

Pengelolaan Hara pada Tanaman Jagung

Syafruddin, Faesal, dan M. Akil
Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros

PENDAHULUAN

Upaya peningkatan produksi jagung, baik melalui intensifikasi maupun ekstensifikasi, selalu diiringi oleh penggunaan pupuk, terutama pupuk anorganik, untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman. Pada prinsipnya, pemupukan dilakukan secara berimbang, sesuai kebutuhan tanaman dengan mempertimbangkan kemampuan tanah menyediakan hara secara alami, keberlanjutan sistem produksi, dan keuntungan yang memadai bagi petani.

Pemupukan berimbang adalah pengelolaan hara spesifik lokasi, bergantung pada lingkungan setempat, terutama tanah. Konsep pengelolaan hara spesifik lokasi mempertimbangkan kemampuan tanah menyediakan hara secara alami dan pemulihan hara yang sebelumnya dimanfaatkan untuk padi sawah irigasi (Dobermann and Fairhurst 2000, Witt and Dobermann 2002). Konsep serupa juga digunakan untuk rekomendasi pemupukan yang baru pada tanaman jagung di Nebraska (Amerika Serikat), dengan penekanan khusus pada pemahaman potensi hasil dan senjang hasil sebagai dasar perbaikan rekomendasi pengelolaan hara yang bersifat spesifik lokasi (Dobermann *et al.* 2003). Pengelolaan hara spesifik lokasi berupaya menyediakan hara bagi tanaman secara tepat, baik jumlah, jenis, maupun waktu pemberiannya, dengan mempertimbangkan kebutuhan tanaman, dan kapasitas lahan dalam menyediakan hara bagi tanaman (Makarim *et al.* 2003)

Pengapuran masih cukup relevan dalam upaya ameliorasi lahan kering yang bereaksi masam dengan kandungan Al yang tinggi dan pada lahan pasang surut sulfat masam untuk menetralisasi keracunan Al maupun Fe. Tidak tersedianya kapur pada saat yang tepat dan biaya pengapuran yang mahal sering menjadi kendala dalam upaya peningkatan produktivitas lahan melalui pengapuran.

Penggunaan bahan organik perlu mendapat perhatian yang lebih besar, mengingat banyaknya lahan yang telah mengalami degradasi bahan organik, di samping mahalnya pupuk anorganik (urea, ZA, SP36, dan KCl). Penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus tanpa tambahan pupuk organik dapat menguras bahan organik tanah dan menyebabkan degradasi kesuburan hayati tanah.

KEBUTUHAN HARA PADA TANAMAN JAGUNG

Tanaman jagung membutuhkan paling kurang 13 unsur hara yang diserap melalui tanah. Hara N, P, dan K diperlukan dalam jumlah lebih banyak dan sering kekurangan, sehingga disebut hara primer. Hara Ca, Mg, dan S diperlukan dalam jumlah sedang dan disebut hara sekunder. Hara primer dan sekunder lazim disebut hara makro. Hara Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, dan Cl diperlukan tanaman dalam jumlah sedikit, disebut hara mikro. Unsur C, H, dan O diperoleh dari air dan udara.

Beberapa faktor yang mempengaruhi ketersediaan hara dalam tanah untuk dapat diserap tanaman antara lain adalah total pasokan hara, kelembaban tanah dan aerasi, suhu tanah, dan sifat fisik maupun kimia tanah. Keseluruhan faktor ini berlaku umum untuk setiap unsur hara (Olson and Sander 1988). Kandungan hara pada tanaman jagung yang memberi hasil 9,45 t biji/ha dapat dilihat pada Tabel 1.

Pola serapan hara tanaman jagung dalam satu musim mengikuti pola akumulasi bahan kering sebagaimana dijelaskan oleh Olson dan Sander (1988). Sedikit N, P, dan K diserap tanaman pada pertumbuhan fase 2, dan serapan hara sangat cepat terjadi selama fase vegetatif dan pengisian biji. Unsur N dan P terus-menerus diserap tanaman sampai mendekati matang, sedangkan K terutama diperlukan saat *silking*. Sebagian besar N dan P dibawa ke titik tumbuh, batang, daun, dan bunga jantan, lalu dialihkan ke biji. Sebanyak 2/3-3/4 unsur K tertinggal di batang. Dengan demikian, N dan P terangkut dari tanah melalui biji saat panen, tetapi K tidak.

Tabel 1. Kandungan hara tanaman jagung dengan hasil biji 9,45 t/ha.

| Unsur hara | Kandungan hara (kg/ha) | |
|------------|------------------------|--------|
| | Biji | Batang |
| N | 129 | 62 |
| P | 31 | 8 |
| K | 39 | 157 |
| Ca | 1,5 | 39 |
| Mg | 11 | 33 |
| S | 12 | 9 |
| Cl | 4,5 | 76 |
| Fe | 0,11 | 2,02 |
| Mn | 0,06 | 0,28 |
| Cu | 0,02 | 0,09 |
| Zn | 0,19 | 0,19 |
| B | 0,05 | 0,14 |
| Mo | 0,006 | 0,003 |

Sumber: Barber dan Olsen (1968) dalam Olson dan Sander (1988).

Tabel 2. Batas kritis kekurangan hara dalam daun ke-5, 6, 7, dan saat *silking*.

| Hara tanaman | Batas kritis kekurangan hara |
|--------------|------------------------------|
| N | 1,40% |
| P | 0,16% |
| K | 2,00% |
| S | 0,12% |
| Ca | 0,50% |
| Mg | 0,30% |
| Fe | 200 ppm |
| Zn | 15 ppm |

Sumber: Fathan *et al.* (1988).

Kadar hara kritis dalam tanaman perlu diketahui sebagai dasar pemberian pupuk. Tanaman akan tanggap terhadap pupuk jika kadar hara berada di bawah titik kritis. Batas kritis kekurangan hara pada daun tanaman jagung saat *silking* berdasarkan penelitian di daerah pengembangan jagung di Jawa disajikan pada Tabel 2.

PEMUPUKAN N, P, K, DAN S

Pupuk yang diberikan pada tanaman jagung di Indonesia umumnya mengandung hara makro N, P, K, dan S, tetapi belum mengandung hara mikro, karena belum ada sentra-sentra pengembangan jagung yang berindikasi kekurangan hara mikro.

Takaran Pupuk N P, K, dan S

Tidak semua pupuk yang diberikan ke dalam tanah dapat diserap oleh tanaman. Nitrogen yang dapat diserap hanya 55-60% (Patrick and Reddy 1976), P sekitar 20% (Hagin and Tucker 1982), K antara 50-70% (Tisdale and Nelson 1975), dan S sekitar 33% (Morris 1987). Tanggapan tanaman terhadap pupuk yang diberikan bergantung pada jenis pupuk dan tingkat kesuburan tanah. Karena itu, takaran pupuk berbeda untuk setiap lokasi. Metode untuk menentukan kebutuhan pupuk didasarkan pada persamaan yang dikembangkan oleh Dobermann dan Cassman (2002):

$$F_x = (\text{kg /ha}) = (H_{\text{target}} - H_{\text{ox}})/\text{RE}_x$$

di mana:

- F_x = Takaran pupuk N, P, K, atau S yang direkomendasikan (kg/ha)
 RE_x = efisiensi *recovery* N, P, atau K (kg pupuk yang dimanfaatkan per kg pupuk yang diaplikasikan)

- Htarget = serapan hara pemupukan lengkap NPKS (kg hara/ha) berdasarkan prediksi target hasil maksimum
 Hox = Pasokan hara alami, yaitu serapan hara N, P, K atau S jika tanpa pemberian N, P, K, atau S (kg/ha)

Jika sulit dianalisis kandungan hara N, P, K, atau S, pendekatan lain yang dapat digunakan adalah berdasarkan target hasil dan efisiensi agronomis di suatu lokasi:

$$F_x = (Y_{target} - Y_{ox})/E_{Ax} \dots \pm \text{faktor koreksi}$$

di mana

- Ytarget = hasil biji target yang akan dicapai (80-95% dari hasil maksimum yang pernah dicapai di lokasi tersebut) (kg/ha)
 Yox = hasil biji tanpa pupuk N, P, K atau S (t/ha)
 EAx = efisiensi agronomis N, P, K, atau S (kg hasil biji yang diperoleh per kg pupuk yang diberikan)

Hasil penelitian pengelolaan hara spesifik lokasi pada berbagai jenis tanah di Indonesia telah disimpulkan oleh Witt (2007). Takaran pupuk N berdasarkan efisiensi agronomis dan kenaikan hasil jika diberi N dibanding tanpa pemberian N dapat dilihat pada Tabel 3. Takaran pemberian P dan K berdasarkan target hasil dan kenaikan hasil jika diberi pupuk P, atau K disajikan pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 3. Rekomendasi pemupukan N pada tanaman jagung berdasarkan efisiensi agronomik N dan kenaikan hasil jika dipupuk N dibanding tanpa N.

| Kenaikan hasil dibanding tanpa N (t/ha) | Efisiensi agronomik | | |
|---|-----------------------------|-------------------|-------------------|
| | Rendah (25 kg/kg) | Sedang (29 kg/kg) | Tinggi (33 kg/kg) |
| |Takaran N (kg/ha)..... | | |
| 1 | | | |
| 2 | 80 | | |
| 3 | 120 | 105 | |
| 4 | 160 | 140 | 120 |
| 5 | | 175 | 150 |
| 6 | | | 180 |
| 7 | | | 210 |
| 8 | | | 240 |

Sumber: Witt (2007).

Tabel 4. Rekomendasi pemupukan P pada tanaman jagung berdasarkan target hasil dan kenaikan hasil jika dipupuk P dibanding tanpa P.

| Kenaikan hasil dibanding tanpa P (t/ha) | Target hasil | |
|---|---|-----------|
| | 5-8 t/ha | 9-12 t/ha |
| |Takaran P ₂ O ₅ (kg/ha)..... | |
| 0 | 5-10 | 10-15 |
| 0,5 | 25-30 | 30-35 |
| 1,0 | 45-50 | 50-55 |
| 1,5 | 65-70 | 70-75 |
| 2,0 | 85-90 | 90-95 |
| 2,5 | 105-110 | 110-115 |

Tabel 5. Rekomendasi pemupukan K pada tanaman jagung berdasarkan target hasil dan kenaikan hasil jika dipupuk K dibanding tanpa K.

| Kenaikan hasil dibanding tanpa K (t/ha) | Target hasil | | |
|---|--|-----------|------------|
| | 4-7 t/ha | 7-10 t/ha | 10-12 t/ha |
| |Takaran K ₂ O (kg/ha)..... | | |
| 0 | 20-30 | 30-40 | 40-50 |
| 0,5 | 40-50 | 50-60 | 60-70 |
| 1,0 | 60-70 | 70-80 | 80-90 |
| 1,5 | 80-90 | 90-100 | 100-110 |
| 2,0 | 100-110 | 110-120 | 120-130 |
| 2,5 | 120-130 | 130-140 | 140-150 |

Pemupukan N Berdasarkan Klorofilmeter/Soil Plant Analisis Developmentt (SPAD) dan Bagan Warna Daun (BWD)

Gejala kekurangan atau kelebihan N pada tanaman jagung dapat diidentifikasi melalui warna daun. Kekurangan N mengakibatkan klorosis pada daun (berwarna kuning pada daun). Sebaliknya, kelebihan N membuat daun berwarna hijau gelap. Pengukuran klorofil daun menggunakan klorofilmeter dan pengukuran warna daun menggunakan BWD berkorelasi positif dengan kadar N daun (Syafuruddin *et al.* 2007).

Metode klorofilmeter mempunyai akurasi yang sama dengan metode analisis N secara destruktif pada bagian tanaman untuk menentukan kecukupan hara N pada beberapa tanaman, antara lain tanaman padi (Balasubramanian *et al.* 2000, Hussain *et al.* 2000), gandum (Follet *et al.* 1992), kapas (Wood *et al.* 1992), dan jagung (Syafuruddin *et al.* 2006).

Klorofilmeter tidak tepat digunakan pada fase awal tanaman untuk memprediksi takaran pupuk yang dibutuhkan tanaman, tetapi cocok untuk pengukuran dalam fase V6-VT sebagai pupuk susulan (kedua atau ketiga) setelah pemberian pupuk dasar. Hal tersebut disebabkan karena korelasi antara nilai SPAD dengan kadar N dan hasil biji tidak nyata pada pengukuran SPAD sebelum V6 (Syafuruddin *et al.* 2006). Umumnya tanah-tanah di daerah tropis basah kekurangan N untuk pertumbuhan tanaman jagung, sehingga pupuk N perlu diberikan. Agar efisien, pemupukan N pada jagung dilakukan dua atau tiga tahap selama pertumbuhan tanaman, yaitu pada awal tanam dan dalam fase V6-VT. Karena itu pemantauan kecukupan N pada tanaman jagung berdasarkan nilai SPAD untuk pemupukan susulan (aplikasi pupuk kedua atau ketiga) dilakukan pada fase V6-VT. Pemupukan N pada awal tanam (5-7 hari setelah tanam) dengan takaran 50 kg N/ha, membuat tanaman tidak kekurangan N pada awal pertumbuhan.

Untuk mendapatkan hasil jagung yang optimal, nilai SPAD (pengukuran klorofilmeter) tanaman mulai dari V6 sampai VT harus >53 unit pada varietas hibrida, sedangkan pada varietas komposit adalah >51,5. Tanaman jagung diberi pupuk hanya jika nilai SPAD < 53,5 unit untuk varietas hibrida dan <51,5 unit untuk varietas komposit. Takaran pupuk N yang diberikan bergantung nilai SPAD pada fase V6-VT dan varietas yang ditanam, hibrida atau bersari bebas (Tabel 6).

Klorofilmeter relatif mahal, sehingga sulit diterapkan petani/kelompok tani, tetapi diperlukan penyuluh pertanian, konsultan, atau peneliti untuk menentukan pemupukan N dalam skala luas. Untuk petani, pemantauan

Tabel 6. Perkiraan tambahan pupuk N berdasarkan nilai SPAD (pembacaan klorofilmeter) pada setiap fase tumbuh tanaman jagung varietas hibrida dan bersari bebas.

| Fase tumbuh | Nilai SPAD (unit) | Tambahan pupuk (kg N/ha)* | |
|-------------|-------------------|---------------------------|---------------------|
| | | Hibrida | Bersari bebas (OPV) |
| V6 | > 53 | - | - |
| | 51,5-53 | 100 | - |
| | 50-51,5 | 100-125 | 100 |
| | < 50 | 125-150 | 100-125 |
| V10-V12 | > 53 | - | - |
| | 51,5-53 | 75 | - |
| | 50-51,5 | 75-100 | 75 |
| | < 50 | 100-125 | 75-100 |
| VT | > 53 | - | - |
| | 51,5-53 | 50 | - |
| | 50-51,5 | 50-75 | 50 |
| | < 50 | 75-100 | 50-100 |

Sumber: Syafuruddin *et al.* (2006).

kecukupan hara N dapat dilakukan dengan menggunakan bagan warna daun (BWD) meskipun hasilnya tidak seakurat klorofilmeter. BWD yang berasal dari IRRI mempunyai skala warna 2-5 (warna kuning-kehijauan sampai hijau tua) dan sudah dikembangkan untuk pemupukan N tanaman padi.

Titik kritis kecukupan hara N berdasarkan nilai BWD bergantung pada varietas dan tanaman. Titik kritis kecukupan hara N varietas hibrida pada fase V6-V10 adalah pada skala 4,55 dan fase V12-VT adalah pada skala 4,65, sedangkan untuk varietas komposit adalah skala 4,45 pada fase V6-V12 dan skala 4,5 pada fase VT. Hasil jagung yang tinggi akan diperoleh jika pengukuran warna daun mempunyai nilai BWD >4,5 sejak umur V6-VT (Syafuruddin *et al.* 2007).

Berbeda dengan penggunaan klorofilmeter, pemupukan N berdasarkan BWD hanya akurat pada fase V10-VT. Karena itu penggunaan BWD dilakukan pada fase V10-VT. Pemupukan N pada tanaman jagung sebaiknya dilakukan tiga kali, yaitu pada umur 7 HST 50 kg N/ha, pada umur 30-35 HST (V6) 75 kg N/ha, kemudian pada umur 45-50 HST (V12-V14) berdasarkan pemantauan BWD. Perkiraan kebutuhan pupuk N (susulan ketiga) berdasarkan BWD pada umur 45-50 HST (V12-V14) dapat dilihat pada Tabel 7.

Kesesuaian takaran pupuk yang diberikan dengan pengukuran hara N menggunakan klorofilmeter atau BWD bergantung pada tingkat akurasi pengukuran. Untuk mendapatkan akurasi yang tinggi, maka metode pengukuran dengan SPAD dan BWD adalah sebagai berikut: 1) pengamatan

Tabel 7. Perkiraan tambahan N berdasarkan skor BWD pada tanaman jagung fase V12-VT.

| Skor BWD | Takaran N (kg/ha) | |
|----------|-------------------|---------------|
| | Hibrida | Bersari bebas |
| 3,5 | 99 | 85 |
| 3,6 | 95 | 80 |
| 3,7 | 89 | 74 |
| 3,8 | 84 | 69 |
| 3,9 | 77 | 63 |
| 4,0 | 71 | 56 |
| 4,1 | 64 | 49 |
| 4,2 | 56 | 41 |
| 4,3 | 46 | 28 |
| 4,4 | 34 | 8 |
| 4,5 | 14 | - |
| 4,6 | - | - |

Sumber: Syafuruddin *et al.*(2007).

dilakukan pada 1/3 bagian dari ujung daun, minimal tiga kali; 2) daun yang diamati adalah daun ketiga dari atas yang telah terbuka sempurna jika tanaman belum mencapai fase VT, atau daun yang terletak di bakal tongkol jika tanaman sudah mencapai fase VT; 3) jumlah sampel minimal 20 tanaman yang ditentukan secara acak (kemudian dirata-ratakan) yang mewakili kelompok wilayah/areal yang dinilai seragam kondisinya; 4) pengukuran dilakukan pada pagi hari tanpa tenggang waktu antara sampel yang diamati; 5) tanaman tidak dalam kondisi cekaman kekeringan; dan 6) tanaman tidak kekurangan hara lain sehingga pemupukan selain N harus optimal.

Sumber Pupuk N, P, K, dan S

Berkaitan dengan sifat tanah, bentuk pupuk menentukan efisiensi dan efektivitas pemupukan. Pada tanah masam dengan kandungan Al tinggi, fiksasi hara (P) akan tinggi, sedangkan pada tanah basa (kapuran) persaingan serapan oleh Ca akan tinggi pula. Karena itu, pupuk yang cocok untuk kedua kondisi tersebut adalah yang dapat melepaskan hara secara perlahan (*slow release*) atau pupuk yang mempunyai kandungan yang dapat menetralisasi kondisi tersebut.

Hara N yang bersumber dari urea tidak berbeda dengan yang bersumber dari ZA untuk tanaman jagung pada tanah dengan pH <6 (Fadhly *et al.* 1993, Gunarto 1986, Subandi *et al.* 1990). Pada tanah kapuran di Sinjai, Sulawesi Selatan, pupuk ZA memberikan kadar N daun, panjang tongkol, dan hasil yang lebih tinggi dibanding urea (Gunarto *et al.* 1986). Hal tersebut disebabkan karena tanah kapuran tanggap terhadap hara S, sehingga ZA lebih efektif dibanding urea.

Pemberian hara P dalam bentuk fosfat alam pada lahan sulfat masam relatif lebih baik dibanding pemberian dalam bentuk TSP (Raihana 1993). Sebaliknya pada tanah kapuran, pemberian P dalam bentuk TSP lebih baik dibanding fosfat alam (Sudaryono 1998).

Pemberian hara P pada tanah Ultisol dalam bentuk SP36 sama baiknya dengan TSP, walaupun kadar P_2O_5 pada SP36 (36%) lebih rendah dibanding TSP (46%). Hal yang sama juga terjadi pada tanah sulfat masam (Noor dan Ningsih 1998).

Pupuk Phosmag plus sebagai sumber P lebih efisien dibanding SP36 dilihat dari kenaikan hasil biji pada setiap pemberian 1 kg P_2O_5 . Pada takaran pupuk SP36 50-200 kg/ha efisiensi pemupukan adalah 62,8-105,5 kg biji/kg P_2O_5 . Untuk pupuk Phosmag plus pada takaran 90-360 kg/ha efisiensi pemupukan adalah 87,6-119 kg biji/kg P_2O_5 (Subandi *et al.* 1999).

Pemupukan K dalam bentuk ZK memberikan hasil yang sama dengan K dalam bentuk KCl pada tanah kapuran. Pemberian S dalam bentuk ZK cenderung lebih baik dibanding S dalam bentuk belerang pada tanah yang sama.

Waktu dan Cara Pemberian Pupuk

Selain takaran dan bentuk pupuk, waktu dan cara pemupukan juga berperan penting dalam meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk. Waktu dan cara pemberian pupuk berkaitan erat dengan laju pertumbuhan tanaman di mana hara dibutuhkan oleh tanaman dan kehilangan pupuk (dapat terjadi melalui proses pencucian, penguapan, dan fiksasi). Hara N banyak menguap dan tercuci, hara K banyak tercuci, sedangkan hara P terfiksasi di dalam tanah.

Untuk mengurangi kehilangan N, pemberian pupuk N harus dilakukan secara bertahap. Hasil penelitian Tirtoutomo *et al.* (1991) menunjukkan bahwa pemberian N 1/3 bagian pada saat tanam dan 2/3 bagian pada 30 HST atau 1/3 bagian pada waktu tanam, 1/3 bagian pada 30 HST, dan 1/3 bagian pada 45 HST relatif lebih baik dari segi hasil maupun efisiensi serapan N, dibanding dengan pemberian seluruhnya pada saat tanam atau 2/3 takaran pada waktu tanam dan 1/3 takaran pada 30 HST (Tabel 8). Hal yang sama juga dilaporkan oleh Gunarto (1986), di mana pemberian N 1/2 bagian awal tanam dan 1/2 bagian pada saat 30 HST memberikan hasil dan serapan hara yang lebih tinggi dibanding jika pupuk N diberikan seluruhnya pada saat tanam. Pemberian N secara tugal atau larik lebih hemat 55-66% dibanding cara sebar atau siram (urea dilarutkan). Pemberian 45 kg N/ha secara tugal atau larik memberikan hasil yang setara dengan pemberian 90 kg N/ha secara sebar atau disiram (Fadhly *et al.* 1993).

Pupuk P sebaiknya diberikan semuanya pada awal tanam, karena memberikan hasil yang sama dengan pemberian secara bertahap (Sutoro

Tabel 8. Pengaruh pemberian N terhadap hasil biji dan efisiensi serapan N tanaman jagung.

| | Pemberian N | | | Efisiensi serapan N (%) |
|-----|-------------|--------|--------|-------------------------|
| | 0 HST | 30 HST | 45 HST | |
| 1 | | 0 | 0 | 16,5 |
| 2/3 | | 1/3 | 0 | 19,5 |
| 2/3 | | 2/3 | 0 | 26,3 |
| 1/3 | | 1/3 | 1/3 | 48,3 |

Sumber: Tirtoutomo *et al.* (1991).

et al. 1988). Pemberian P secara larik lebih efektif dibanding secara tugal. Pemberian 60 kg P₂O₅/ha secara larik memberikan hasil yang setara dengan 120 kg P₂O₅ secara tugal (Subandi *et al.* 1990).

Pada tanah Ultisol, pupuk K lebih baik diberikan secara bertahap, yaitu 1/2 takaran pada awal tanam dan 1/2 takaran pada 45 HST, dibanding diberikan seluruhnya pada awal tanam. Pada tanah kapuran justru sebaliknya, seluruh pupuk K lebih baik diberikan pada awal tanam (Syafurudin *et al.* 1997). Pada tanah kapuran, Ca menghambat serapan K. Jika pupuk K terlambat diberikan maka Ca akan dominan diserap lebih awal yang akan menghambat serapan K.

Pemberian Kapur

Pada lahan kering bereaksi masam, khususnya tanah Oxisol dan Ultisol, masalah utama pada pengembangan jagung dan palawija lain adalah kadar Al yang tinggi. Pada tanah sulfat masam, masalah tersebut ditambah lagi dengan kadar Fe yang tinggi yang dapat meracuni tanaman, termasuk jagung. Pemberian kapur dapat menetralisasi kedua unsur tersebut. Selain itu, pengapuran juga dapat meningkatkan pH tanah yang menyebabkan ketersediaan hara menjadi lebih baik.

Tanaman jagung umumnya toleran terhadap keracunan Al sampai kejenuhan 40%, sehingga pemberian kapur tidak diperlukan. Pada tanah Ultisol di Jasinga, Bogor dengan kejenuhan Al 68,5%, tanpa kapur, tanaman jagung tidak menghasilkan biji. Pemberian kapur secara larik dapat meningkatkan hasil jagung di lokasi ini. Pemberian kapur dengan takaran 25% Ca⁺ memberikan hasil tertinggi, yaitu 3,8 t/ha (Muhadjir *et al.* 1989). Pada tanah sulfat masam, pemberian kapur sangat berperan dalam meningkatkan hasil jagung. Di Unit Tatas Kalimantan Tengah, pemberian kapur juga meningkatkan hasil jagung. Peningkatan takaran kapur dari 1 t menjadi 3 t/ha meningkatkan hasil sebesar 30% (Raihana 1993).

Penggunaan Bahan Organik

Untuk ameliorasi tanah, kapur memerlukan biaya mahal dan adakalanya tidak tersedia di lokasi. Bahan organik relatif lebih mudah didapatkan petani. Pemberian pupuk hijau *Gliricidia* atau kotoran sapi pada tanah Ultisol dapat mengurangi pemakaian pupuk N-urea sampai 75% dari total N yang diperlukan. Penggunaan *Sesbania rostrata* dapat meningkatkan hasil jagung 42% pada tanah Ultisol Jawa Barat. Menurut Tilo dan San Valentine (1984), pemberian 50% N-urea + 50% N-kotoran sapi memberikan hasil yang sama dengan pemberian 100% N-urea. Hasil penelitian Ogboona (1983 *dalam*

Cosico 1985) menunjukkan bahwa pemberian *Stylosanthes* sebagai suplemen pupuk buatan mampu menghemat N-urea sampai 60 kg N dari total pemberian 90 kg N.

Pemberian pupuk kandang pada tanah Ultisol di Bumi Asih sampai takaran 10 t/ha dapat meningkatkan hasil jagung dari 0,76 t menjadi 3,47 t pipilan kering/ha (Supriyono *et al.* 1998). Produktivitas jagung di tanah kapur dapat ditingkatkan dengan pemberian kotoran ayam atau kotoran sapi. Sebagai bahan organik, kotoran ayam lebih baik daripada kotoran sapi (Sudaryono 1998).

Inkubasi TSP dengan menggunakan kotoran sapi meningkatkan efisiensi penyerapan P dan hasil jagung (Yasin *et al.* 1997, Erdiman dan Syafei 1994). Pemberian pupuk kandang 2,5-5 t/ha, setara dengan 0,90-1,08 kg P, pada tanah sulfat masam meningkatkan ketersediaan P tanah dari 61,65 ppm menjadi 130,20 ppm. Pemberian bahan organik mempunyai pengaruh residu terhadap peningkatan ketersediaan hara P (Balitra 1998). Pemberian kotoran ayam 5 t/ha + 50 kg TSP memberikan serapan hara N, P, dan K yang sama baiknya dengan pemberian 100 kg TSP tanpa pupuk kandang (Djamaluddin 1985).

DAFTAR PUSTAKA

- Balasubramanian, V., A.C. Morales, R.T. Cruz, T.M. Thiyagarajan, R. Nagarajan, M. Babu, S. Abdulrahman, and L.H. Hai. 2000. Adaptation of chlorophyll meter (SPAD) technology for real-time N management in rice: A review: *Int Rice Res. Notes* 25(1):4-8.
- Balitra. 1998. Laporan Tahunan Balitra tahun 1996/1997. Balai Penelitian Tanaman Rawa. Banjar Baru.
- Cosico, W.C. 1985. Organic fertilizers: their nature, properties and use. A Publ. Farming Syst. Soul Resource Inst. Coll. Agric. Philipp. Los Banos. Coll., Laguna. 126 p.
- Djamaluddin. 1985. Pemberian pupuk kandang dan fosfat serta pengaruh residualnya terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung (*Zea mays* L.) di daerah transmigrasi Luwu Utara, Sulawesi Selatan. Disertasi Doktor pada Fakultas Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. 200 p.
- Dobermann, A. and K.G. Cassman. 2002 Plant nutrient management for enhanced productivity in intensive grain production system of the United State and Asia. *Plant and Soil*. 247:153-172.

- Dobermann, A. and T. Fairhursts. 2000. Rice nutrient disorders and nutrient management. Internasional Rice Research Institute (IRRI). Los Banos. 192p.
- 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.
- Erdiman dan Syafei. 1994. Pengaruh inkubasi fosfat (TSP) dengan bahan organik dan kapur terhadap pertumbuhan dan produksi jagung pada tanah PMK Sitiung. p.67-76. Dalam Risalah Seminar Balitan Sukamandi. Vol V.
- Fadhly, A.F. A.S. Wahid, M. Rauf, dan Djamaluddin. 1993. Pengaruh sumber dan takaran nitrogen terhadap pertumbuhan dan hasil jagung. *Titian Agronomi*. 5:69-75.
- Fathan, R. M. Raharjo, A.K. Makarim. 1988. Hara tanaman jagung. *Dalam: Jagung*. Subandi *et al.* (Eds.). Puslitbangtan. Bogor. p. 49-66.
- Follet, R.H., R.F. Follet, and A.D. Halvorson. 1992. Use of a chlorophyll meter to evaluate the nitrogen status of dryland winter wheat. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 23 (7 and 8):687-697.
- Gunarto, L. 1986. Studi pemupukan jagung pada tanah Aluvial berkapur di Wolangi. Laporan Tahunan Hasil Penelitian Kelti Tanah/Kesuburan. p.20-23.
- Hagin, J. and B. Tucker. 1982. Fertilization of dry land and irrigated soil. Springer-Verlag. Berlin Heidenberg.p.70-95
- Hussain, F., K.F. Bronson, Yadvinder-Singh, Bijay-Singh, and S. Peng.2000. Use of chlorophyll meter sufficiency indicates for nitrogen management of irrigated rice in Asia. *Agron. J.* 92:875-879.
- Ma, B. L. , K.D. Subedi and C. Costa. 2005. Comparison of crop based indicator with soil nitrate test for corn nitrogen requirement. *Agron. Vol.* 97 no. 2 (462-471).
- Makarim, A. K., I.N. Widiarta, S. Hendarsih, dan S. Abdurachman. 2003. Panduan teknis pengelolaan hara dan pengendalian hama penyakit tanaman padi secara terpadu. Puslitbangtan. 37 p.
- McCaulay, A., C. Jones, J. Jacobsen. 2003. Plant Nutrien Function and Defisiensi and Toxicity Symptoms. Montana State Univ. Extension Service. p. 1-16.

- Morris, R.J. 1987. The importance and need for sulfur in crop production in Asia and the Pacific Region. In Proceeding of Symposium on Fertilizer, Sulphur Requirements and Sources in Developing Countries of Asia and Pacific. Bangkok.
- Muhadjir, F., R.Fathan, dan M. Raharjo. 1989. Emeliorasi lahan kering untuk meningkatkan hasil jagung. *Dalam: Prosiding Lokakarya Penelitian Komoditas dan Studi Khusus. AARP. p.189-204.*
- Noor, A., R.D. Ningsih. 1998 Efektifitas pemupukan P dari TSP dan SP36 pada tanaman jagung di lahan pasang surut sulfat masam. *Dalam: Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung. Balitjas. Maros.p.450 - 456.*
- Olson, R.A. and D.H. Sander. 1988. Corn production. In Monograph Agronomy Corn and Corn Improvement. Wisconsin. p.639-686.
- Patrick, W. H., JR and K.R. Reddy. 1976. Rate of fertilizer nitrogen in a flooded soil. *Soil. Svi. Soc. Proc. 40:678-681.*
- Raihana, Y. 1993. Pengaruh pemberian kapur dan fosfat alam pada tanaman jagung di lahan pasang surut sulfat masam. *Dalam: Risalah Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan. Balitan Malang. Malang. p.183-188.*
- Subandi, Djamaluddin, S. Saenong, dan A. Hasanuddin. 1990. Efisiensi pemupukan pada padi dan palawija. Puslitbangtan. Bogor. 23p.
- Subandi, A.F. Fadhly, dan Djamaluddin. 1999. Penggunaan pupuk Phosmag plus untuk tanaman jagung. *Risalah Penelitian Jagung dan Serealia Lain. 3:15-22.*
- Sudaryono. 1998. Teknologi produksi jagung. *Dalam: Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung. Balitjas. Maros. p.137-158.*
- Supriyono, A., R. Sutanto, dan S. Raihan. 1998. Pengelolaan bahan organik untuk keberlanjutan produktivitas tumpanggilir jagung-kacang tanah pada lahan kering masam. *Dalam: Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung. Balitjas. Maros. p.412 - 423.*
- Sutoro, Y. Soeleman, dan Iskandar. 1988. Budi daya tanaman jagung. *Dalam: Jagung. Subandi et al. (Eds.). Puslibangtan. Bogor. p. 49-66.*
- Syafruddin, Sania Saenong, A.F. Fadhly. 1997. Keragaan pemupukan N, P, K, dan S pada tanaman jagung di Sulsel. *Dalam: Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung. Balitjas. Maros. p.478-489.*
- Syafruddin, S. Saenong, dan Subandi. 2006. Pemantauan kecukupan hara N berdasarkan klorofil daun. pada tanaman jagung *Dalam: Prosiding Seminar Nasional Jagung. p. 296-302.*

- Syafuruddin, S. Saenong, dan Subandi. 2007. Pemantauan kecukupan hara N berdasarkan bagan warna daun. (BWD) pada tanaman jagung (belum dipublikasi).
- Tilo, S.N. and G.O. San Valentine. 1984. Crop residues/Farm manures. Mimeog. Report. Farming systems and soil res. Inst. UPLB.
- Tirtoutomo, S. S. Solehuddin, C. Soepardi, dan H. Taslim. 1991. Pengaruh macam dan waktu pemberian pupuk nitrogen terhadap efisiensi pengambilan nitrogen oleh tanaman jagung. Media Penelitian Sukamandi. 9:5-10.
- Tisdale, S.L. and W.L. Nelson. 1975. Soil Fertility and Fertilizers. MacMilan Publishing Co. Inc., New York.
- Witt, C. and A. Dobermann. 2002. A site-specific nutrient management approach for irrigated lowland rice in Asia. Better Crops Int. 16:20-24.
- Witt, C. 2007. Site-specific nutrient management for maize in favorable tropical environments. Power poin Seminar dan Lokakarya Pengelolaan Hara Spesifik Lokasi untuk Tanaman Jagung. Lampung. 44 p.
- Wood, C.W., P.W. Tracy, D.W. Reeves, and K.L. Edmisten. 1992. Determination of cotton nitrogen status with hand-held chlorophyll meter. J. Plant Nutr. 15:487-500.
- Yasin, S., Yulanafatmawati, dan N. Hakim. 1997. Teknologi inkubasi TSP dengan pupuk kandang untuk meningkatkan efisiensi pemupukan jagung pada tanah masam. Stigma.V:129-135.