda berkorelasi negatif dengan skor klorosis ($r=-0,86$). Skor klorosis maupun indeks kandungan klorofil tidak berkorelasi dengan kadar Fe dalam daun muda. Hal ini berarti bahwa tingginya kadar Ca, serta rendahnya kadar S lebih dominan sebagai penyebab klorosis kacang tanah di tanah Alfisol alkalis dibandingkan kadar Fe.

Pemberian S dapat mempertahankan nisbah kadar Ca/S dalam daun muda tetap rendah, dan Ca/Fe yang tinggi (Tabel 22). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian S, selain meningkatkan kadar hara S dalam daun, juga menjaga keseimbangan kadar Ca/S, Ca/Fe dalam daun sehingga pengaruh antagonis antar unsur-unsur tersebut dapat dihindari. Kacang tanah dengan skor klorosis tertinggi mempunyai nisbah Ca/S dan Ca/Fe dalam daun muda berturut-turut sebesar 7,4 dan 150,4, sedangkan pada tanaman yang relatif normal berturut-turut 3,6 dan 74-101. Perlu kajian yang lebih mendalam dan teliti mengenai nisbah hara untuk menerangkan fenomena klorosis pada kacang tanah.

Pada pemberian 1,5 dan 2 g S/kg tanah (setara 3600 dan 4800 kg S/ha) masing-masing ada 2 tanaman (5,7%) mengalami klorosis dengan skor >2. Pada pemberian 1 g S/kg tanah (setara 2400 kg S/ha) terdapat 4 tanaman (17,4%), pada pembe-

Tabel 23. Persentase tanaman yang menunjukkan klorosis dengan skor intensitas klorosis >2 pada kacang tanah akibat pemberian S di tanah Alfisol alkalis.

Takaran S (g S/kg tanah)	Populasi tnm	Jumlah tnm yang klorosis	Persen- tase (%)
0	24	18	69,6
0,5	24	6	27,1
1,0	24	4	17,4
1,5	24	2	8,7
2,0	24	2	8,7

Sumber: Taufiq *et al.* (2001).

rian 0,5 g S/kg tanah (setara 1200 kg S/ha) terdapat 6 tanaman (27,1%), dan yang tanpa pemberian S sebagian besar (70%) mengalami klorosis (Tabel 23). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian S efektif untuk mengatasi terjadinya klorosis pada kacang tanah di tanah Alfisol alkalis.

KESIMPULAN

Klorosis daun kacang tanah di Alfisol alkalis di masa mendatang akan menjadi kendala peningkatan produksi kacang tanah. Melihat gejala pada daun, klorosis yang terjadi pada Alfisol alkalis disebabkan oleh kekahatan Fe. Kekahatan unsur tersebut dipicu terutama oleh tingginya pH tanah dan rendahnya SO_4 dalam tanah. Terdapat beberapa alternatif pendekatan yang berpeluang untuk mengatasi klorosis, sebagai berikut.

Pendekatan pemuliaan: Terdapat peluang penggunaan varietas toleran untuk mengatasi klorosis. Beberapa genotipe yang teridentifikasi toleran klorosis adalah ICGV 86031, G/PI 259747-92-B-28, K/PI 405132-90-B1-2-57, K/PI 390595//K-90-B2-54, K/SHM2-88-B-7, Lokal Tuban, ICGV 87055. Hingga tahun 2001, varietas yang telah dilepas dan dinilai toleran terhadap klorosis adalah Kancil.

Pendekatan kecukupan hara: pemupukan dengan $FeSO_4$ takaran 30 kg/ha yang diberikan pada saat tanaman berumur antara 15 hingga 45 hari, atau penyemprotan dengan larutan yang mengandung 1% $FeSO_4$ + 0,1% asam sitrat + 3% ZA + 0,2% Urea sebanyak tiga kali pada 30, 45 dan 60 hari setelah tanam berpeluang menurunkan klorosis dan meningkatkan hasil kacang tanah.

Pendekatan ameliorasi tanah: pemberian 20 t pupuk kandang/ha atau 400–600 kg S⁰/ha sebelum tanam sepanjang baris tanaman menurunkan pH tanah pada rizosfer, menurunkan intensitas klorosis dan meningkatkan hasil kacang tanah. Pemberian S⁰ hingga takaran 1200 kg S/ha seminggu menjelang tanam yang dicampur rata dengan tanah mampu menurunkan pH tanah pada rizosfer, meningkatkan ketersediaan SO₄, memperbaiki pertumbuhan tanaman, meningkatkan indeks kandungan klorofil, dan berpeluang memulihkan tanaman klorosis hingga pada tingkat yang sangat rendah. Pemberian S⁰ juga mampu menghambat distribusi unsur Ca ke bagian tanaman di atas tanah hingga di bawah batas meracun, dan mempertahankan nisbah Ca/Fe tetap rendah sehingga mengurangi inaktivasi Fe oleh Ca.

IMPLIKASI DAN TINDAK LANJUT PENELITIAN

Pemuliaan tanaman

Timbulnya klorosis sangat erat berkaitan dengan tingginya pH tanah dan rendahnya kandungan SO₄⁼ tersedia dalam tanah. Klorosis umumnya terjadi pada tanah dengan pH > 7,4 dan oleh karenanya galur-galur untuk calon varietas toleran klorosis perlu diuji pada pH > 7,4. Penilaian toleransi klorosis lebih baik dinilai atas dasar intensitas klorosis individu tanaman dan persentase tanaman klorosis saat tanaman berumur antara 30 hingga 50 hari (periode kritis tanaman terhadap klorosis). Perlu dikaji mekanisme toleransi kacang tanah terhadap klorosis, jika diketahui bahwa tanaman yang toleran adalah yang mempunyai kemampuan mengasamkan tanah pada rizosfer, maka penjarangan galur-galur dapat dilakukan di laboratorium dengan mencari galur yang berkemampuan tinggi dalam mengasamkan tanah.

Aspek Budidaya

Pada daerah yang rawan klorosis (yang dicirikan pH tanah > 7,4) perlu penambahan sulfur atau pupuk yang mengandung sulfur cukup tinggi, dan penggunaan pupuk kandang. Penggunaan sulfur pada tanah ber-pH tinggi perlu kaji-terap yang lebih luas di tingkat petani. Perlu kajian lebih lanjut peran S dalam kaitannya dengan translokasi Ca dalam tanaman, dan efek-

tifitas pengkayaan pupuk makro dengan Fe dalam penanggulangan klorosis.

PUSTAKA

- Adisarwanto, T. 1997. Assesment of groundnut leaf chlorosis in different eco-regions. Paper presented in Indonesia-CLAN/ICRISAT Review and Work Plan Meeting 1997. Malang 24–25 Februari 1997.
- Adisarwanto, T., A. Kasno, N. Saleh, Heriyanto, C.L.L. Gowda, V.P. Singh, dan S. Fujisaka, 1991. Survei diagnostik pertanaman kacang tanah di daerah Tuban, Jawa Timur. *Jurnal Risalah Hasil Penelitian Kacang Tanah di Tuban Tahun 1991*. Balittan Malang. 92 hlm.
- Balitkabi, 1998. Laporan Tahunan Balitkabi tahun 1997/1998. Balitkabi, Malang. 124 hlm.
- Barak, P and Y. Chen. 1984. The effect of potassium on iron chlorosis in calcareous soils. *J. Plant Nut.* 7(1–5):125–133
- Barber, S.A. 1995. Soil Nutrient Bioavailability: A Mechanistic Approach. 2nd Edition. John Wiley and Sons, Inc., New York
- Bohn, H.L., B.L. McNeal, and G.A. O'Connor. 1979. Soil Chemistry. John Wiley and Sons, Toronto.
- Chen, Y. and P. Barak. 1982. Iron nutrition of plants in calcareous soils. *Adv. Agron.* 35:217–240.
- Duke, S.H. and H.M. Eisenbader. 1986. Roles and requirements of sulphur in plant nutrition. p. 123–168. *In* M.A. Tabatabaie, ed. Sulphur in Agriculture. Mon. No. 27. ASA, Inc. Madison, USA
- Food and Fertilizer Technology Center. 1999. Micronutrients in Crop Production. Annual Report 1999. Food and Fert. Tech. Center for The Asian and Pasific Region, Taiwan.
- Froehlich, D.M. and W.R. Fehr. 1981. Agronomic performance of soybeans with differing level of iron deficiency chlorosis on calcareous soil. *Crop. Sci.* 21(3):438–441.
- Goos, R.J. and F.E. Johnson, 2000. A comparison of three methods for reducing iron-deficiency chlorosis in soybean. *Agron. J.* 92:1135–1139.
- Gunton, J.L. 1989. Micronutrient Limitation to Nodulation and Growth of Tropical Grain Legume Crops. Dept. of Primary Industries, Queensland Gov., Brisbane. 31 pp.
- Harsono, A. 1994. Penyembuhan klorosis dengan unsur makro dan mikro untuk meningkatkan stabilitas hasil kacang tanah. hlm. 333–341. Laporan Tahunan Kacang-kacangan.
- Harsono, A. 1995. Keragaan tanaman kacang tanah pada beberapa paket teknologi budidaya di lahan sawah. Hlm. 353–357. *Dalam* Risalah Seminar Perbaikan Teknologi Tanaman Pangan di Propinsi Nusa Tenggara Barat. Balittan Malang.
- Harsono, A., A.A. Rahmianna dan T. Adisarwanto. 1992. Penelitian paket teknologi budidaya kacang tanah di

- lahan kering. *Dalam Bambang et al.* (eds). Penelitian Mendukung Peningkatan Produksi Tanaman Pangan. Balittan Malang. 129 hlm.
- Harsono, A., Saudaryono, and A. Taufiq, 1999. Effect of moisture on iron availability in dryland Alfisol soils. *In A.A. Rahmianna dkk.* (eds). Improving Yield Productivity and Stability of Legumes and Cereals. Rilet Special Ed. No. 14:42-48.
- Hilal, M.H. and A. Abd-Elfattah, 1987. Effect of CaCO₃ and clay content of alkaline soils on their response to added sulphur. *Sulphur in Agric.* 11:15-19.
- Houng, K.H. 1994. Effect of S on chlorosis and yield of peanut grown on calcareous soils in the Hualien area of Taiwan. p. 241-250. *In Ecology and Management of Problem Soils in Asia.* FFTC, RRC. 417 pp.
- Jones, J.B. Jr. 1972. Plant tissue analysis for micronutrients. p. 319-346. *Dalam W.L. Lindsay* (eds.) *Micronutrient in Agriculture.* Soil Sci. Soc. Am. Inc., Madison, Wisconsin.
- Jones, J.B., B. Wolf, and H.A. Mills, 1991. *Plant Analysis Handbook: A Practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide.* Micro-Macro Publ., Inc., USA. 213 pp.
- Kasno, A. 1992. Daya hasil genotipe kacang tanah pada berbagai cara pemupukan dan pengendalian penyakit daun di lahan kering berliat bebrat. *Risalah hasil penelitian kacang tanah di Tuban.* Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang. p.11-20.
- Kasno, A. 2001. Hasil penelitian strategis kacang tanah 1996-2000. Makalah disampaikan dalam Rev. Hasil Pen. Lingkup Puslitbangtan, 6-7 Desember 2001. Balitkabi, Malang. Hlm. 47-62.
- Kasno, A., N. Nugrahaeni and Trustinah, 1995. Screening for chlorotics symptom tolerance of groundnut genotypes on calcareous soils. p.77-80. *In T. Adisarwanto et al.* (eds). *On-farm Research for Groundnut and Pigeonpea Production Technique in Indonesia.* MARIF/BORIF. Indonesia.
- Koshino, M. 1994. Recent development in leaf diagnosis and soil testing as a guide to crop fertilization. *FFTC, Ext. Bull.* (397):20.
- Mengel, K. 1994. Iron availability in plant tissues-iron chlorosis on calcareous soils. *Plant and Soil* 165:275-283.
- Mengel, K and G. Geurtzen, 1988. Relationship between iron chlorosis and alkalinity in *Zea mays*. *Physiol. Plantarum* 72:460-465.
- Nugrahaeni, N. and A. Kasno, 1995. Screening of groundnut genotypes for chlorosis in Tuban. MARIF paper No. 95-25. presented at CRIFC-CLAN Rev. Meeting. Bogor, 20-21 Feb. 13 pp.
- Ohwaki, Y., and K. Sugahara. 1993. Genotypical differences in responses to iron deficiency between sensitive and resistant cultivars of chickpea (*Cicer arietinum*). p. 701-704 *In N.J. Barrow* (ed.). *Plant Nutrition—from Genetic Engineering to Field Practice.* Kluwer Academic Publ., The Netherlands.
- Olsen, S.R. 1972. Micronutrient interactions. *In J.J. Mortvedt, P.M. Giordano, W.L. Lindsay* (eds). *Micronutrients In Agriculture.* Soil Sci. Soc. Am., Inc. Madison.
- Olsen, S.R and F.S. Watanabe, 1979. Interaction of added gypsum in alkaline soils with uptake of iron, molybdenum, manganese, and zinc by sorghum. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 43(1):125-130.
- Papastylianou, I. 1989. Effect of selected soil factors on chlorosis of peanut plants grown in calcareous soil in Cyprus. *Plant and Soil.* 117(2):291-294.
- Poerboyo, I., K. Permadi, dan T. Adisarwanto. 1992. Peranan pupuk makro terhadap produksi kacang tanah di Jawa. Hlm. 48-61. *Dalam T. Adisarwanto et al.* (eds). *Risalah Seminar Kacang Tanah di Tuban Tahun 1991.* Balittan Malang.
- Potdar, M.V., and M.M. Anders, 1995. On-farm performance of groundnut genotypes under different land configurations and foliar iron sprays for the correction of iron chlorosis on calcareous soils in India. *Kluwer Academic Pub., Netherland.* p. 111-118
- Potdar, M.V, O.P. Rupela and M.M. Anders, 1994. Soil characteristics of iron-chlorotic groundnut fields, on-farm observations and alleviation of the symptoms. p. 100-107. *In Linking Biological Fixation Research in Asia: Report of a Meeting of the Asia Working Group on Biological Nitrogen Fixation in Legumes, 6-8 Dec, ICRISAT.*
- Purnomo, J., N. Nugrahaeni, A. Taufiq, dan A. Kasno, 1996. Identifikasi sumber gen kacang tanah tahan gejala kuning. *Lap. Teknis 1996/1997.* Balitkabi. 10 hlm.
- Rahmianna, A.A. dan A. Harsono, 1992. Pemupukan makro dan mikro pada kacang tanah di lahan kering. Hlm. 46-52. *Dalam T. Adisarwanto et al.* (eds). *Risalah Pen. Kacang Tanah di Kab. Tuban.* Balittan Malang. 92 hlm.
- Rahmianna, A.A, dan T. Adisarwanto, 1991. Telaah kendala hasil kacang tanah. Hlm. 21-26. *Dalam T. Adisarwanto et al.* (eds). *Risalah Pen. Kacang Tanah di Kab. Tuban.* Balittan Malang. 92 hlm.
- Small, H.G. 1973. Plant analysis as an aid in fertilizing soybean and peanut. p. 315-328. *In Walsh L.M. dan D.J. Benton.* *Soil Testing and Plant Analysis.* SSSA, USA.
- Suryantini, 1994. Inokulasi rizobium dan pemberian Fe pada kacang tanah di tanah Alfisol. *Laporan Intern Balittan Malang.* 14 hlm.
- Tandon, H.L.S. 1989. Sulphur deficiencies in soils and crops: Their significance and management. p. 1-21. *In H.L.S. Tandon* (ed). *Sulphur Fertilizers for Indian Agriculture—A Guide Book.* Fert. Dev. and Consultation Org., New Delhi, India.
- Taufiq, A. 1999. Fertilizer management for alleviating Fe chlorosis in Groundnut on Calcareous soil. *CLAN Technical Report.*

- Taufiq, A. 1999a. Nutritional management for iron chlorosis in dryland Alfisol. In A.A. Rahmianna *et al.* (eds). Improving Yield Productivity and Stability of Legumes and Cereals. Rilet Special Ed. No. 14:36-41.
- Taufiq, A., N. Nugrahaeni, J. Purnomo dan A. Kasno, 1998. Tanggap genotipe kacang tanah toleran kahat besi (Fe) pasda media pasir. Lap. Teknis Balitkabi Tahun 1997/1998.
- Taufiq, A., B. Radjagukguk, dan A. Syukur, 2001. Gejala klorosis pada kacang tanah (*Arachis hypogaea*) pada Alfisol kapuran dan upaya mengatasinya. Agrosains 14(3):297-312.
- Taufiq, A dan J. Purnomo, 1999. Evaluation of ICRISAT groundnut genotype tolerant to iron chlorosis. In A.A. Rahmianna *et al.* (eds). Improving Yield Productivity and Stability of Legumes and Cereals. Rilet Special Ed. No. 14:28-35.
- Taufiq, A dan Sularyono, 1997. Optimasi pemupukan belerang (S) dan bahan organik untuk penyembuhan klorosis kahat Fe dan peningkatan produktivitas kacang tanah di tanah kapuran. Laporan intern Balitkabi. 13 hlm.
- Taufiq, A dan Sudaryono, 1998. Pemupukan belerang (S) dan bahan organik pada kacang tanah di tanah Mediteran (Alfisol) bereaksi basa. Pen. Pert. Tan. Pangan 17(1):76-82.
- Van Diest, A. 1971. Soil Fertility I Lecture notes MSc. Course Soil Science and Water Management. Agric. Univ. Wageningen, The Netherlands. 108 pp.