

**Pemanfaatan Cendawan Mikoriza Arbuskula dan Bakteri *Azospirillum* sp.
untuk Meningkatkan Efisiensi Pemupukan pada *Turfgrass***

***Utilization of Arbuscular Mycorrhizae and Azospirillum sp. to Improve Fertilization Efficiency of
Turfgrass***

Dwi Guntoro^{1*}, M.A. Chozin¹, Budi Tjahjono², dan Irdika Mansur³

Diterima 17 Maret 2005/Disetujui 14 Februari 2006

ABSTRACT

Introduction turfgrass varieties require fertilization with high dosage, but it can contaminate environment. The increasing efficiency of fertilizer absorption was expected to reduce fertilizer requirement. The experiment was conducted to study the effect of arbuscular mycorrhizae and *Azospirillum* sp. on nutrient uptake, fertilization efficiency, growth and visual quality of turfgrass. The experiment consisted of two factors, i.e. the dosages of fertilizer and inoculant types. The dosages of fertilizer were the relative dosage from recommended dosage (RD) i.e. 100%RD, 75%RD, 50%RD, and 25%RD. The recommended dosage was 0.5 kg N + 1.5 kg P₂O₅ + 0.5 kg K₂O per 100 m²/month by compound fertilizer (15-15-15). The treatment of 100%RD without inoculant was used as control. The inoculant types were no inoculant, arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), *Azospirillum* sp., and AMF+*Azospirillum* sp. Factorial experiment was arranged in Randomized Block Design with three replications. The results showed that interaction between inoculant type and dosage of fertilizer affected nutrient uptake, fertilizer efficiency, growth, and visual quality. AMF inoculation and 25%RD increased shoot N uptake and N fertilizer efficiency, compared with control. *Azospirillum* sp. inoculation at 75% RD increased shoot N concentration, but did not affect on shoot N uptake and N fertilizer efficiency compared with control. Inoculant did not affect shoot P concentration, shoot P uptake, and P fertilizer efficiency. *Azospirillum* and AMF+*Azospirillum* inoculation increased shoot K concentration. AMF+*Azospirillum* inoculation and 100%RD increased shoot N concentration and shoot N uptake, compared with control.

Key words : Arbuscular mycorrhizal fungi, *Azospirillum*, fertilizer efficiency, nutrient uptake, turfgrass.

PENDAHULUAN

Perkembangan lapangan golf di Indonesia cukup pesat, sampai tahun 2002 tercatat 80 lapangan golf telah beroperasi di Indonesia (Pacific Golf Course, 2002). Untuk memenuhi kebutuhan rumput lapangan golf tersebut banyak digunakan varietas rumput introduksi dari luar negeri. Salah satunya adalah varietas Tifdwarf yang merupakan hasil persilangan *Cynodon dactylon* dengan *Cynodon transvaalensis*.

Rumput introduksi memiliki kelemahan dibandingkan dengan rumput lokal diantaranya daya adaptasi terbatas dan rentan terhadap serangan hama penyakit. Akibatnya, untuk menjamin kualitas visual dan fungsional rumput yang mendukung permainan golf dibutuhkan biaya pemeliharaan yang cukup tinggi. Sintia (2001) melaporkan bahwa biaya pemupukan di

Klub Golf Bogor Raya menduduki porsi terbesar yaitu sebesar 19.5% dari seluruh komponen biaya pemeliharaan atau sekitar Rp 420 juta/tahun. Besarnya biaya pemupukan disebabkan oleh dosis dan frekuensi pemupukan yang tinggi dan harga pupuk yang mahal.

Pemupukan dengan dosis dan frekuensi tinggi dikhawatirkan dapat mencemari lingkungan. Oleh karena itu, perlu upaya untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik dan meningkatkan efisiensi pemupukan sehingga dapat mengurangi biaya pemeliharaan dan menekan peluang pencemaran lingkungan. Pemanfaatan cendawan mikoriza arbuskula (CMA) dan bakteri *Azospirillum* diharapkan dapat dilakukan untuk mencapai tujuan tersebut.

Cendawan mikoriza arbuskula dapat membantu tanaman dalam penyerapan unsur hara, terutama hara P pada kondisi unsur P tersedia rendah pada tanah (Bolan,

¹⁾ Bagian Ekofisiologi Tanaman, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta IPB.

Alamat : Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga Bogor. Telp/fax : 0251-629353. (* Penulis untuk korespondensi)

²⁾ Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian IPB

³⁾ Departemen Silvicultura, Fakultas Kehutanan IPB

1991), hara N, K, dan Mg (Sieverding, 1991), Cu, Zn, Mn, B, dan Mo (Smith dan Read, 1997), Ca, Mg, Fe, dan S (Widiastuti dan Tahardi, 1993), serta meningkatkan toleransi tanaman terhadap penyakit akar, kekeringan, dan suhu tanah yang tinggi (De La Cruz, 1981). *Azospirillum* merupakan bakteri penambat nitrogen dan penghasil zat tumbuh yang hidup berasosiasi dengan perakaran tanaman pada daerah rizosfer, terutama pada rumput-rumputan dan sereal. Peran menguntungkan *Azospirillum* antara lain dapat menyebabkan perubahan morfologi akar seperti peningkatan jumlah rambut akar, perpanjangan akar, dan luas permukaan akar yang disebabkan oleh produksi asam indol asetat (IAA) yang dihasilkan oleh *Azospirillum*, meningkatkan kecepatan penyerapan air dan nutrisi dari tanah, mengikat N_2 dari udara (Okon, 1985), meningkatkan penyerapan N, P dan K serta akumulasi bahan kering pada tanaman jagung, sorgum, gandum, dan setaria (Okon and Kapulnik, 1986), dapat memproduksi auksin, sitokinin, dan giberelin (Okon and Labandera-Gonzalez, 1994), serta dapat memproduksi allelopati, bakteriosin, atau antibiotik (Hartman and Zimmer, 1994). Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh inokulasi cendawan mikoriza arbuskula dan bakteri *Azospirillum* terhadap serapan hara, efisiensi pemupukan, pertumbuhan dan kualitas visual turfgrass.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Kebun Percobaan IPB Cikabayan pada bulan Mei 2002 sampai dengan Desember 2002. Bahan yang digunakan adalah tanaman rumput *Cynodon dactylon* var. Tifdwarf, Mycofer (isolat CMA campuran *Glomus manihotis*, *Glomus etunicatum*, *Gigaspora margarita*, dan *Acaulospora* sp.) dan isolat *Azospirillum* (BLK 16) koleksi Lab. Bioteknologi Kehutanan IPB, pupuk majemuk BASF (15-15-15) dan batuan fosfat (32% P_2O_5), pasir 10 mess (diameter rata-rata 2 mm), bahan-bahan kimia untuk analisis kandungan hara tajuk dan analisis infeksi mikoriza pada akar. Peralatan yang digunakan diantaranya *Munsell Color Chart for Plant Tissue*, neraca analitik, dan saring nematoda 45 μm , 125 μm , dan 500 μm .

Percobaan disusun secara faktorial dalam rancangan acak kelompok (RAK) dengan tiga ulangan. Percobaan terdiri dari dua faktor yaitu dosis pupuk dan jenis inokulan. Dosis pupuk yang digunakan adalah dosis relatif terhadap paket dosis pupuk anjuran (*recommended dosage*=RD) yaitu 0.5 kg N + 1.5 kg P_2O_5 + 0.5 kg K_2O per 100 m²/bulan. Dosis P tetap dipertahankan 1.5 kg P_2O_5 per 100 m²/bulan. Dosis pupuk yang diteliti terdiri atas empat taraf yaitu 100%RD, 75%RD, 50%RD, dan 25%RD. Pupuk yang digunakan adalah pupuk majemuk 15-15-15. Kekurangan pupuk P_2O_5 dipenuhi dengan pemberian batuan fosfat (32% P_2O_5). Jenis inokulan

terdiri atas empat taraf yaitu tanpa inokulan, CMA, *Azospirillum* sp., dan CMA+*Azospirillum* sp. Perlakuan 100%RD tanpa inokulan digunakan sebagai kontrol. Tiap satuan percobaan terdiri dari sebuah pot berdiameter 55 cm dengan tinggi 40 cm, sehingga seluruhnya terdapat 48 satuan percobaan.

Pasir digunakan sebagai media tanam. Pasir disterilisasi dengan Basamid dosis 200 g/m³ pasir. Dua minggu setelah sterilisasi, 150 kg pasir dimasukkan ke dalam setiap pot. Isolat CMA diberikan sebelum tanam dengan dosis 100 g Mycofer per pot dengan cara ditebarkan pada permukaan media tanam secara merata (*layering*). Bahan tanaman yang berupa potongan-potongan rumput yang mengandung stolon dan *crown* disterilisasi dengan cara direndam dalam larutan NaClO 1% selama 7 menit. Sebelum ditanam, bahan tanaman dicuci dengan aquades, selanjutnya disebar di atas lapisan CMA dan ditutup dengan pasir steril setebal sekitar 0.5 cm.

Larutan yang mengandung bakteri *Azospirillum* dibuat dengan cara melarutkan 2 ml isolat *Azospirillum* sp. (1×10^{12} cfu (*cell forming unit*)/ml) per liter aquades steril. Inokulasi *Azospirillum* dilakukan dengan cara menyiramkan larutan yang mengandung bakteri *Azospirillum* tersebut pada permukaan media tanam secara merata sebanyak 1 liter per pot.

Pemberian pupuk dilakukan tiap minggu dan dilakukan setelah pemangkasan rumput sehingga dosis pupuk per bulan dibagi menjadi empat untuk aplikasi mingguan. Pemupukan dilakukan dengan cara sebar. Pemupukan pertama dilakukan sebelum pemberian isolat CMA. Pemupukan berikutnya dilakukan tiap minggu sekali. Kegiatan pemeliharaan meliputi penyiraman air dan pemangkasan rumput. Penyiraman air dilakukan tiap hari yaitu pagi dan sore hari. Penyiraman dua minggu pertama dilakukan sebanyak 0.5 l tiap penyiraman. Pada minggu berikutnya, penyiraman sebanyak 1 l tiap penyiraman. Pemangkasan dilakukan dengan mempertahankan ketinggian rumput 3 cm di atas permukaan media.

Peubah yang diamati meliputi persentase penutupan rumput dengan metode grid, pertambahan bobot kering hasil pangkasan (*clipping*), pertambahan tinggi vertikal, kepadatan pucuk, tekstur rumput, warna daun, kandungan klorofil pada daun pucuk yaitu daun ke-0 sampai dengan daun ke-4 dengan metode Yoshida *et al.* (1976), bobot kering akar, panjang akar, bobot kering tajuk, dan bobot kering total (tajuk + akar) dilakukan dengan cara mengambil sampel dengan menggunakan alat *holedigger* berdiameter 5.5 cm (luasan 95 cm²), kandungan hara N, P, dan K pada daun, derajat infeksi cendawan ditentukan menurut Phyllip dan Hayman (1970), dan jumlah spora pada media dengan metode penyaringan basah (Gadermann dan Nicholson, 1963). Data hasil percobaan dianalisis dengan analisis ragam (uji F) dengan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Spora CMA dan Infeksi Cendawan

Jumlah spora dipengaruhi oleh interaksi antara dosis pupuk dan jenis inokulan. Jumlah spora tertinggi dihasilkan oleh inokulasi CMA dan CMA+*Azospirillum* sp. pada dosis pupuk 25%RD, sedangkan pada dosis pupuk lainnya, inokulasi CMA maupun inokulasi CMA+*Azospirillum* sp. menghasilkan jumlah spora yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa inokulan (Tabel 1). Menurut Wilson dan Trinick (1983), kemampuan cendawan memproduksi spora menunjukkan efektivitas simbiosis CMA pada perakaran tanaman.

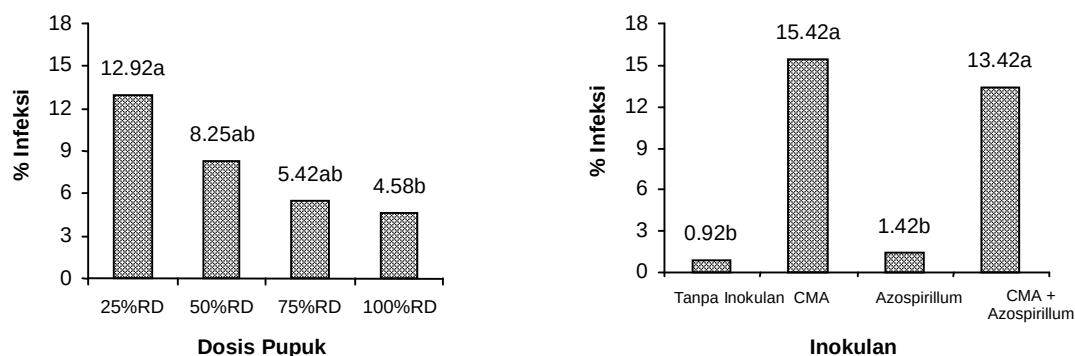
Infeksi cendawan pada akar rumput Tifdwarf dipengaruhi oleh faktor tunggal dosis pupuk dan jenis inokulan. Pada perlakuan dosis pupuk, derajat infeksi cendawan tertinggi dihasilkan oleh perlakuan dosis pupuk 25%RD. Semakin tinggi dosis pupuk, derajat infeksi semakin menurun (Gambar 1). Menurut Alloush *et al.* (2000) penambahan pupuk selain mengurangi

infeksi juga akan mengurangi manfaat CMA. Pada perlakuan jenis inokulan, inokulasi CMA menghasilkan derajat infeksi cendawan pada akar yang tidak berbeda nyata dengan inokulasi CMA+ *Azospirillum* sp. (Gambar 1). Derajat infeksi cendawan pada akar tersebut terlihat cukup rendah. Rendahnya derajat infeksi cendawan pada akar diduga berhubungan dengan tingginya unsur P dalam media tanam. Kandungan P_2O_5 media tanam pada awal percobaan sebesar 38 mg/100 g atau setara dengan 760 kg P_2O_5 /ha, sementara pemberian pupuk P per pot sama yaitu 1.5 kg P_2O_5 /100 m². Unsur P tersedia cukup tinggi dapat menyebabkan penurunan jumlah eksudat akar (Graham *et al.*, 1981), perubahan kualitas eksudat (Elias and Safir, 1987), penurunan permeabilitas membran (Ratanayke *et al.*, 1978 dalam Fries *et al.*, 1998), dan peningkatan aktivitas peroksidase yang dapat menyebabkan lignifikasi dinding sel akar serta menghambat pertumbuhan *intraradical* cendawan. Akibatnya, infeksi CMA pada akar menurun (Fries *et al.*, 1998).

Tabel 1. Pengaruh interaksi dosis pupuk dan jenis inokulan terhadap jumlah spora CMA pada 16 MST

Dosis Pupuk	Jenis Inokulan	Jumlah Spora CMA
100%RD	Tanpa Inokulan	1.0b
	CMA	3.7b
	<i>Azospirillum</i>	1.0b
	CMA+ <i>Azospirillum</i>	5.0b
75%RD	Tanpa Inokulan	4.0b
	CMA	3.7b
	<i>Azospirillum</i>	1.7b
	CMA+ <i>Azospirillum</i>	0.7b
50%RD	Tanpa Inokulan	2.7b
	CMA	5.3b
	<i>Azospirillum</i>	2.0b
	CMA+ <i>Azospirillum</i>	6.0b
25%RD	Tanpa Inokulan	4.7b
	CMA	109.0a
	<i>Azospirillum</i>	0.0b
	CMA+ <i>Azospirillum</i>	131.0a

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.



Gambar 1. Pengaruh dosis pupuk dan jenis inokulan terhadap derajat infeksi CMA pada akar

Pertumbuhan Rumput

Penutupan rumput, pertambahan tinggi vertikal, bobot kering *clipping*, dan pertambahan bobot kering *clipping* hanya dipengaruhi oleh dosis pupuk. Penutupan rumput 100% tercepat dicapai oleh perlakuan dosis pupuk 100%RD dan 75%RD, yaitu pada umur 11 MST (Minggu Setelah Tanam). Penurunan dosis pupuk sampai dengan 50%RD menghasilkan bobot kering *clipping* total dan pertambahan bobot kering *clipping* yang tidak berbeda dengan perlakuan dosis 100%RD. Pertambahan tinggi vertikal rumput tidak berbeda antar perlakuan, rata-rata sebesar 1.54 cm/hari (Tabel 2).

Interaksi antara dosis pupuk dan jenis inokulan berpengaruh terhadap bobot kering total (akar + tajuk) pada 16 MST. Bobot kering total tertinggi dihasilkan oleh perlakuan inokulasi CMA pada dosis pupuk 50%RD dan terendah dihasilkan oleh perlakuan inokulasi CMA+*Azospirillum* pada dosis 50%RD. Kari *et al.* (2000) melaporkan bahwa inokulasi CMA dapat

meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman rumput. Gunarto *et al.* (1999) juga melaporkan bahwa inokulasi *Azospirillum* pada tanaman padi dapat meningkatkan berat kering tajuk. Panjang akar, bobot kering akar, bobot kering tajuk, dan rasio bobot kering tajuk/akar tidak dipengaruhi oleh dosis pupuk, jenis inokulan, maupun interaksinya (Tabel 3).

Peran CMA dan bakteri *Azospirillum* yang tidak nyata terhadap pertumbuhan tajuk diduga akibat kondisi rumah kaca yang kurang mendukung pertumbuhan rumput Tifdwarf. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata iradiasi di dalam *greenhouse* sebesar 0.12 cal/cm²/menit, sedangkan iradiasi di luar rumah kaca rata-rata mencapai 0.6 cal/cm²/menit. Rumput mengalami gejala etiolasi yang ditandai dengan laju pertambahan tinggi vertikal mencapai rata-rata 1.3 cm/hari. Nasrullah dan Ansari (2000) melaporkan bahwa pada penanaman di lapang, laju pertambahan tinggi vertikal rumput rata-rata hanya sebesar 0.1 cm/hari.

Tabel 2. Persentase penutupan rumput, pertambahan tinggi vertikal, bobot kering *clipping*, dan pertambahan bobot kering *clipping* pada berbagai perlakuan

Perlakuan	Penutupan Rumput pada 11 MST (%)	Pertambahan Tinggi Vertikal (cm/hari)	Bobot Kering <i>Clipping</i> (g/pot)	Pertambahan Bobot Kering <i>Clipping</i> (g/pot/hari)
Dosis Pupuk				
100%RD	100.0a	1.32	35.32b	0.28a
75%RD	98.5ab	1.29	30.71ab	0.25ab
50%RD	92.5bc	1.29	32.16ab	0.26ab
25%RD	86.0c	1.28	26.74a	0.21b
Jenis Inokulan				
Tanpa Inokulan	92.4	1.26	31.35	0.25
CMA	97.4	1.32	31.11	0.25
<i>Azospirillum</i>	96.9	1.28	30.80	0.25
CMA+ <i>Azospirillum</i>	98.5	1.31	31.66	0.25

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Tabel 3. Panjang akar, bobot kering tajuk dan akar, dan rasio bobot kering tajuk/akar dari berbagai perlakuan pada 16 MST

Dosis Pupuk	Jenis Inokulan	Panjang Akar (cm)	Bobot Kering -----g/95 cm ² -----			Rasio Tajuk/Akar
			Tajuk	Akar	Total	
100%RD	Tanpa Inokulan	33.3	2.20	0.50	2.71abc	4.4
	CMA	33.4	2.60	0.51	3.11abc	5.2
	<i>Azospirillum</i>	35.4	2.48	0.56	3.04abc	4.7
	CMA+ <i>Azospirillum</i>	31.3	2.30	0.55	2.85abc	4.3
75%RD	Tanpa Inokulan	35.2	2.54	0.46	2.99abc	5.5
	CMA	37.3	2.11	0.48	2.58abc	4.5
	<i>Azospirillum</i>	30.2	2.08	0.41	2.49abc	5.0
	CMA+ <i>Azospirillum</i>	33.3	2.54	0.53	3.08abc	4.8
50%RD	Tanpa Inokulan	33.8	2.53	0.64	3.17ab	4.2
	CMA	42.3	2.61	0.51	3.13abc	5.1
	<i>Azospirillum</i>	41.4	3.10	0.61	3.71a	5.1
	CMA+ <i>Azospirillum</i>	33.4	1.42	0.41	1.84c	3.5
25%RD	Tanpa Inokulan	47.4	1.83	0.48	2.31bc	3.9
	CMA	35.3	1.92	0.52	2.44abc	3.9
	<i>Azospirillum</i>	33.6	1.59	0.46	2.05bc	3.7
	CMA+ <i>Azospirillum</i>	39.9	2.63	0.56	3.19ab	4.6

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Kualitas Visual

Interaksi antara dosis pupuk dan jenis inokulan berpengaruh terhadap kepadatan pucuk. Inokulasi CMA pada dosis pupuk 50%RD meningkatkan kepadatan pucuk sebesar 79.5% dibandingkan dengan perlakuan dosis pupuk 50%RD tanpa inokulan. Hasil inokulasi CMA pada dosis pupuk 50%RD tidak berbeda nyata dengan kontrol dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan inokulasi *Azospirillum* pada dosis pupuk 100%RD (Tabel 4). Dosis pupuk, jenis inokulan, dan interaksinya tidak berpengaruh terhadap lebar daun dan kandungan klorofil. Lebar daun berkisar antara 1.3 mm sampai dengan 1.5 mm. Skor warna daun rumput menunjukkan skor 2 (hijau kekuningan) dengan notasi warna 7.5 GY 4/4 (Tabel 5). Kandungan klorofil **a** rata-rata sebesar 2.235 mg/g daun, klorofil **b** sebesar 0.890 mg/g daun, dan total klorofil sebesar 3.124 mg/g daun (Tabel 4).

Efisiensi Pemupukan

Inokulasi CMA pada dosis pupuk 25%RD meningkatkan kandungan N tajuk, serapan N tajuk, dan efisiensi pemupukan N masing-masing sebesar 226.2%, 193.4%, dan 1069% dibandingkan dengan kontrol (Tabel 6). Infeksi CMA dapat meningkatkan kemampuan tanaman dalam pengambilan N dari media

tanam dengan adanya hifa *extraradical* dan meningkatkan aktivitas enzim-enzim penting yang berperan dalam asimilasi N yaitu *nitrat reduktase* (NR), *glutamine synthetase* (GS), dan *glutamate synthase* (GOGAT) (Subramanian dan Charest, 1997), dan meningkatkan konsentrasi asam amino dan protein (Subramanian dan Charest, 1998). Peningkatan asimilasi N dalam akar bermikoriza dapat terjadi karena cendawan mikoriza menginduksi peningkatan enzim NR dan GS pada tanaman inang (Johansen *et al.*, 1996) dan CMA memiliki aktivitas enzim asimilasi N yang ditandai dengan keberadaan gen yang menandai NR dalam cendawan mikoriza (Kaldorf *et al.*, 1994).

Inokulasi CMA pada semua dosis pupuk tidak berpengaruh terhadap kandungan P tajuk, serapan P tajuk, dan efisiensi pemupukan P dan kandungan K tajuk. Kandungan P tajuk berkisar antara 4.1% sampai 7.2%. Hal ini diduga bahwa dosis pupuk 25%RD sudah mencukupi kebutuhan hara P rumput Tifdwarf bahkan mungkin berlebih. Menurut Turgeon (1991) tingkat minimum tanah untuk pertumbuhan *turfgrass* adalah pada konsentrasi P tersedia sekitar 34 kg/ha. Menurut Kothari dan Singh (1996) pemberian *Glomus intraradices* pada *Cymbopogon winterianus* dengan status P tanah tinggi (lebih dari 100 kg P/ha) tidak berpengaruh terhadap serapan P.

Tabel 4. Kualitas visual rumput pada 16 MST dari perlakuan dosis pupuk dan jenis inokulan

Dosis Pupuk	Jenis Inokulan	Jumlah Pucuk per 100 cm ²	Lebar Daun (mm)	Warna Daun	
				Skor	Notasi
100%RD	Tanpa Inokulan	92.7ab	1.3	2	7.5 GY 4/4
	CMA	81.0b	1.5	2	7.5 GY 4/6
	<i>Azospirillum</i>	100.7ab	1.6	2	7.5 GY 4/6
	CMA+ <i>Azospirillum</i>	79.0b	1.3	2	7.5 GY 4/6
75%RD	Tanpa Inokulan	94.7ab	1.4	2	7.5 GY 4/4
	CMA	70.7b	1.4	2	7.5 GY 4/4
	<i>Azospirillum</i>	83.0b	1.4	2	7.5 GY 4/4
	CMA+ <i>Azospirillum</i>	71.3b	1.4	2	7.5 GY 4/4
50%RD	Tanpa Inokulan	66.3b	1.3	2	7.5 GY 4/4
	CMA	119.0a	1.5	2	7.5 GY 4/4
	<i>Azospirillum</i>	63.0b	1.5	2	7.5 GY 4/4
	CMA+ <i>Azospirillum</i>	81.7b	1.5	2	7.5 GY 4/4
25%RD	Tanpa Inokulan	65.0b	1.2	2	7.5 GY 4/4
	CMA	66.0b	1.4	2	7.5 GY 4/4
	<i>Azospirillum</i>	81.3b	1.2	2	7.5 GY 4/4
	CMA+ <i>Azospirillum</i>	76.3b	1.5	2	7.5 GY 4/4

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Tabel 5. Rata-rata kandungan klorofil daun pada 16 MST dari perlakuan dosis pupuk dan jenis inokulan

Perlakuan	Klorofil a	Klorofil b	Total Klorofil
-----mg/g daun-----			
Dosis Pupuk			
100%RD	2.337	0.935	3.273
75%RD	2.152	0.878	3.030
50%RD	2.255	0.901	3.156
25%RD	2.194	0.844	3.038
Jenis Inokulan			
Tanpa Inokulan	2.195	0.866	3.061
CMA	2.334	0.919	3.253
<i>Azospirillum</i>	2.237	0.902	3.139
CMA + <i>Azospirillum</i>	2.172	0.872	3.044
Rata-rata	2.235	0.890	3.124

Inokulasi *Azospirillum* pada dosis pupuk 75%RD meningkatkan kandungan N tajuk sebesar 109.5% dibandingkan dengan perlakuan dosis 100%RD tanpa inokulan. Inokulasi *Azospirillum* meningkatkan kandungan K tajuk sebesar 13.3% dibandingkan dengan tanpa inokulan. Okon dan Labandera-Gonzales (1994) menyatakan bahwa peningkatan serapan hara pada tanaman yang diinokulasi *Azospirillum* disebabkan adanya kemampuan *Azospirillum* dalam mensintesis

IAA yang berperan dalam modifikasi perkembangan perakaran.

Inokulasi CMA+*Azospirillum* menghasilkan kandungan N tajuk dan serapan N tajuk tertinggi pada dosis pupuk 100%RD, namun menghasilkan efisiensi pemupukan N yang tidak berbeda nyata dengan dosis pupuk 25%RD. Inokulasi CMA+*Azospirillum* pada dosis pupuk 25%RD menghasilkan kandungan N tajuk, serapan N tajuk, dan efisiensi pemupukan N yang lebih rendah dibandingkan dengan inokulasi CMA secara

tunggal (Tabel 6). Inokulasi CMA+*Azospirillum* meningkatkan kandungan K tajuk sebesar 18.8% dibandingkan dengan tanpa inokulan (Tabel 7). Intensitas pengaruh *Azospirillum* tergantung pada lingkungan dan kondisi tanah, spesies dan kultivar

tanaman, dan konsentrasi optimum inokulum (Okon and Labandera-Gonzales, 1994), juga ditentukan oleh kompetisi populasi mikroorganisme dan kandungan bahan organik dalam media (Zahera and Okon, 1993).

Tabel 6. Pengaruh interaksi antara dosis pupuk dan inokulan terhadap rata-rata kandungan N tajuk, serapan N tajuk, dan efisiensi pemupukan N

Dosis Pupuk	Inokulan	Kandungan N Tajuk (%)	Serapan N Tajuk (g/pot)	Efisiensi Pemupukan N (%)
100%RD	Tanpa Inokulan	2.75d	0.152bc	4.79d
	CMA	1.21d	0.088c	2.78d
	<i>Azospirillum</i>	1.78d	0.122bc	3.82d
	CMA+ <i>Azospirillum</i>	7.41ab	0.441a	13.83bcd
75%RD	Tanpa Inokulan	1.68d	0.132bc	5.51d
	CMA	2.99dc	0.162bc	6.80d
	<i>Azospirillum</i>	5.76bc	0.329ab	13.78bcd
	CMA+ <i>Azospirillum</i>	2.10d	0.156bc	6.54d
50%RD	Tanpa Inokulan	0.77d	0.049c	3.09d
	CMA	1.32d	0.090c	5.66d
	<i>Azospirillum</i>	0.36d	0.029c	1.84d
	CMA+ <i>Azospirillum</i>	3.03dc	0.138bc	8.65cd
25%RD	Tanpa Inokulan	3.23dc	0.153bc	19.21bc
	CMA	8.97a	0.446a	56.00a
	<i>Azospirillum</i>	0.63d	0.026c	3.29d
	CMA+ <i>Azospirillum</i>	2.32d	0.163bc	20.46b

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Tabel 7. Rata-rata kandungan P dan K tajuk dan efisiensi pemupukan P dan K pada 16 MST dari berbagai perlakuan

Perlakuan	Fosfor Tajuk		Efisiensi Pemupukan Fosfor (%)	Kalium Tajuk		Efisiensi Pemupukan Kalium (%)
	(%)	(g/pot)		(%)	(g/pot)	
Dosis Pupuk						
100%RD	5.91	3.333	76.21	1.48b	0.931a	75.65c
75%RD	4.02	2.411	64.00	1.78a	1.066a	115.59bc
50%RD	4.43	2.816	72.59	1.41bc	0.882ab	143.31b
25%RD	6.12	3.412	83.36	1.27c	0.668b	217.56a
Jenis Inokulan						
Tanpa Inokulan	4.14	2.479	64.16	1.35c	0.822	127.35
CMA	7.19	3.983	95.65	1.44bc	0.862	133.77
<i>Azospirillum</i>	4.06	2.449	63.84	1.53ab	0.926	136.96
CMA + <i>Azospirillum</i>	5.09	3.060	73.79	1.61b	0.938	154.05

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

KESIMPULAN

Inokulasi CMA dan bakteri *Azospirillum* meningkatkan serapan hara, meningkatkan efisiensi pemupukan pada turfgrass, dan meningkatkan kepadatan pucuk Tifdwarf. Pada dosis 50%RD inokulasi CMA meningkatkan kepadatan pucuk sebesar 79.5% dibandingkan dengan perlakuan tanpa inokulan. Inokulasi CMA pada dosis pupuk 25%RD meningkatkan kandungan N tajuk, serapan N tajuk, dan efisiensi pemupukan N masing-masing sebesar 226.2%, 193.4%, dan 1069% dibandingkan dengan kontrol. Inokulasi *Azospirillum* efektif pada dosis pupuk 75%RD dengan meningkatkan kandungan N tajuk sebesar 109.5%, tetapi tidak meningkatkan serapan N dan efisiensi pemupukan N dibandingkan dengan kontrol. Penggunaan CMA+*Azospirillum* efektif pada dosis pupuk 100% RD.

DAFTAR PUSTAKA

- Alloush, G.A.Z., S.K. Zeto, R.B. Clark. 2000. Phosphorus source, organic matter, and arbuscular mycorrhiza effects on growth and mineral acquisition of Chickpea grown in acidic soils. J. Plant Nutrition. 23(9): 1351-1369.
- Bolan, N.S. 1991. A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plant. Plant and Soil. 134: 189-209.
- De La Cruz, R.E. 1981. Mycorrhizae-indispensable allies in forest regeneration. Symposium on Forest Regeneration in South East Asia. BIOTROP. Bogor. Indonesia.
- Elias, K.S., G.R. Safir. 1987. Hyphal elongation of *Glomus fasciculatus* in response to root exudates. Appl. Environ. Microbiol. 53:1928-1933.
- Fries, L.L.M., R.S. Pacovsky, G.R. Safir. 1998. Influence of phosphorus and formononetin in isozyme expression in the *Zea mays*-*Glomus intraradices* symbiosis. Physiologia Plantarum. 103: 172-180.
- Gadermann, J.W., T.H. Nicholson. 1963. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. Trans. Brit. Mycol. Soc. 46: 235-244.
- Graham, J.H., R.T. Leonard, J.A. Menge. 1981. Membrane-mediated decrease in root exudation responsible for phosphorus inhibition of vesicular-arbuscular mycorrhiza formation. Plant Physiol. 63: 548-552.
- Gunarto, L., K. Adachi, T. Senboku. 1999. Isolation and selection of indigenous *Azospirillum* spp. from a subtropical island, and effect of inoculation on growth of lowland rice under several levels of N application. Biol Fertil Soil. 28: 129-135.
- Hartman, A., W. Zimmer. 1994. Physiology of *Azospirillum*. In *Azospirillum* Plant Associations. Y. Okon. (Ed). pp. 15-39. CRC Press, Boca raton, USA.
- Johansen, A., R. D. Finlay, P. A. Olsson. 1996. Nitrogen metabolism of external hyphae of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices*. New Phytol. 133: 705-712.
- Kaldorf, M., W. Zimmer, H. Bothe. 1994. Genetic evidence for the occurrence of assimilatory nitrate reductase in arbuscular-mycorrhizal and other fungi. Mycorrhiza. 5: 23-28.
- Kari, P. D. M. H., S. Jayadi, A. Murtiani, Y. Maryani. 2000. Pengaruh inokulasi CMA terhadap pertumbuhan, produksi, dan serapan P pakan ternak. p.276-283. Dalam Prosiding Seminar Mikoriza I. Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam, Badan Litbang Kehutanan dan Perkebunan, Dept. Kehutanan dan Perkebunan.
- Kothari, S.K., U.B. Singh. 1996. Response of citronella Java (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) to VA mycorrhizal fungi and soil compaction in relation to P supply. Plant Soil. 178: 231-237.
- Nasrullah, N., Kgs. A. Ansari. 2000. Pengaruh kombinasi zeolit, serbuk gergaji, dan pasir sebagai media tumbuh rumput bermuda (*Cynodon dactylon* cv. Tifdwarf) terhadap kualitas fungsionalnya. Buletin Agronomi. XXVIII (1): 15-21.
- Okon, Y. 1985. *Azospirillum* as a potential inoculant for agriculture. Trends in Biotechnology 3 : 223-228.
- Okon, Y., Kapulnik. 1986. Development and function of *Azospirillum* inoculated roots. Plant and Soil 90: 3-16.
- Okon, Y., C. A. Labandera-Gonzalez. 1994. Agronomic applications of *Azospirillum*. P. 274-278. In Ryders, M.H., P.M. Stephens, G.D. Bowen. (Eds.). Improving Plant Productivity with Rhizosphere Bacteria. CSIRO. Australia.
- Pacific Golf Course. 2002. <http://www.pacific.net.id/content/golf/index.html>. [1 Agustus 2002].

- Phyllip, J. M., D. S. Hayman. 1970. Improved procedures for clearing roots staining paracitics and VAM fungi for rapid assesment of infection. Trans. Brit Mycol. Soc. 55: 158-161.
- Sieverding, E. 1991. Vascular Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystem. Deutche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ). Eschborn, Federal Republik of Germany. 371p.
- Sintia, Y. 2001. Manajemen pemeliharaan lapangan golf di Klub Bogor Raya, Kotamadya Bogor. Skripsi. Jurusan Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor.
- Smith, S.E., D.J. Read. 1997. Mycorrhizal Symbiosis. Second Edition. Academic Press. UK. 605p.
- Subramanian, K.S., C. Charest. 1997. Nutritional, growth, and reproductive responses of maize (*Zea mays* L.) to arbuscular mycorrhizal inoculation during and after drought stress at tasseling. Mycorrhiz. 7: 25-32.
- Subramanian, K.S., C. Charest. 1998. Arbuscular mychorrhizae and nitrogen assimilation in maize after drought and recovery. Physiol. Plantarum. 102: 285-296.
- Turgeon, A. J. 1991. Turfgrass Management. Reston Publishing Company, Inc., Virginia. 355p.
- Widiastuti, H., J. S. Tahardi. 1993. Effect of vesicular arbuscular mycorryzae innoculation on the growth and nutrient uptake of micro propagated oil palm. Menara Perkebunan 61(3): 56 – 60.
- Wilson, J.M., M.J. Trinick. 1983. Infection development and interaction between vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. New Phytol. 95:543 -553.
- Yoshida, S., A. Forno, J.H. Cock, K. A. Gomez. 1976. Laboratory Manual for Physiological Studies of Rice. International Rice Research Institute. Los Banos, Laguna, Philippines. 83p.
- Zahera, A., Y. Okon. 1993. Plant growth promotion by *Azospirillum paspali* in the rhizosphere. Soil Bio. Biochem. 25: 1075-1083.