

Pengaruh Kombinasi Pupuk Organik dan Hayati terhadap Pertumbuhan dan Produksi Galur Jagung (*Zea mays. L*) Hasil Seleksi Efisien Hara pada Lahan Kering Marginal

Effect of Organic and Biological Fertilizer Combination on Growth and Production of Nutrient-Efficient Maize Lines in Marginal Dryland

Yopie Moelyohadi^{1*)}, M. Umar Harun², Munandar², Renih Hayati², Nuni Gofar²

¹Mahasiswa Program Doktor Pascasarjana Universitas Sriwijaya,

²Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Indralaya 30662

^{*)}Penulis untuk korespondensi: yopie_agro@yahoo.com

ABSTRACT

The objective of the research was to study the growth and yield of maize crops nutrient efficient selection against the combination of different types of organic fertilizers and bio-fertilizers at low dose levels of chemical fertilizer on marginal dry land for the development of technological innovation fertilization on maize crops to reduce the use of chemical fertilizer on marginal dry land. This study was conducted in experimental field at Agro Techno Park (ATP), the Ministry of Research and Technology, South Sumatera from January to May 2012. The experimental design used was split plot design with three replication. The main plot treatment was dose levels of chemical fertilizer consists of : P₁ = 50 % standard dose of ATP (200 kg urea , 50 kg SP36 and 25 kg KCl/ha) and P₂ = 25 % standard dose of ATP (100 kg urea , 25 kg SP36 KCl and 1.25 kg/ha). Treatment subplot was delivery combination of organic fertilizer + biofertilizer, comprising: KHO = control (without organic fertilizer + biofertilizer), KH₁ = composted cow manure + mycorrhiza , KH₂ = composted cow manure + bacterial phosphate solvent, KH₃ = composted chicken manure + biological mycorrhizae, KH₄ = composted chicken manure + bacterial phosphate solvent, KH₅ = compost straw corn + mycorrhizae, KH₆ = composted maize straw + bacteria phosphate solvent, KH₇ = compost Legume cover crop (LCC) + Mycorrhiza and compost KH₈ = legume cover crop (LCC) + solvent bacteria Phosphate. The results showed that chicken manure compost fertilizer + fertilizer mycorrhizal gave the best effect on the growth and yield of dryland corn yields marginal with an average of 9.70 tons of dry cobs/ha and the combined treatment of chemical fertilizer was at 50 % level and composting chicken manure + mycorrhizal gave the best effect on the growth and yield of maize in marginal dry land, with an average yield reached 10.51 tons of dry seed/Ha.

Key words: bio-fertilizers, low doses of chemical fertilizers, nutrient-efficient maize variety, marginal drylands, organic fertilizers

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari respon pertumbuhan serta produksi tanaman jagung hasil seleksi efisien hara terhadap pemberian kombinasi berbagai jenis pupuk organik dan pupuk hayati pada tingkat pemupukan kimia dosis rendah pada lahan kering marginal dalam rangka pengembangan inovasi teknologi pemupukan pada budidaya tanaman jagung untuk mengurangi penggunaan pupuk kimia pada lahan kering marginal. Penelitian ini telah dilaksanakan di lahan percobaan Agro Tekno Park (ATP) Kementerian Riset dan Teknologi yang terletak di Desa Bakung Kecamatan Indralaya Utara Kabupaten Ogan Ilir Sumatera Selatan, berlangsung pada bulan Januari sampai

Mei 2012. Bahan utama yang digunakan adalah galur jagung B41, hasil penelitian hayati *et al.* (2009). Penelitian ini menggunakan rancangan petak terbagi (*split-plot design*), dengan tiga ulangan. Petak utama adalah pupuk kimia terdiri dari : P₁ = 50% dosis standar ATP (200 kg urea + 50 kg SP36 + 25 kg KCl/ha) dan P₂ = 25% dosis standar ATP (100kg urea + 25 kg SP36 + 12,5 kg KCl/ha). Anak petak adalah campuran pupuk organik dan pupuk hayati yang terdiri dari : KH₀ = kontrol (tanpa pemberian pupuk organik +pupuk hayati), KH₁ = kompos kotoran sapi + mikoriza, KH₂ = kompos kotoran sapi + bakteri pelarut fosfat, KH₃ = k kompos kotoran ayam + hayati mikoriza, KH₄ = kompos kotoran ayam + bakteri pelarut fosfat, KH₅= Kompos Jerami jagung+ Mikoriza, KH₆ = kompos jerami jagung + Bakteri pelarut fosfat, KH₇= kompos Legume cover crop (LCC) + Mikoriza, dan KH₈ = kompos legume cover crop (LCC) + bakteri pelarut Fosfat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pemberian pupuk kompos kotoran ayam + pupuk mikoriza memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung di lahan kering marginal dengan hasil panen rata-rata mencapai 9,70 ton tongkol kering/ha dan kombinasi perlakuan pemberian pupuk kimia pada taraf 50% dan pemberian kompos kotoran ayam + mikoriza memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung di lahan kering marginal, dengan hasil panen rata-rata mencapai 10,51 ton tongkol kering/hektar.

Kata kunci : lahan kering marginal, pupuk hayati, pupuk kimia dosis rendah, pupuk organik, varietas jagung hasil seleksi efisien hara

PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays* L.) sampai saat ini masih merupakan komoditi strategis karena di beberapa daerah jagung masih merupakan bahan makanan pokok kedua setelah beras. Jagung juga mempunyai arti penting dalam pengembangan industri di Indonesia karena merupakan bahan baku untuk industri pangan maupun industri pakan ternak. Dengan semakin berkembangnya industri pengolahan pangan dan pakan ternak di Indonesia maka kebutuhan akan jagung terus meningkat, tetapi jika tidak diimbangi dengan peningkatan produksi yang memadai akan menyebabkan Indonesia harus mengimpor jagung dalam jumlah besar.

Permintaan jagung untuk kebutuhan dalam negeri selama 10 tahun kedepan diprediksi akan semakin meningkat secara signifikan, seiring dengan meningkatnya produksi pakan pabrikan dan berkembangnya industri peternakan. Disisi lain, di pasar internasional penggunaan jagung makin kompetitif, karena penggunaan jagung tidak hanya untuk pakan ternak dan industri makanan,

melainkan juga untuk bahan bakar nabati (*biofuel*). Berdasarkan data statistik, permintaan jagung tumbuh rata-rata sebesar 3,5 % per tahun atau meningkat sebesar 87,5% dari tahun 1995 sampai tahun 2020 di kawasan Asia Timur dan Asia Tenggara (Swastika *et al.* 2011).

Kebutuhan jagung dalam negeri untuk pakan dan industri sudah mencapai 12,26 juta ton pada tahun 2005, 19,76 juta ton pada tahun 2010 dan diprediksi akan meningkat sebesar 15 persen menjadi 22,71 juta ton pada tahun 2013 (Departemen Pertanian 2011). Produksi jagung nasional pada tahun 2010 hanya mencapai 18,32 juta ton. Hal ini mengakibatkan Indonesia mengimpor jagung sebesar 1,5 juta ton dengan nilai US\$ 369,1 juta pada tahun 2010 (FAO-Stat 2011).

Perluasan areal tanam merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan produksi jagung dengan memanfaatkan lahan kering yang banyak tersedia di luar pulau Jawa sehingga dapat mengurangi impor dan menghemat devisa negara. Menurut Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat

(2002), terdapat sekitar 6,69 juta hektar lahan tergolong potensial untuk pengembangan tanaman jagung. Akan tetapi sebagian besar lahan tersebut merupakan lahan kering marginal.

Lahan kering marginal merupakan lahan dengan tingkat kesuburan tanah rendah, bereaksi masam dengan pH tanah dibawah 5,5 dan kandungan hara makro N, P, K, Ca dan Mg rendah serta tingginya kelarutan Al dan Fe yang dapat meracuni pertumbuhan tanaman (Granados *et al.* 1993). Pemanfaatan lahan kering marginal untuk pengembangan budidaya tanaman jagung memerlukan pengapuran dan pemupukan dosis tinggi. Dalam satu siklus pertumbuhan, tanaman jagung membutuhkan unsur hara masing-masing sebesar: 165 kg N/ha, 55 kg P₂O₅ /ha dan 135 kg K₂O/ha agar dapat menghasilkan hasil panen yang tinggi (Litbang Pertanian, 1997). Akan tetapi ketersediaan unsur-unsur hara tersebut di lahan kering marginal rendah, yaitu berkisar antara 0,02 sampai 0,4 % (Lindsay 1979 ; Sirappa 2002), sehingga pemupukan dalam dosis tinggi merupakan suatu keharusan untuk memperoleh hasil panen yang tinggi. Hal ini akan menambah biaya produksi bagi petani, sedangkan umumnya petani di lahan kering tergolong petani miskin dengan modal terbatas.

Peningkatan produktivitas tanaman jagung di lahan kering dapat dilakukan melalui kombinasi penerapan teknologi, khususnya penggunaan varietas unggul dan pemupukan dosis tinggi agar dapat menghasilkan panen yang maksimum. Akan tetapi terjadinya penghapusan subsidi pupuk kimia pada tahun 1998 yang diikuti dengan kelangkaan pupuk tunggal di lapangan dan adanya kebijakan pintu terbuka di bidang pupuk, telah memicu harga pupuk kimia menjadi lebih mahal dan muncul berbagai jenis atau formula pupuk baru yang belum diketahui mutu, efektivitas maupun tingkat efisiensinya (Setyorini *et al.* 2004). Disamping itu, peningkatan pemakaian pupuk kimia makin kurang efektif dan efisien, serta mengakibatkan

berbagai dampak yang kurang menguntungkan terhadap kondisi tanah dan menimbulkan dampak negatif terhadap kelestarian lingkungan.

Mengingat hal tersebut maka seiring dengan berkembangnya kesadaran tentang pertanian berkelanjutan makin disadari pentingnya pemanfaatan bahan organik dalam pengelolaan hara tanah. Penggunaan bahan organik ke dalam tanah dapat memberikan peranan dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Engelstad 1997). Upaya peningkatan kuantitas dan kualitas bahan organik dalam tanah dapat dilakukan melalui pengelolaan hara terpadu (*integrated plant nutrient management*) yang ramah lingkungan, dimana selain penggunaan pupuk kimia dalam jumlah yang relatif rendah, secara simultan dioptimalkan pula penggunaan pupuk organik dan pemakaian pupuk hayati (Adimihardja dan Adiningsih 2000).

Hasil penelitian Sunoro (2001) menyatakan bahwa pemberian pupuk kandang dengan takaran 9,5 ton/ha mampu meningkatkan hasil biji kacang tanah 38,72 % dengan hasil 2,13 ton/ha, dan efek residunya untuk musim tanam berikutnya, mampu memberikan hasil lebih tinggi yaitu sebesar 2,6 ton/ha. Disamping itu peranan bahan organik yang juga penting pada lahan kering marginal adalah kemampuannya untuk bereaksi dengan ion-ion logam untuk membentuk senyawa kompleks. Dengan demikian ketersediaan ion-ion logam yang bersifat meracuni pertumbuhan tanaman seperti: ion Al, Fe dan Mn dapat diperkecil dengan adanya khelat dengan bahan organik.

Pupuk hayati (*biofertilizer*) didefinisikan sebagai substans yang mengandung mikroorganisme hidup yang mengkolonisasi rhizosfir atau bagian dalam tanaman dan memacu pertumbuhan dengan jalan meningkatkan pasokan ketersediaan hara primer dan/atau stimulus pertumbuhan tanaman target, bila dipakai pada benih, permukaan tanaman, atau tanah (FNCA Biofertilizer Project Group 2006). Pemanfaatan pupuk hayati dilakukan

berdasarkan respon positif terhadap peningkatan efektivitas dan efisiensi pemupukan sehingga dapat menghemat biaya pupuk dan penggunaan tenaga kerja. Teknologi yang dapat digunakan adalah penerapan pupuk mikroba (*microbial fertilizer*). Dalam hal ini suplai sebagian unsur hara yang dibutuhkan tanaman dapat dilakukan oleh bakteri rhizosfer yang mempunyai kemampuan menambat N dari udara dan mikroba pelarut fosfat yang dapat menambang P di dalam tanah menjadi P-tersedia bagi pertumbuhan tanaman, sehingga dapat menghemat penggunaan pupuk anorganik. Dari hasil penelitian Isgitani *et al.* (2005), didapatkan bahwa pemberian bakteri pelarut Fosfat dapat meningkatkan jumlah dan berat biji serta secara nyata meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman sorgum.

Pemanfaatan cendawan mikoriza arbuskular (CMA) sebagai pupuk hayati yang mampu hidup di dalam jaringan tanaman (*endofitik*) yang dapat berfungsi memacu pertumbuhan dan melindungi tanaman inangnya, merupakan suatu hal yang lebih menjanjikan terhadap peningkatan efisiensi pemupukan. Beberapa hasil penelitian membuktikan bahwa CMA mampu meningkatkan serapan hara, baik hara makro maupun hara mikro, sehingga penggunaan CMA dapat dijadikan sebagai alat biologis untuk mengurangi dan mengefisienkan penggunaan pupuk kimia. De La Cruz (1981) dalam Octavitani (2009) membuktikan bahwa CMA mampu menggantikan \pm 50% penggunaan fosfat, 40% nitrogen dan 25% kalium. Meningkatnya efisien pemupukan dengan adanya CMA di akar tanaman terjadi karena CMA dapat memperpanjang dan memperluas jangkauan akar terhadap penyerapan unsur hara, maka serapan hara tanamanpun meningkat sehingga hasil tanaman juga akan meningkat (Husin dan Marlis, 2000). Menurut hasil penelitian Jackson *et al.* (1972) dalam Simanungkalit *et al.* (2006), tanaman jagung yang diinokulasi dengan cendawan mikoriza Arbuskular memberikan pengaruh positif

terhadap pertumbuhan tanaman jagung dan meningkatkan hasil panen tanaman jagung 50% lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman jagung yang tidak dinokulasi mikoriza arbuskular.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian pengaruh kombinasi pupuk organik dan hayati terhadap pertumbuhan dan produksi berbagai genotipe jagung (*Zea mays*. L) hasil seleksi efisien hara pada lahan kering marginal sangat diperlukan untuk mendapatkan informasi yang komperhensif mengenai pemanfaatan pupuk organik dan pupuk hayati sebagai substitusi penggunaan pupuk kimia dalam upaya peningkatan pertumbuhan dan produksi tanaman jagung di lahan kering marginal. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan suatu inovasi teknologi budidaya tanaman jagung yang hemat pupuk kimia dan secara ekonomi serta teknis menguntungkan untuk diterapkan pada skala petani.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada lahan percobaan Agro Tekno Park (ATP) Kementerian Riset dan Teknologi yang terletak di Desa Bakung Kecamatan Indralaya Utara Kabupaten Ogan Ilir Provinsi Sumatera Selatan, berlangsung mulai dari bulan Januari sampai dengan bulan Mei 2012. Penelitian ini menggunakan rancangan petak terbagi (*split-plot design*) dengan tiga ulangan. Petak utama adalah pupuk kimia terdiri dari : P₁ = 50% dosis standar ATP (200 kg urea + 50 kg SP36 + 25 kg KCl/ha) dan P₂ = 25% dosis standar ATP (100kg urea + 25kg SP36 + 12,5 kg KCl/ha). Anak petak adalah campuran pupuk organik dan pupuk hayati yang terdiri dari : KH₀ = Kontrol (tanpa pemberian pupuk organik +pupuk hayati), KH₁ = kompos kotoran sapi + mikoriza, KH₂ = kompos kotoran sapi+ bakteri pelarut fosfat, KH₃ = kompos kotoran ayam + hayati mikoriza, KH₄ = kompos kotoran ayam + bakteri pelarut fosfat, KH₅= kompos Jerami jagung+ Mikoriza, KH₆= kompos jerami jagung + Bakteri pelarut

fosfat, KH₇= kompos Legume cover crop (LCC) +Mikoriza, dan KH₈= kompos legume cover crop (LCC) + bakteri pelarut Fosfat. Pengelolaan lahan dilakukan secara mekanisasi, Benih ditanam dengan cara ditugal sebanyak 2 benih/lubang tanam dengan menggunakan jarak tanam 75 cm x 25 cm. Pengelolaan lahan dilakukan secara mekanisasi, Benih ditanam dengan cara ditugal sebanyak 2 benih/lubang tanam dengan menggunakan jarak tanam 75 cm x 25 cm. Pupuk hayati mikoriza diberikan sebagai perlakuan benih, dengan cara mencampurkan serbuk mikoriza dengan benih yang sudah dibasahi selanjutnya benih tersebut ditanam. Pupuk hayati BPF diberikan sesuai waktu dan dosis yang direkomendasi, yaitu diberikan dengan cara disemprot sebanyak 4 kali, yaitu pada 2, 4, 8 dan 10 minggu setelah tanam (MST) dengan volume semprot 400 L/ha. Pupuk Kimia diberikan dalam bentuk pupuk Urea, SP36 dan KCl diberikan dengan dosis 50% dari standar ATP (200 kg Urea, 50 kg SP-36 dan 25 kg KCl/ha). Sepertiga dosis pupuk urea, dan seluruh pupuk SP-36 maupun KCl diberikan pada saat tanam dan dua pertiga dari pupuk Urea diberikan pada 4 MST saat dilakukan pembumbunan. Kegiatan pemeliharaan tanaman meliputi: penyiangan, pembumbunan, pengairan dan pengendalian hama dan penyakit. Panen dilakukan setelah tanaman menunjukkan ciri-ciri sebagai berikut : tongkol atau kelobot mulai mengering yang ditandai dengan adanya lapisan hitam pada biji bagian lembaga (*black layer*). Biji kering, keras dan mengkilat serta apabila ditekan tidak membekas. Pengamatan dilakukan pada 10 tanaman contoh dari setiap satuan percobaan. Karakter yang diamati adalah: tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), luas daun (cm²), kandungan klorofil daun (mg/g daun), berat tongkol (g/tanaman), panjang tongkol (cm), jumlah biji/tongkol (butir), dan hasil panen/hektar (ton). Pengaruh perlakuan diuji terhadap peubah yang diamati dan data yang diperoleh dari hasil pengamatan dianalisis secara

statistika dengan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji BNJ.

HASIL

Hasil analisis keragaman pada Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan kimia dosis rendah dan perlakuan pemupukan pupuk organik + pupuk hayati serta kombinasi perlakuan pemupukan kimia dosis rendah dan perlakuan pemberian kombinasi pupuk organik + pupuk hayati berpengaruh sangat nyata terhadap semua peubah yang diamati.

Berdasarkan Tabel 2 didapatkan pemberian pupuk kimia pada tingkat pemupukan 50% dosis standar ATP (200 kg urea + 50 kg SP36 + 25 kg KCl/ha) memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi galur jagung hasil seleksi efisien hara dilahan kering marginal. Pengaruh tersebut tercermin pada beberapa peubah yang diamati seperti: rata-rata tinggi tanaman mencapai 209,57 cm/tanaman, jumlah daun mencapai 13,26 helai daun/tanaman, luas daun mencapai 415,43 cm²/tanaman, kandungan klorofil daun mencapai 47,50 mg/g per tanaman, berat tongkol mencapai 164,12 g/tanaman, jumlah biji/tongkol mencapai 415,36 butir biji, berat 100 butir biji mencapai 17,08 g, dan hasil panen/ha mencapai 8,20 ton/ha.

Perlakuan pemberian pupuk kimia pada tingkat pemupukan 25% dari dosis standar ATP (100 kg urea + 25 kg SP36 + 12,5 kg KCl/ha) memberikan hasil terendah terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung. Hal ini terlihat dari terendahnya tingkat pertumbuhan dan produksi tanaman pada peubah yang diamati, seperti : rata-rata tinggi tanaman hanya mencapai 182,37 cm/tanaman, jumlah daun mencapai 11,57 helai daun/tanaman, luas daun mencapai 381,17 cm²/tanaman, kandungan klorofil daun mencapai 41,14 mg/g per tanaman, berat tongkol mencapai 133,28 g/tanaman, jumlah biji/tongkol mencapai 381,71 butir biji, berat 100 butir biji mencapai 13,96 g, dan hasil panen/ha mencapai 6,66 ton/ha.

Tabel 1. Hasil analisis keragaman pengaruh perlakuan pemberian jenis pupuk organik + pupuk hayati dan pemberian tingkat pemupukan kimia dosis rendah serta kombinasi perlakuan terhadap peubah yang diamati

| Peubah yang Diamati | Perlakuan | | | KK (%) |
|------------------------------|-----------|----|----|--------|
| | P | KH | I | |
| Tinggi Tanaman (cm) | ** | ** | ** | 2,81 |
| Jumlah Daun (helai) | ** | ** | ** | 2,89 |
| Luas Daun (cm ²) | ** | ** | ** | 3,97 |
| Klorofil daun (mg/g) | ** | ** | ** | 1,94 |
| Berat Tongkol/tanaman (gr) | ** | ** | ** | 2,16 |
| Jumlah Biji/Tongkol (butir) | ** | ** | ** | 4,98 |
| Berat 100 Butir Biji (gr) | ** | ** | ** | 2,00 |
| Hasil Panen/ha (ton) | ** | ** | ** | 3,15 |

** = Berpengaruh sangat nyata ; P = Tingkat Pemupukan Pupuk Kimia Dosis Rendah ; KH = Pemberian Kombinasi Pupuk organik+ Pupuk hayati ; I = Interaksi ; KK = Koefisien Keragaman

Tabel 2. Pengaruh pemberian tingkat pemupukan kimia dosis rendah terhadap peubah pengamatan

| Perlakuan Pupuk Kimia Dosis Rendah | Tinggi Tanaman (cm) | Jumlah Daun (helai) | Luas Daun (cm ²) | Klorofil Daun (mg/g) | Berat Tongkol per tanaman(g) | Jumlah Biji per Tongkol (Butir) | Berat 100 Butir Biji (g) | Hasil Panen per Hektar (ton) |
|------------------------------------|---------------------|---------------------|------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| P ₁ | 209,57 ^a | 13,26 ^a | 415,43 ^a | 47,50 ^a | 164,12 ^a | 415,36 ^a | 17,08 ^a | 8,20 ^a |
| P ₂ | 182,37 ^b | 11,57 ^b | 381,17 ^b | 41,14 ^b | 133,28 ^b | 381,71 ^b | 13,96 ^b | 6,66 ^b |
| BNJ 0,05 | 10,91 | 0,34 | 9,94 | 1,01 | 2,12 | 8,13 | 0,28 | 0,10 |

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata.

Pengaruh perlakuan KH₃ memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung di lahan kering marginal (Tabel 3). Hal ini terlihat dari tertinggi tingkat pertumbuhan produksi tanaman jagung pada setiap peubah yang diamati, seperti: rata-rata tinggi tanaman mencapai 222,90 cm/tanaman, jumlah daun mencapai 13,78 helai daun/tanaman, luas daun mencapai 451,61 cm²/tanaman, kandungan klorofil daun mencapai 48,89 mg/g per tanaman, berat tongkol mencapai 194,08 g/tanaman, jumlah biji/tongkol mencapai 451,44 butir biji, berat 100 butir biji mencapai 19,66 g, dan hasil panen/ha mencapai 9,70 ton/ha.

Perlakuan KH₀ (perlakuan kontrol: tanpa pemberian kombinasi pupuk organik + pupuk hayati) memberikan pengaruh terendah terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung di lahan kering

marginal. Hal ini terlihat dari rendahnya tingkat pertumbuhan produksi tanaman jagung pada setiap peubah yang diamati, seperti: rata-rata tinggi tanaman hanya mencapai 169,10 cm/tanaman, jumlah daun mencapai 10,05 helai daun/tanaman, luas daun mencapai 269,33 cm²/tanaman, kandungan klorofil daun mencapai 37,72 mg/g per tanaman, berat tongkol mencapai 71,19 g/tanaman, jumlah biji/tongkol mencapai 269,33 butir biji, berat 100 butir biji mencapai 11,52 g, dan hasil panen/ha mencapai 3,56 ton/ha.

Hasil penelitian pada Tabel 4 menunjukkan bahwa interaksi perlakuan pemberian pemberian pupuk kimia, dengan tingkat pemupukan 50% dosis standar ATP dan pemberian kombinasi pupuk kompos kotoran ayam + pupuk mikoriza memberikan interaksi terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman di

lahan kering marginal, Hal ini terlihat dari tertinggi tingkat pertumbuhan produksi tanaman jagung pada setiap peubah yang diamati, seperti peubah tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, klorofil daun, berat tongkol, jumlah biji, berat 100 butir biji, dan hasil panen. Hal ini dapat dilihat pada setiap peubah yang diamati seperti rata-rata tinggi tanaman mencapai 227,48

cm/tanaman, jumlah daun mencapai 14,78 helai/tanaman, luas daun mencapai 465,88 cm²/tanaman, kandungan klorofil daun mencapai 51,29 mg/g per tanaman, berat tongkol mencapai 210,33 g/tanaman, jumlah biji/tongkol mencapai 465,55 butir biji, berat 100 butir biji mencapai 21,58 g, dan hasil panen/ha mencapai 10,51 ton/ha.

Tabel 3. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik dan Pupuk Hayati Terhadap Peubah Pengamatan

| Perlakuan Jenis Pupuk Organik dan Pupuk Hayati | Tinggi Tanaman (cm) | Jumlah Daun (helai) | Luas Daun (cm ²) | Klorofil Daun (mg/g) | Berat Tongkol/ Tanaman (g) | Jumlah Bij/ Tongkol (butir) | Berat 100 Butir Biji (g) | Hasil Panen /ha (ton) |
|---|---------------------------|---------------------------|------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| KH ₀ | 169,10 ^c | 10,05 ^c | 269,33 ^e | 37,72 ^e | 71,19 ^e | 269,33 ^e | 11,52 ^e | 3,56 ^e |
| KH ₁ | 193,90 ^b | 13,33 ^a | 427,83 ^c | 45,33 ^c | 160,25 ^c | 428,33 ^c | 16,82 ^b | 8,01 ^c |
| KH ₂ | 196,88 ^b | 12,61 ^b | 405,55 ^d | 43,57 ^d | 153,07 ^d | 405,55 ^d | 14,51 ^d | 7,65 ^d |
| KH ₃ | 222,90 ^a | 13,78 ^a | 451,61 ^a | 48,89 ^a | 194,08 ^a | 451,44 ^a | 19,66 ^a | 9,70 ^a |
| KH ₄ | 197,09 ^b | 12,33 ^b | 437,19 ^b | 46,10 ^b | 164,91 ^b | 438,03 ^b | 15,09 ^c | 8,24 ^b |
| KH ₅ | 186,35 ^b | 11,91 ^a | 417,47 ^b | 43,33 ^c | 136,77 ^b | 359,66 ^b | 16,11 ^b | 6,83 ^b |
| KH ₆ | 189,14 ^b | 11,69 ^a | 319,76 ^d | 41,57 ^d | 128,55 ^c | 328,33 ^d | 13,93 ^c | 6,42 ^c |
| KH ₇ | 199,46 ^a | 12,13 ^a | 438,00 ^a | 46,89 ^a | 162,00 ^a | 382,16 ^a | 18,88 ^a | 8,09 ^a |
| KH ₈ | 189,38 ^b | 11,83 ^a | 364,92 ^c | 44,10 ^b | 125,89 ^c | 335,30 ^c | 14,50 ^c | 6,29 ^c |
| BNJ 0,05 | 9,28 | 0,51 | 20,16 | 0,73 | 7,21 | 6,95 | 0,67 | 0,35 |

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda nyata

Tabel 4. Pengaruh Pemberian Tingkat Pemupukan Kimia Dosis Rendah dan Pupuk Organik + Pupuk Hayati Terhadap Peubah Pengamatan

| Kombinasi Perlakuan | Tinggi Tanaman (cm) | Jumlah Daun (helai) | Luas Daun (cm ²) | Klorofi l Daun (mg/g) | Berat Tongkol per Tanaman (g) | Jumlah Biji per tongkol (butir) | Berat 100 Butir Biji (g) | Hasil Panen per ha (ton) |
|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------------|-----------------------------|---|---------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| P ₁ KH ₀ | 185,61 ^b | 10,22 ^{ab} | 291,11 ^b | 42,23 ^c | 86,38 ^b | 291,11 ^b | 13,11 ^b | 4,32 ^b |
| P ₁ KH ₁ | 206,02 ^c | 14,44 ^{fg} | 441,11 ^e | 48,51 ^f | 177,16 ^g | 441,11 ^e | 18,51 ^f | 8,86 ^g |
| P ₁ KH ₂ | 216,57 ^{cd} | 13,50 ^{ef} | 425,55 ^d | 46,78 ^e | 170,22 ^f | 425,55 ^d | 16,24 ^e | 8,81 ^f |
| P ₁ KH ₃ | 227,48 ^d | 14,78 ^g | 465,88 ^g | 51,29 ^g | 210,33 ^h | 465,55 ^f | 21,58 ^g | 10,51 ^h |
| P ₁ KH ₄ | 212,19 ^{cd} | 13,39 ^{ef} | 453,50 ^f | 48,68 ^f | 176,50 ^g | 453,50 ^f | 15,96 ^{de} | 8,82 ^g |
| P ₁ KH ₅ | 196,21 ^{cd} | 12,44 ^{cd} | 448,72 ^d | 46,51 ^f | 158,22 ^e | 375,16 ^e | 17,54 ^e | 7,91 ^e |
| P ₁ KH ₆ | 206,26 ^d | 12,28 ^{cd} | 335,57 ^b | 44,79 ^e | 145,55 ^d | 340,83 ^d | 15,49 ^d | 7,27 ^d |
| P ₁ KH ₇ | 211,56 ^d | 12,83 ^{cd} | 474,16 ^d | 49,29 ^g | 182,89 ^f | 399,44 ^f | 20,59 ^f | 9,14 ^f |
| P ₁ KH ₈ | 202,08 ^{cd} | 12,39 ^{cd} | 405,17 ^c | 46,68 ^f | 148,44 ^{de} | 344,16 ^d | 15,22 ^d | 7,42 ^{de} |
| P ₂ KH ₀ | 152,60 ^a | 9,89 ^a | 247,55 ^b | 33,20 ^a | 56,00 ^a | 247,55 ^a | 9,94 ^a | 2,80 ^a |
| P ₂ KH ₁ | 181,78 ^b | 12,22 ^{cd} | 414,55 ^e | 42,15 ^c | 143,34 ^d | 415,55 ^d | 15,14 ^{cd} | 7,16 ^d |
| P ₂ KH ₂ | 177,19 ^b | 11,72 ^{cd} | 385,55 ^d | 40,35 ^b | 135,92 ^c | 385,55 ^c | 12,78 ^b | 6,79 ^c |
| P ₂ KH ₃ | 218,32 ^{cd} | 12,78 ^{de} | 437,33 ^g | 46,49 ^e | 177,83 ^g | 437,33 ^e | 17,73 ^f | 8,89 ^g |
| P ₂ KH ₄ | 181,99 ^b | 11,27 ^{bc} | 420,88 ^f | 43,53 ^d | 153,33 ^e | 422,55 ^d | 14,21 ^c | 7,67 ^e |
| P ₂ KH ₅ | 176,49 ^b | 11,39 ^{cd} | 386,22 ^c | 40,15 ^c | 115,33 ^b | 344,16 ^d | 14,67 ^{cd} | 5,76 ^b |
| P ₂ KH ₆ | 172,03 ^b | 11,11 ^{cd} | 303,96 ^{ab} | 38,35 ^b | 111,55 ^b | 315,83 ^{bc} | 12,38 ^b | 5,57 ^b |
| P ₂ KH ₇ | 187,37 ^{bc} | 11,44 ^{cd} | 407,83 ^c | 44,47 ^e | 141,11 ^d | 364,88 ^e | 17,18 ^e | 7,05 ^d |
| P ₂ KH ₈ | 176,69 ^b | 11,28 ^{cd} | 324,66 ^b | 41,53 ^d | 103,33 ^b | 326,44 ^c | 13,77 ^c | 5,16 ^b |
| BNJ 0,05 | 6,35 | 1,07 | 11,49 | 1,23 | 5,12 | 11,61 | 0,92 | 0,25 |

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda sangat nyata

Perlakuan kombinasi pemberian pupuk kimia pada tingkat pemupukan 25% dari dosis standar ATP dan perlakuan tanpa pupuk organik + pupuk hayati memberikan hasil terendah terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung Di lahan kering marginal Hal ini terlihat dari terendahnya tingkat pertumbuhan dan produksi tanaman pada peubah yang diamati, seperti : rata-rata tinggi tanaman hanya mencapai 152,60 cm/tanaman, jumlah daun mencapai 9,89 helai daun/tanaman, luas daun mencapai 247,55 cm²/tanaman, kandungan klorofil daun mencapai 33,20 mg/g per tanaman, berat tongkol mencapai 56,00 g/tanaman, jumlah biji/tongkol mencapai 247,55 butir biji, berat 100 butir biji mencapai 9,94 g, dan hasil panen/ha mencapai 2,80 ton/ha.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk kimia pada tingkat pemupukan 50% dari dosis standar ATP dapat mendukung pertumbuhan dan produksi galur jagung hasil seleksi efisien hara di lahan kering marginal. Mengingat galur jagung hasil seleksi efisien hara adalah genotipe jagung yang mampu menghasilkan di atas rata-rata pada kondisi ketersediaan hara rendah atau suplai hara sub optimum dibandingkan dengan genotipe lainnya. Disamping itu bahwa ketersediaan unsur hara dalam jumlah yang cukup dan seimbang merupakan faktor utama dalam pertumbuhan dan produksi tanaman yang maksimum. Hal ini sejalan dengan pendapat Dwijoseputro (1992) yang menyatakan bahwa tanaman akan tumbuh subur apabila unsur hara yang dibutuhkan tanaman tersedia dalam jumlah yang cukup dan seimbang di dalam media tanam. Selanjutnya menurut Lakitan (1996), jika hara tanaman terpenuhi, maka tanaman akan lebih optimal dalam memanfaatkan sinar matahari, dan air, dalam menjalankan proses metabolisme hidup dalam jaringannya yaitu dalam meningkatkan proses fotosintesis dan

menghasilkan fotosintat yang akan sangat membantu pembelahan dan pembesaran sel sehingga tanaman dapat tumbuh dan menghasilkan produksi yang maksimal yang ditunjukkan dengan perkembangan organ-organ tanaman yang baik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk kompos kotoran ayam + pupuk mikoriza memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung di lahan kering marginal. Hal ini disebabkan pemberian kombinasi pupuk kotoran ayam + mikoriza meningkatkan ketersediaan unsur hara untuk mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman jagung di lahan kering marginal. Hal ini didukung data bahwa kandungan unsur hara pada pupuk organik:-kotoran ayam memiliki kandungan unsur hara yang lebih baik dibandingkan dengan kandungan unsur hara pada berbagai jenis pupuk organik yang di terapkan pada penelitian ini. Dari hasil analisis kandungan hara dari berbagai jenis kompos yang diteliti di laboratorium Kimia, Biologi dan Kesuburan tanah FP UNSRI (2011), menunjukkan bahwa kotoran ayam dengan kandungan N-total (3,28%), P-total (0,73%) dan K-total (0,50%). Disamping itu kompos kotoran ayam merupakan pupuk organik dengan bentuk fisik yang lebih mudah terurai sehingga lebih cepat menyediakan unsur hara bagi pertumbuhan tanaman jika dibandingkan dengan jenis pupuk organik lainnya yang diterapkan pada penelitian ini. Dan disamping itu juga pemberian pupuk hayati mikoriza dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi pertumbuhan dan produksi tanaman jagung di lahan kering marginal. Hal ini didukung data bahwa peranan mikoriza bagi tanaman inangnya adalah memperbesar areal serapan bulu-bulu akar melalui pembentukan miselium di sekeliling akar. Akibat perluasan area jelajah akar melalui bantuan miselium mikoriza sehingga lebih banyak unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman inang dibandingkan dengan tanaman lain yang tidak bersimbiosis

dengan mikoriza. Banyak penelitian membuktikan bahwa CMA mampu meningkatkan serapan hara, baik hara makro maupun hara mikro. De La Cruz (1981) dalam Octavitani (2009) membuktikan bahwa CMA mampu menggantikan \pm 50% penggunaan fosfat, 40% nitrogen dan 25% kalium. Meningkatnya serapan hara tersebut terjadi karena CMA dapat menyebabkan perubahan pada sistem perakaran tanaman, yaitu antara lain: meningkatkan jumlah percabangan akar, pemanjangan akar sekunder dan menginduksi pembentukan akar kuarter serta meningkatkan jumlah akar lateral pada tanaman jagung (Kaldorf & Ludwig-Muller 2000). Menurut Widiastuti (2003), beberapa efek positif yang diperoleh tanaman inang akibat bersimbiosis dengan mikoriza, yaitu antara lain terjadinya 1) Peningkatan daya serap air dan hara, terutama unsur hara N, P, K, Cu, S dan Zn, serta Mo, 2) Peningkatan ketahanan tanaman terhadap infeksi patogen akar, kondisi tanah salin, kelembaban tanah yang rendah, temperatur tanah yang tinggi serta faktor-faktor merugikan lainnya, 3) Peningkatan toleransi tanaman terhadap defisiensi hara pada tanah tidak subur dan terhadap kemasaman serta toksisitas Al, Fe, Mn dan Zn pada tanah masam, 4) Peningkatan laju fotosintesis dan toleransi fotosintat ke akar, produksi hormon seperti IAA, sitokinin, auksin dan giberelin, dan eksudasi asam-asam organik dari akar serta permeabilitas membran terhadap lintasan hara, dan 5) Mempercepat fase fisiologis definitif, sehingga waktu berbunga dan panen dipercepat serta meningkatkan daya survival tanaman pada awal pertanaman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pemberian pupuk kimia, dengan tingkat pemupukan 50% dosis standar ATP dan pemberian pupuk kompos kotoran ayam +pupuk Mikoriza memberikan interaksi terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman di lahan kering marginal, Hal ini terlihat dari tertinggi tingkat pertumbuhan produksi

tanaman jagung pada setiap peubah yang diamati. Hal ini disebabkan pemberian pupuk kimia pada tingkat pemupukan kimia 50% dari dosis standar dan perlakuan pemberian kombinasi pupuk kompos kotoran ayam + mikoriza dapat meningkatkan dan menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang cukup dan seimbang untuk mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman jagung di lahan kering marginal. Hal ini sejalan dengan pendapat Marsono dan Sigit (2000), bahwa pemberian pupuk dengan dosis yang tepat akan berperan dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara di dalam tanah, sehingga akan mempengaruhi tingkat pertumbuhan dan produksi tanaman. Dan disamping itu juga pemberian kompos kotoran ayam + mikoriza turut membantu dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi pertumbuhan dan produksi tanaman jagung di lahan kering marginal. Hal ini sejalan dengan pendapat Musnawar (2003), bahwa kompos kotoran ayam mempunyai peranan seperti memperbaiki struktur tanah menjadi remah, meningkatkan kemampuan menahan air, meningkatkan kemampuan tanah menyediakan hara makro dan mikro, serta mampu meningkatkan aktifitas mikroorganisme di dalam tanah. Menurut pendapat Rahayu dan Akbar (2003), mikoriza memberikan efek positif yang dapat mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman pada lahan kering marginal melalui peranannya seperti meningkatkan penyerapan unsur hara, memperbaiki struktur tanah dan tidak mencemari lingkungan, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan penyakit akar/penyakit tanah dan serangan nematoda akar, dan meningkatkan aerasi (ketersediaan udara) dalam tanah.

Kombinasi perlakuan pupuk kimia pada taraf 25% dari dosis standar ATP dan perlakuan tanpa pupuk organik kotoran + pupuk hayati memberikan hasil terendah terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung. Rendahnya tingkat pertumbuhan dan produksi tanaman jagung

ini disebabkan karena media tanam tidak mampu mensuplai ketersediaan hara dalam jumlah yang cukup dan seimbang untuk mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman jagung. Hal ini sejalan dengan pendapat Agustina (1990), bahwa ketersediaan unsur hara dalam jumlah yang cukup dan seimbang merupakan faktor utama yang sangat menentukan tingkat keberhasilan pertumbuhan dan produksi tanaman yang maksimum dan ditambahkan pula oleh Dwijoseputro (1992) menyatakan bahwa tanaman akan tumbuh subur apabila unsur hara yang dibutuhkan tanaman tersedia dalam jumlah yang cukup dan seimbang pada media tanam.

KESIMPULAN

Pemberian pupuk kimia pada taraf 50% dari dosis standar ATP memberikan pengaruh yang cukup baik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung di lahan kering marginal. Pemberian pupuk kompos kotoran ayam + pupuk mikoriza memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung di lahan kering marginal. Kombinasi pemberian pupuk kimia pada taraf 50% dari dosis standar ATP dan pemberian pupuk kompos kotoran ayam + pupuk mikoriza memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung di lahan kering marginal, dengan hasil panen rata-rata mencapai 10,51 ton tongkol kering/hektar.

SARAN

Untuk mendapatkan produksi tertinggi tanaman jagung pada lahan kering marginal dapat dilakukan dengan pemberian pupuk kompos kotoran ayam + mikoriza pada tingkat pemupukan kimia 50% dari dosis standar ATP (200 kg Urea, 50 kg SP36 dan 25 kg KCl/ha).

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari Hibah Pascasarjana, DP2M, Ditjen Dikti

Tahun Anggaran 2010 dengan kontrak Nomor: 006/SP2H/PP/DP2M/111/2010 Tanggal 1 Maret 2010 .

DAFTAR PUSTAKA

- Adimihardja A dan JS Adiningsih. 2000. Indonesia's lowland Rice Production and Its Soil Fertility Management. *International Workshop on Improving Soil Fertility Management in Southeast Asia*. Bogor, Indonesia: 21-23 November 2000.
- Agro Tekno Park. 2003. Pekerjaan Budidaya Tanaman Jagung. *Laporan Kerjasama Kementerian Riset dan Teknologi dengan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya*. Indralaya: Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Agustina. 1990. *Nutrisi Tanaman*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Balai Penelitian dan Pengembangan Departemen Pertanian Republik Indonesia. 1997. *Kriteria Kesesuaian Tanah dan Iklim Tanaman Pertanian*. Jakarta : Biro Perencanaan.
- Departemen Pertanian. 2011. Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. www.deptan.go.id. [Diakses 5 Februari 2012].
- De la Cruz RE. 1991. *Final Report of the Consultant on Mycorrhizal Program Development in the IUC Biotechnology Center*. Bogor: Pusat Antar Universitas Institut Pertanian Bogor.
- Dwijoseputro. 1992. *Fisiologi Tumbuhan dan Metabolisme Tanaman*. Jakarta: Gramedia.
- Engelstad OP. 1997. *Teknologi dan Penggunaan Pupuk*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- FAO-Stat. 2011. Top Import Indonesia 2010. <http://faostat.org/site/342/default.aspx>. [Diakses 8 Februari 2013].
- FNCA Biofertilizer Project Group. 2006. *Biofertilizer Manual*. Forum for Nuclear Cooperation in Asia (FNCA). Tokyo: Japan Atomic Industrial Forum.

- Granados G, S Pandey, H Ceballos. 1993. Response to selection for tolerance to acid soils in tropical maize population. *Crop Sci.* 26(2): 253–260.
- Hayati R, Munandar, Irmawati. 2008. Seleksi Tanaman Jagung Efisiensi Hara Berdasarkan Pertumbuhan Akar, Tajuk dan Hasil Biji. *Prosiding Seminar Nasional dan Kongress Persatuan Agronomi Indonesia*. Bandung: Universitas Padjajaran.
- Isgitani M, Kabirun S, Siradz SA. 2005. Pengaruh inokulasi bakteri pelarut fosfat terhadap pertumbuhan sorgum pada berbagai kandungan P-tanah. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* 5: 48–54.
- Kaldrof M, Lutwing-Muller J. 2000. AM fungi might affect the root morphology of maize by increasing Indole-3-Butyric Acid biosynthesis. *Physiol. Planta* 109(1): 58–67.
- Lakitan, B. 1996. *Fisiologi Tumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. Jakarta: Raja Grafindo.
- Marsono dan P. Sigit. 2000. *Pupuk Akar Jenis dan Aplikasinya*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Musnawar. 2003. *Pupuk Organik*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Oktavitani N. 2009. Pemanfaatan Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) Sebagai Pupuk Hayati untuk Meningkatkan Produksi Pertanian. <http://uwityangyoyo.wordpress.com/2009/04/05>. [Diakses 4 November 2011].
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. 2002. Peta: Potensi Lahan Pengembangan Jagung di Indonesia. Bahan Pameran pada Festival Jagung Pangan Pokok Alternatif di Bogor, 26–27 April 2002.
- Rahayu N, dan AK Akbar. 2003, Pemanfaatan Mikoriza dan Bahan Organik Dalam Rangka Reklamasi Lahan Pasca Penambangan [Karya Tulis Ilmiah]. Pontianak: Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura.
- Setyorini DLR, Widowati S, Rochsyati. 2004. Teknologi Pengelolaan Hara Lahan Sawah Intensifikasi. *Di dalam: Agus F, Adimihardja, A, Pagi AM, Hartatik W (eds). Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan tanah dan Agroklimat (Puslitbangtanak). p. 137–167.
- Simanungkalit RDM. 2006. Cendawan mikoriza Arbuskuler. *Dalam: Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian: 159–190.
- Suntoro. 2001. Pengaruh residu penggunaan bahan organik, dolomit dan KCl pada tanaman kacang tanah (*Arachis hypogea* L.) pada oxic dystropept di Jumapolo, Karanganyar. *Habitat* 12 (3): 170–177.
- Widiastuti H, N Sukarno, LK Darusman, DH Goenadi, S Smith dan E Guhardja. 2005. Penggunaan spora cendawan mikoriza Arbuskula sebagai inokulum untuk meningkatkan pertumbuhan dan serapan hara bibit kelapa sawit. *Menara Perkebunan* 73(1): 26–34.
- Sirappa MP. 2002. Penelitian batas kritis dan dosis pemupukan N untuk tanaman jagung di lahan kering pada tanah tipe usthorthens. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* 3(2):25–37.
- Swastika DKS, A Agustian, Tsudaryanto. 2011. Analisis senjang penawaran dan permintaan jagung pakan dengan pendekatan sinkronisasi sentra produksi, pabrik pakan dan populasi ternak di Indonesia. *Informatika Pertanian* 20 (2): 65–75.