

MENENTUKAN KEBUTUHAN NITROGEN, FOSFOR DAN KALIUM UNTUK TANAMAN JAGUNG BERDASARKAN TARGET HASIL DAN EFISIENSI AGRONOMIK PADA LAHAN KERING ULTISOL LAMPUNG

Determining Nitrogen, Phosphorus and Potassium Requirement for Maize Based on Yield Target and agronomic efficiency at Ultisol of Upland Lampung

Andarias Makka Murni

Kantor Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Lampung
Jl. H.Z.A. Payau Alam No. 1A Rajabasa, Bandar Lampung

ABSTRACT

To obtain the rational fertilizer recommendation for maize in Lampung, the experiment had been conducted in three continuous years. The aims of the experiment were to determine nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) requirements for maize based on yield target. The experiments were conducted in Tegineneng, South Lampung during the rainy season of 2005, 2006 and 2007. The experiments were designed in omission plot and NPK treatments namely 1) 0 kg N + 35 kg P + 100 kg K ha⁻¹ (N₀P₃₅K₁₀₀), 2) 200 kg N + 0 kg P + 100 kg K ha⁻¹ (N₂₀₀P₀K₁₀₀) 3) 200 kg N + 35 kg P + 0 kg K ha⁻¹ (N₂₀₀P₃₅K₀) and 4) 200 kg N + 35 kg P + 100 kg K ha⁻¹ (N₂₀₀P₃₅K₁₀₀). Randomized block design with 5 replications was used in the experiments. The results showed that the omitted N > K > P significantly reduced the yield of maize. Yield responses to fertilizer were N = 2.6-4.1, P = 0.57-2.0 and K = 1.6-2.4 t ha⁻¹ and agronomic efficiencies of nutrients were N = 13-21, P = 19-57 and K = 16-24 kg yield kg⁻¹ nutrient. Thus, based on the yield target agronomic efficiencies, the N, P and K requirement for maize at Lampung Ultisol are N = 125-200, P₂O₅ = 25-100, and K₂O = 30-120 kg ha⁻¹ with the yield target of 7-10 t ha⁻¹.

Keywords: Omission plot, NPK requirement, Ultisol, zea mays, Lampung

PENDAHULUAN

Upaya peningkatan produksi jagung terus dilaksanakan pemerintah terutama disebabkan oleh meningkatnya kebutuhan jagung setiap tahun. Namun sampai tahun 2006 laju peningkatan produksi belum dapat memenuhi kebutuhan jagung nasional sehingga impor jagung masih tinggi dengan kisaran angka 1 juta ton (BPS, 2006).

Produktivitas jagung nasional baru mencapai 3,2 t ha⁻¹, sementara hasil penelitian dapat mencapai 10,0 t ha⁻¹. (BPS, 2006; Subandi *et al.*, 2005). Ardjasa (1999) melaporkan bahwa potensi hasil jagung di Lampung yaitu hibrida (10,5 - 11), bersari bebas (6,5- 8,0) dan varietas lokal (2,50 - 4,50) t ha⁻¹.

Lampung adalah penghasil jagung terbesar ke tiga setelah Jawa Timur dan Jawa Tengah dengan produktivitas 3,4 t ha⁻¹. Jagung pada umumnya ditanam di lahan kering dengan jenis tanah ultisol yang rata-rata kesuburan tanahnya tergolong rendah. Sampai saat ini tidak ada data yang dilaporkan tentang besarnya penurunan hasil jagung karena rendahnya tingkat kesuburan tanah tersebut.

Rekomendasi pemupukan tanaman jagung di Lampung masih bersifat umum yaitu 300 kg urea, 100-150 kg SP-36, dan 100 kg KCl ha⁻¹. Rekomendasi pemupukan tersebut tidak efektif dan efisien karena tidak berdasarkan tingkat kesuburan tanah dan kebutuhan tanaman jagung akan unsur hara. Oleh karena itu diperlukan pemupukan yang bersifat spesifik lokasi agar pemupukan lebih ekonomis.

Konsep pemupukan spesifik lokasi memperhitungkan penyediaan hara alami tanah (*indigenous nutrient supply*) dan kebutuhan tanaman akan unsur hara. Konsep

pemupukan demikian dilakukan dengan pendekatan target hasil, yakni pemberian pupuk dengan mengacu pada keseimbangan antara unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman berdasarkan target hasil panen yang ingin dicapai dengan kemampuan tanah menyediakan hara. Konsep seperti ini telah digunakan untuk menentukan kebutuhan pupuk pada tanaman jagung di Nebraska, Amerika Serikat dengan penekanan utama untuk mengetahui potensi hasil dan hasil jagung yang sesungguhnya sebagai dasar rekomendasi pemupukan spesifik lokasi (Dobermann *et al.*, 2003). Pendekatan target hasil didasarkan atas hasil penelitian bahwa respons tanaman terhadap pemupukan dan kesuburan tanah dari satu lokasi ke lokasi lainnya berbeda-beda. Kemampuan tanah menyediakan hara alami (*indigenous nutrient supply*) dapat diduga melalui percobaan petak omisi (*omission plot*). Selisih antara hasil yang dipupuk lengkap NPK dengan hasil petak omisi (tanpa salah satu dari pupuk tersebut) menunjukkan besarnya kemampuan tanah menyuplai hara tersebut. Atas dasar itu dapat ditentukan besarnya jumlah hara yang akan diberikan/ditambahkan sebagai pupuk untuk mencapai target hasil yang ingin dicapai. Percobaan ini bertujuan untuk menentukan kebutuhan hara N, P dan K tanaman jagung pada lahan kering ultisol di Lampung berdasarkan target hasil.

BAHAN DAN METODE

Percobaan untuk menentukan kebutuhan hara nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) untuk tanaman jagung pada tanah ultisol Lampung telah dilaksanakan selama tiga

musim tanam, yaitu MH 2005, MH 2006 dan MH 2007 di desa Trimulyo, kecamatan Tegineneng, Kabupaten Lampung Selatan. Percobaan menggunakan metoda petak omisi yaitu masing-masing tanpa pemberian pupuk N (hanya dipupuk P dan K), tanpa pupuk P (hanya dipupuk N dan K), tanpa pupuk K (hanya dipupuk N dan P), dan dipupuk lengkap dengan NPK. Dosis N = 200 kg ha⁻¹, P = 35 kg ha⁻¹ dan K = 100 kg ha⁻¹. Dengan demikian susunan perlakuannya adalah: 1) N₀P₃₅K₁₀₀, 2) N₂₀₀P₀K₁₀₀, 3) N₂₀₀P₃₅K₀ dan 4) N₂₀₀P₃₅K₁₀₀. Percobaan menggunakan rancangan kelompok teracak, terdiri atas 5 ulangan. Petak perlakuan berukuran 6 m x 6 m dan jarak tanam 75 cm antar baris tanaman dan 20 cm dalam baris tanaman (75 cm x 20 cm), menggunakan varietas hibrida Pioneer 21 (P21).

Sebagai sumber nitrogen (N) adalah pupuk urea. Pupuk N diberikan 30% segera setelah tanaman tumbuh, yaitu 7 hari sesudah tanam (hst), 35% pada fase vegetatif (V6), dan 35% pada fase V10. Sebagai sumber fosfor (P) adalah pupuk SP-36. Pupuk P diberikan seluruhnya bersamaan dengan pemupukan N pertama (7 hst). Sementara itu sebagai sumber pupuk kalium (K) adalah pupuk KCl. Pupuk KCl diberikan sekaligus bersamaan dengan pemberian pupuk N tahap pertama (7hst). Pupuk diberikan dengan cara ditugal sedalam ± 5 cm disamping tanaman sepanjang barisan tanaman.

Sebelum penanaman, contoh tanah komposit pada areal percobaan diambil dari kedalaman 0-20 cm. Satu contoh tanah komposit terdiri atas 25 sub contoh yang diambil dari luasan areal percobaan secara zigzag. Unsur-unsur dan fraksi yang dianalisis adalah C organik (Walkley-Black), N total (Kjeldahl), N nitrat, K dapat ditukar (1 N NH₄-acetate), pH (H₂O, 1:1), P (Olsen), dan P (Bray-1). Pemeliharaan tanaman dilakukan berdasarkan rekomendasi dan teknologi terbaik yang tersedia dengan mengikuti konsep pengelolaan tanaman secara terpadu.

Pengamatan tanaman pada setiap petak perlakuan dilakukan terhadap enam tanaman sebagai perwakilan untuk di amat berat brangkasan segar, jumlah tongkol, berat tongkol segar, berat pipilan segar, dan berat janggol segar. Saat panen diamat jumlah tanaman per area panen (3 m panjang x empat baris tanaman dalam setiap petak), jumlah tongkol per area panen, berat tongkol dipanen per area panen, berat enam tongkol sub sample, berat biji pipilan segar dari enam tongkol, kadar air panen diukur dari pipilan enam tongkol, dan berat kering oven 100 biji yang diambil dari enam tongkol contoh. Komponen-komponen pengamatan tersebut digunakan untuk menghitung dan mendapatkan data-data berupa populasi tanaman ha⁻¹, berat kering biji ha⁻¹, berat kering janggol ha⁻¹, berat brangkasan ha⁻¹, total berat kering (biji+ brangkasan+janggol) ha⁻¹, jumlah tongkol ha⁻¹, jumlah biji tongkol⁻¹, jumlah biji m⁻², berat kering oven 100 biji, dan hasil pipilan kering ha⁻¹. Hasil pipilan kering ha⁻¹, dihitung dengan formula berikut:

$GY (t ha^{-1}) = (plot\ GY/1000) \times (10000/RW/H)/1000$,
yang mana:

GY = hasil pipilan kering (t ha⁻¹),

Plot GY = pipilan kering per plot (petak),

RW = Jarak antar baris

H = area petak yang dipanen (3m panjang x 4 baris tanaman)

Karena untuk kepentingan perhitungan kebutuhan hara N, P dan K, maka data yang dianalisis pada penelitian ini hanya

hasil pipilan kering. Data hasil pipilan kering dianalisis sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan untuk membedakan perlakuan. Guna keperluan penentuan kebutuhan hara N, P dan K untuk tanaman jagung, maka dihitung pula respons hasil terhadap pemupukan dan efisiensi agronomi pupuk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kesuburan tanah

Hasil analisis tanah pada petak percobaan (Tabel 1) menunjukkan bahwa pH tanah mendekati netral (pH 5,7). pH tanah demikian mendukung ketersediaan hara optimal khususnya P untuk tanaman, sehingga pertumbuhan tanaman jagung juga optimal. Sementara itu P (Olsen) dan P (Bray-1) tergolong sedang. Kadar hara P tersedia tersebut sangat membantu pertumbuhan tanaman terutama pada saat terjadi keterlambatan pemupukan. Secara umum kesuburan tanah pada lokasi percobaan, tergolong rendah, terutama kadar bahan organik. Rendahnya kadar bahan organik tersebut sangat berpengaruh terhadap daya sanggah tanah terhadap air dan hara khususnya N, sehingga gejala defisiensi N akan cepat terlihat pada petak omisi N.

Tabel 1. Sifat Kimia Tanah Lokasi Penelitian (Rata-Rata dari Petak-Petak Percobaan pada Kedalaman 0-20 cm).

Parameter	Hasil Analisis
pH (H ₂ O 1:1)	5,7
C organik (g kg ⁻¹)	11,8
N total (g kg ⁻¹)	0,87
N nitrat (mg kg ⁻¹)	128,2
K dapat ditukar (cmol _c kg ⁻¹)	0,27
P Olsen (mg kg ⁻¹)	38
P Bray-1 (mg kg ⁻¹)	43

Hasil pipilan kering

Hasil analisis statistik menunjukkan, bahwa perlakuan petak omisi terutama tanpa N (N₀P₃₅K₁₀₀) nyata menurunkan hasil pipilan kering pada setiap musim tanam (Tabel 2). Hasil pipilan kering berbeda nyata antar perlakuan petak omisi terutama petak tanpa N dengan perlakuan pupuk lengkap (N₂₀₀P₃₅K₁₀₀), maupun dengan perlakuan petak omisi P (N₂₀₀P₀K₁₀₀) pada semua musim tanam (2005, 2006 dan 2007). Perlakuan petak omisi P (N₂₀₀P₀K₁₀₀) berbeda tidak nyata dengan perlakuan lengkap pada musim tanam pertama (2005), namun pada musim tanam 2006 dan 2007 terlihat perberbedaan nyata. Perlakuan petak omisi tanpa K (N₂₀₀P₃₅K₀) menghasilkan pipilan kering nyata lebih rendah dibanding dengan perlakuan lengkap, namun berbeda tidak nyata dengan petak omisi P. Secara keseluruhan petak perlakuan lengkap N₂₀₀P₃₅K₁₀₀ menghasilkan pipilan kering lebih tinggi dibanding dengan petak omisi N, P dan K. Hal ini berarti unsur hara N, P dan K sangat berperan terhadap peningkatan hasil jagung. Data hasil pipilan kering selama tiga musim tanam menunjukkan perbedaan hasil antar musim. Fluktuasi antar musim ini merupakan fungsi dari karakter tanaman, lingkungan dan manajemen. Karakter tanaman bersifat spesifik menurut varietasnya, sedangkan

lingkungan meliputi iklim (radiasi surya, suhu, curah hujan dan distribusinya), air, tanah, biotik (hama, penyakit dan gulma) (Makarim 2005). Musim tanam 2007 menunjukkan hasil pipilan kering paling tinggi termasuk petak omisi N. Tingginya hasil pada musim tersebut mungkin disebabkan karena pada musim ini didahului oleh musim kemarau panjang yang memungkinkan proses pelapukan bahan organik (sisa tanaman) di dalam tanah berlangsung sempurna sebelum penanaman sehingga berdampak terhadap peningkatan ketersediaan hara dalam tanah.

Rata-rata hasil pipilan kering selama tiga musim tanam adalah tanpa N = 5,7; tanpa P = 7,6; tanpa K = 7,2 dan pemupukan lengkap $N_{200}P_{35}K_{100} = 9,1 \text{ t ha}^{-1}$.

Tabel 2. Hasil Pipilan Kering Tiap Perlakuan Selama Tiga Musim Tanam.

Perlakuan	Hasil Pipilan Kering k.a. 15,5% (t ha^{-1})			
	2005	2006	2007	Rata-rata
$N_0P_{35}K_{100}$	4,9 c	5,0 c	7,1 c	5,7
$N_{200}P_0K_{100}$	6,7 ab	7,1 b	9,1 b	7,6
$N_{200}P_{35}K_0$	5,8 bc	7,4 b	8,5 bc	7,2
$N_{200}P_{35}K_{100}$	7,4 a	9,1 a	10,9 a	9,1

Respons hasil terhadap pemupukan N, P dan K

Respons hasil terhadap suatu pupuk ditunjukkan oleh besarnya selisih hasil antara yang dipupuk dengan yang tidak diberi pupuk. dihitung dengan formula

$$\Delta Y = (Y_{NPK} - Y_{X_0}), \text{ yang mana:}$$

$$\Delta Y = \text{respons hasil terhadap pupuk}$$

$$Y_{NPK} = \text{Hasil pipilan kering dipupuk lengkap NPK } (N_{200}P_{35}K_{100})$$

$$Y_{X_0} = \text{Hasil petak omisi (tanpa salah satu dari pupuk N, P atau K)}$$

Berdasarkan hasil pipilan kering selama tiga musim tanam (Tabel 2), maka respons hasil pipilan kering diperoleh seperti pada Tabel 3. Kisaran respons hasil terhadap pemukan N = 2,6-4,1 t ha^{-1} atau rata-rata $3,5 \pm 0,8 \text{ t ha}^{-1}$, sementara respons hasil terhadap pupuk P = 0,7-2,0 t ha^{-1} atau rata-rata $1,5 \pm 0,7 \text{ t ha}^{-1}$, sedangkan respons hasil terhadap pupuk K = 1,6-2,4 t ha^{-1} atau rata-rata $1,9 \pm 0,5 \text{ t ha}^{-1}$. Data tersebut menunjukkan, bahwa respons hasil terhadap pupuk mulai dari yang terbesar adalah $N > K > P$. Lebih kecilnya respons hasil terhadap pupuk P dapat disebabkan oleh kadar P yang sudah tergolong sedang di dalam tanah (Tabel 1). Hal ini ditunjukkan oleh lebih tingginya hasil pipilan kering yang dihasilkan pada petak omisi P dibandingkan dengan hasil pada petak omisi N dan K (Tabel 2).

Tabel 3. Respons Hasil Tanaman Jagung terhadap Pemupukan N, P dan K

Pupuk (hara)	Respons Hasil (t ha^{-1})				
	2005	2006	2007	Rata-rata	Stdev.
N	2.6	4.1	3.8	3.5	0,78
P	0.7	2.0	1.8	1,5	0,72
K	1.6	1.7	2.4	1,9	0,45

Efisiensi Agronomi Pupuk N, P dan K

Efisiensi agronomi pupuk (Agronomic Efficiencies = AE) adalah peningkatan hasil pipilan kering persatuan unit pupuk yang diaplikasikan ($\text{kg peningkatan hasil per kg pupuk yang diberikan} = \text{kg kg}^{-1}$). Untuk menghitung besarnya agronomi efisiensi pupuk, digunakan data hasil pipilan kering pada Tabel 2 menggunakan formula:

$$AE_x = (Y_{NPK} - Y_{X_0}) / F_x, \text{ yang mana:}$$

$$AE_x = \text{Efisiensi Agronomi pupuk x (N, P atau K)}$$

$$Y_{NPK} = \text{hasil pipilan kering dengan pemupukan lengkap } (N_{200}P_{35}K_{100}),$$

$$Y_{X_0} = \text{hasil pipilan kering petak omisi (tanpa N, P atau K)}$$

$$F_x = \text{dosis pupuk x (N, P atau K pada perlakuan } N_{200}P_{35}K_{100})$$

Hasil perhitungan efisiensi agronomi pupuk N, P dan K disajikan pada Tabel 4. Efisiensi agronomi pupuk N berkisar dari 13–21 kg kg^{-1} atau rata-rata $18 \pm 4 \text{ kg kg}^{-1}$, P 19–57 kg kg^{-1} atau rata-rata $43 \pm 20 \text{ kg kg}^{-1}$, dan K 16-24 kg kg^{-1} atau rata-rata $19 \pm 4 \text{ kg kg}^{-1}$. Agronomi Efisiensi pupuk mulai dari yang tertinggi adalah $P > K > N$. Lebih rendahnya efisiensi N dapat disebabkan karena N mudah hilang (menguap dan tercuci), sementara K mungkin karena diberikan sekaligus pada pemupukan pertama sehingga hara K yang sudah terlarut tercuci sebelum semuanya terserap tanaman, sedangkan pupuk P dalam bentuk SP36 lebih lambat larut, sehingga lebih efektif terserap oleh tanaman.

Tabel 4. Efisiensi Agronomi Pupuk N, P dan K ($\text{kg Pipilan Kering kg}^{-1}$ Hara yang Diberikan)

Pupuk (hara)	Efisiensi Agronomi pupuk (kg kg^{-1}) [*]				
	2005	2006	2007	Rata-rata	Stdev. ^{**}
N	13	21	19	18	4
P	19	57	51	43	20
K	16	17	24	19	4

Penentuan kebutuhan N, P dan K

Pemupukan tanaman jagung berdasarkan respons hasil yakni pemberian pupuk dengan mengacu pada keseimbangan antara unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman berdasarkan target hasil panen yang ingin dicapai dengan kemampuan tanah menyediakan hara. Hal ini didasarkan atas hasil penelitian bahwa respons tanaman terhadap pemupukan dan kesuburan tanah dari satu lokasi ke lokasi lainnya berbeda-beda. Menentukan kebutuhan hara tanaman mengacu kepada prinsip mengoptimalkan penggunaan hara alami tanah (lokal). Hara alami tanah dapat bersumber dari tanah, pupuk kandang, sisa tanaman, air hujan, udara bebas, dan air irigasi. Jadi pada prinsipnya jumlah pupuk atau hara yang diberikan pada tanaman jagung adalah jumlah pupuk yang diperlukan untuk memperoleh hasil pipilan kering yang diinginkan dikurangi dengan jumlah hara alami tanah. Menurut Witt et al (2006), kebutuhan hara akan tanaman jagung dipengaruhi oleh respons hasil terhadap pemupukan dan efisiensi penggunaan pupuk, yang dapat ditentukan berdasarkan

formula:

$F_x = \Delta Y/AE$, yang mana:

F_x = Kebutuhan pupuk (hara),

ΔY = respons hasil ($Y_{NPK} - Y_{0x}$) dan

AE = efisiensi agronomi pupuk N, P atau K.

Hasil penelitian selama tiga musim tanam, diperoleh hasil pipilan kering dengan kisaran 7-10 t ha⁻¹ (Tabel 2 disederhanakan), respons hasil terhadap N = 2,6-4,1 t ha⁻¹, P = 0,7-2,0 t ha⁻¹ dan K = 1,6-2,4 t ha⁻¹, serta efisiensi

agronomi pupuk AEN = 18±4 kg kg⁻¹, AEP = 43±20 kg kg⁻¹ dan AEK = 19±4 kg kg⁻¹. Untuk memudahkan penyusunan atau penentuan kebutuhan pupuk, maka efisiensi agronomi masing-masing hara di atas disederhanakan menjadi AEN = 20 kg kg⁻¹, AEP = 45 kg kg⁻¹ dan AEK = 20 kg kg⁻¹. Hasil perhitungan kebutuhan pupuk (hara) berdasarkan formula di atas disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kebutuhan N, P dan K untuk Tanaman Jagung Berdasarkan Respons Hasil Selama Tiga Musim Tanam (2005, 2006 dan 2007).

Target Hasil (t ha ⁻¹)	Respons Hasil (t ha ⁻¹)			Kebutuhan pupuk $F_x = \Delta Y/AE$ (kg ha ⁻¹)		
	AEN=20	AEP=45	AEK=20	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	N	P	K			
7	2,5	0,5	0,5	125	25	30
8	3,0	1,0	1,0	150	50	60
9	3,5	1,5	1,5	175	75	90
10	4,0	2,0	2,0	200	100	120

Keterangan:

Konversi P ke P₂O₅ = nilai P x 2,292

Konversi K ke K₂O = nilai K x 1,205

AEN = Efisiensi agronomi pupuk N, AEP = Efisiensi agronomi pupuk P

AEK = Efisiensi agronomi pupuk K. ΔY = respons hasil terhadap pupuk

Data pada Tabel 5 menunjukkan, bahwa kebutuhan pupuk untuk tanaman jagung pada tanah Ultisol di Lampung dengan target hasil dari 7 – 10 t ha⁻¹ adalah N = 125-200 kg ha⁻¹, P₂O₅ = 25-100 kg ha⁻¹ dan K₂O = 30-120 kg ha⁻¹. Makin tinggi target hasil yang ingin dicapai (hingga mendekati potensi hasil yang sesungguhnya), makin tinggi pupuk yang ditambahkan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian kebutuhan hara N, P dan K untuk tanaman jagung pada tanah Ultisol lahan kering di Lampung disimpulkan:

1. Tanpa pemberian pupuk N, hasil pipilan kering jagung mengalami penurunan secara tajam dibandingkan dengan tanpa pemberian pupuk K dan P.
2. Respons hasil terhadap pemupukan N, P dan K masing-masing adalah N = 2,6-4,1, P = 0,7-2,0 dan K = 1,6-2,4 t ha⁻¹.
3. Efisiensi agronomi masing-masing pupuk adalah N = 13-21, P = 19-57 dan K = 16-24 kg pipilan kering kg⁻¹ pupuk.
4. Kebutuhan pupuk N, P dan K untuk tanaman jagung pada tanah Ultisol Lampung dengan target hasil dari 7-10 t ha⁻¹ adalah N = 125-200 kg ha⁻¹, P₂O₅ = 25-100 kg ha⁻¹ dan K₂O = 30-120 kg ha⁻¹.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardjasa, W. S. 1999. Baseline survey dengan metode PRA di Lampung. (Data).
- Dobermann, A., T. Arkebauer, K.G. Cassman, R.A. Drijber, J.L. Lindquist, J.E. Specht, D.T. Walters, H. Yang, D. Miller, D.L. Binder, G. Teichmeier, R.B. Ferguson and C.S. Wortmann. 2003. Understanding corn yield potential in different environments. p. 67-82. In L.S. Murphy (ed.) Fluid focus: the third decade. Proceedings of the 2003 Fluid Forum, Vol. 20. Fluid Fertilizer Foundation, Manhattan, KS.
- BPS. 2006. Luas panen dan produksi jagung di Lampung dalam Lampung dalam Angka. Propinsi Lampung.
- Makarim, A.K. 2005. Pemupukan berimbang pada tanaman pangan. Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Risalah Seminar 2005. Pusatlitbang Tanaman Pangan. Badan Litbang Pertanian. p 80-88.
- Subandi., Zubachtirodin, dan A. Najamuddin. 2005. Produksi jagung melalui pendekatan pengelolaan tanaman terpadu di lahan kering masam. Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Risalah Seminar 2005. Pusatlitbang Tanaman Pangan. Badan Litbang Pertanian. p. 107-122.
- Witt, C., J. M. Pasquin., and A. Dobermann. 2006. Towards a site-specific nutrient management approach for maize in Asia. *Better Crops*, 90:28-31.