

Penggunaan *Azospirillum* pada Tanah Masam dengan Aluminium Tinggi Terhadap Produksi dan Serapan Nitrogen Rumput *Setaria splendida* dan *Chloris gayana*

P.D.M.H. Karti

Departemen Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor
Jl. Agatis Kampus IPB Darmaga, Fakultas Peternakan, IPB Bogor 16680,

panca_dewi1961@yahoo.com

(Diterima 02-01-2005; disetujui 17-03-2005)

ABSTRACT

High content of Al on the soil maybe harmful (toxic for plant). Red and yellow podzolic soil was marginal land that characterized by high Al content. *Azospirillum* is free living N fixing bacteria that can be associated with grass. This research was conducted to find the best yield of grass planted on the soil inoculated with *Azospirillum*. The research consisted of some steps; 1) soil sampling 2) laboratory research: bacterial isolation, isolate selection, standardized of population, content of IAA 3) pod experiment. Pod experiment in the glass house was designed in completely randomized design, that consisted of six treatments. The variables observed were dry mass production of shoot and root, nitrogen content of shoot and root, and nitrogen absorption. Four best isolates chosen were; SM Setaria, OBIS/BD, PO2 and PM2. *Azospirillum* isolates enhanced shoot and root production, nitrogen content and N total absorption of tolerance one (*S. splendida*). The susceptible (*C. gayana*), *Azospirillum* significantly enhanced shoot and root nitrogen content, but did not affect the growth, production and N total absorption. Root growth that was inhibited by Al toxicity, decreased the symbiotic capability of nitrogen fixing bacteria. PM2 isolate showed the best effect on production and quality of *S. splendida* as well as on *C. gayana*. This isolate will be used for future research. PM2 produces 6.4 ppm Indole Acetic Acid that promoted root growth.

Key words: Azospirillum sp, Setaria splendida, Chloris gayana, Al toxicity

PENDAHULUAN

Tanah podzolik merah kuning (PMK) merupakan tanah marginal, tanah ini miskin N dan ada bahaya keracunan aluminium. Tanaman yang berasosiasi dengan *Azospirillum* akan memperoleh banyak keuntungan, antara lain karena adanya suplai: 1) amonium dalam jumlah yang tidak berlebihan atau sesuai kebutuhan secara terus

menerus, 2) hormon tumbuh seperti auksin, IAA dan giberelin yang diproduksi pada kondisi tertentu. Auksin ini berfungsi memacu pembentukan akar dan rambut-rambut akar, sehingga daerah serapan akar terhadap unsur hara dan air diperluas (Hadas & Okon, 1987), 3) vitamin berupa tiamin, niasin dan pantotenik (Rodelas *et al.*, 1993), yang bersama dengan hormon tumbuh berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan dan produksi tanaman.

Diperkirakan *Azospirillum* sp dapat menembus akar dan tumbuh secara interseluler diantara sel-sel akar (Medigel *et al.*, 1997). Pengaruh inokulasi *Azospirillum* terhadap morfologi dan fisiologi tanaman: 1) inokulasi *Azospirillum* pada tanaman menyebabkan perubahan morfologi pada sistem perakaran (Okon, 1985), antara lain: peningkatan diameter akar dan akar lateral pada benih jagung, terbentuknya lapisan eksternal korteks pada akar jagung dan gandum, meningkatkan panjang akar, meningkatkan jumlah akar, 2) aktivitas fisiologi akar: meningkatkan aktivitas enzim 13% sampai 60% dibanding tanpa inokulasi (Okon, 1985).

Tujuan penelitian ini untuk memanfaatkan *Azospirillum* yang diinokulasikan pada tanah dengan kadar aluminium tinggi terhadap pertumbuhan rumput.

MATERI DAN METODE

Isolasi bakteri dan pengujian isolat dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Hutan dan Lingkungan, Pusat Penelitian Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor. Penelitian bioassay dilakukan di rumah kaca Laboratorium Lapangan Agrostologi (penelitian lapang) dan di Laboratorium Agrostologi (analisis bobot kering akar dan tajuk), Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Analisis pelarutan fosfat dilakukan di Laboratorium Biokimia, Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan, Cimanggu, Bogor.

Penelitian ini menggunakan bahan tanam pols *S. splendida* dan *C. gayana*, yang diperoleh dari Laboratorium Agrostologi, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian, Bogor. Contoh tanah podzolik merah kuning diambil dari Cigudeg, Jasinga, Bogor. Isolat bakteri penambat nitrogen diisolasi dari tanah yang diambil dari tiga tempat yang berbeda, yaitu 1) pertambangan batu bara, di PT. Kalimantan Timur Prima Coal, Sangatta, Kalimantan Timur, 2) PT. Free Port, Irian Jaya, 3) Perkebunan Tebu, PTP XI. Rajawali, Gorontalo, Sulawesi Utara. Pupuk yang digunakan adalah Pupuk majemuk NPK (15:15:15).

Penelitian ini terdiri dari 3 tahap, yaitu 1) pengambilan contoh tanah, 2) penelitian di laboratorium yang terdiri dari isolasi bakteri, seleksi isolat, pembakuan populasi *Azospirillum*, penetapan IAA (Indol Asetic Acid), dan 3) percobaan pot.

- 1) Pengambilan contoh tanah untuk isolasi *Azospirillum* pada daerah Kalimantan Timur jumlah contoh tanah yang diambil 16 titik, Sulawesi Utara jumlah contoh tanah yang diambil 13 titik, sedangkan dari daerah Irian Jaya diambil 2 isolat yang telah diisolasi oleh Laboratorium Bioteknologi Hutan dan Lingkungan, Pusat Penelitian Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor.
- 2) Isolasi *Azospirillum* ditandai dengan terbentuknya pelikel berwarna putih di permukaan atas media. Setelah terbentuk pelikel, kemudian selaput putih tersebut diambil dan dimurnikan dengan menggunakan media NFB dengan penambahan pewarna *conggoread*. Koloni yang terpisah yang berwarna merah muda kemudian diisolasi. Setelah itu koloni tersebut ditumbuhkan dengan menggunakan media yang mengandung ekstrak kentang, kemudian dimasukkan ke media NFB untuk diuji kembali apakah terbentuk kembali pelikel. Bila tidak terbentuk pelikel putih isolat tersebut tidak digunakan untuk penelitian selanjutnya. Total isolat yang diperoleh kemudian diseleksi berdasarkan kemampuannya dalam menambat nitrogen udara dengan menggunakan metode asetilen reductuion assay (ARA) menggunakan gas kromatografi. Setiap isolat yang terseleksi kemudian dibuat kurva standar. Kurva standar digunakan untuk menentukan jumlah sel yang akan diberikan untuk setiap isolat agar seragam jumlahnya pada penelitian selanjutnya.
- 3) Penentuan *Azospirillum* yang toleran terhadap aluminium (percobaan pot). Penelitian ini dilakukan di rumah kaca menggunakan rancangan acak lengkap, yang terdiri dari 6

perlakuan, yang diberikan pada dua jenis rumput yaitu:

R_t = rumput toleran Al

R_p = rumput peka Al

Perlakuan penambahan *Azospirillum*, yang terdiri dari 6 taraf, yaitu:

A_0 = tanpa penggunaan *Azospirillum*

A_1 = penggunaan jenis isolat ke 1 *Azospirillum*

A_2 = penggunaan jenis isolat ke 2 *Azospirillum*

A_3 = penggunaan jenis isolat ke 3 *Azospirillum*

A_4 = penggunaan jenis isolat ke 4 *Azospirillum*

A_5 = penggunaan campuran ke empat isolat

Penelitian ini terdiri dari: $6 \times 3 = 18$ unit percobaan. Data yang diperoleh secara statistik diuji dengan sidik ragam dan jika menunjukkan pengaruh yang nyata selanjutnya akan dilakukan uji lanjut dengan uji Duncan.

Peubah yang Diamati

Peubah yang diamati terdiri dari:

1. bobot kering tajuk. Pengukuran bobot kering tajuk diukur pada akhir percobaan dengan cara mengeringudarkan terlebih dahulu bagian atas tanaman, kemudian dimasukkan oven pada suhu 70°C selama 24 jam.
2. bobot kering akar. Bobot kering akar diukur pada akhir percobaan dengan cara mengeringudarkan terlebih dahulu bagian akar, kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 70°C selama 24 jam.
3. analisis kadar nitrogen pada jaringan tanaman. Analisis kadar N dilakukan dengan menggunakan Kjeltab.
4. serapan nitrogen. Serapan nitrogen total diperoleh dari hasil perkalian bobot kering tajuk

(BKT) dengan kadar nitrogen tajuk (KNT) ditambah dengan bobot kering akar (BKA) dikalikan dengan kadar nitrogen akar (KNA).

Serapan nitrogen total dihitung dengan rumus:

Serapan nitrogen tajuk = $\text{BKT (g)} \times \text{KNT (\%)}$

Serapan nitrogen akar = $\text{BKA (g)} \times \text{KNA (\%)}$

Serapan nitrogen total = $\text{BKT (g)} \times \text{KNT (\%)} + \text{BKA (g)} \times \text{KNA (\%)}.$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil isolasi *Azospirillum* dari daerah Kalimantan Timur, Sulawesi Utara dan Irian Jaya dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil isolasi *Azospirillum* dari daerah Kalimantan Timur yang berhasil tumbuh pelikel berjumlah 14, sedangkan daerah Sulawesi Utara sebanyak 6.

Pada daerah Kalimantan Timur dari 14 pelikel yang terbentuk setelah dimurnikan ternyata jumlah isolat yang tumbuh dan diuji kembali dengan terbentuknya pelikel sebanyak 12 isolat, sedangkan daerah Sulawesi Utara dari 6 pelikel yang terbentuk ternyata jumlah isolat yang tumbuh dan terbentuk pelikel kembali sebanyak 5 isolat. Dua isolat dari daerah Irian Jaya yang tersedia diuji kembali dengan media NFB ternyata terbentuk pelikel putih. Jumlah total isolat yang dimurnikan dan terbentuk pelikel putih kembali ada sebanyak 19 isolat.

Total isolat yang diperoleh kemudian diseleksi berdasarkan kemampuannya dalam menambat nitrogen udara dengan menggunakan metode ARA. Hasil analisis etilen dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil seleksi tersebut diambil 4 isolat yang mempunyai kemampuan tertinggi dalam mereduksi

Tabel 1. Hasil isolasi *Azospirillum* dari daerah Kalimantan Timur, Sulawesi Utara dan Irian Jaya

Daerah Asal	Jumlah contoh tanah yang diambil	Tumbuh pelikel	Jumlah isolat yang tumbuh
Kalimantan Timur	16	14	12
Sulawesi Utara	13	6	5
Irian Jaya	-	-	2

Tabel 2. Hasil analisis etilen dengan metode ARA

Jenis Isolat	Jumlah Etilen (ppm)
Kontrol	0,4
SM Setaria	132*
PM1	47
PO2	74*
PM2	65*
PO1	42
OBIS/SSHT	58
OBIS/CYN	21
MTR.23	1
OBIS/CHL	1
OBIS/BD	98*
MTR.12	3
MTR.3	2
BLK.01	19
BLK.16	8
BPS.82.424	15
BPS.422.51	16
G.PS.82.424	0,4
M21.2.1.	0,8
M21.B.32	0,6

Keterangan : *) isolat *Azospirillum* yang diambil untuk penelitian selanjutnya.

*) 65 ppm adalah produksi etilen (penduga untuk berapa N₂ yang difiksasi oleh enzim nitrogenase), sedangkan 6,4 ppm adalah produksi IAA (hormon) pada isolat *Azospirillum* PM2.

Tabel 3. Rekapitulasi sidik ragam

<i>Setaria splendida</i>	Perlakuan mikroorganisme	<i>Chloris gayana</i>	Perlakuan mikroorganisme
Bk. Tajuk	*	Bk. tajuk	tn
Bk akar	tn	Bk akar	tn
% N tanah	tn	% P tanah	tn
% N tajuk	*	% P tajuk	*
% N akar	*	% P akar	*
Serapan N	*	Serapan P	tn

Keterangan: tn = tidak nyata

* = nyata pada P<0,05.

Tabel 4. Pengaruh *Azospirillum* terhadap bobot kering tajuk dan akar rumput *S. splendida* dan *C. gayana* (g/pot)

Perlakuan	BK.Tajuk <i>S. splendida</i>	BK.Akar <i>S. splendida</i>	BK.Tajuk <i>C. gayana</i>	BK.Akar <i>C. gayana</i>
Kontrol	6,18 ^c	3,75	2,06	0,13
AZ.15	5,62 ^c	3,59	1,82	0,15
PO2	6,58 ^b	4,02	1,46	0,10
OBIS/BD	6,49 ^b	4,18	1,92	0,14
SM.Setaria	6,05 ^c	4,08	2,05	0,12
PM2	7,39 ^a	4,32	1,92	0,11
Campuran	6,14 ^c	3,94	1,99	0,18

Keterangan : superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$).

asetilin, yaitu: isolat *Azospirillum* SM Setaria, OBIS/BD, PO2 dan PM2.

Setiap isolat yang terseleksi kemudian dibuat kurva standar populasi. Selain isolat yang terseleksi untuk penelitian selanjutnya ditambahkan satu isolat sebagai pembanding yang diperoleh dari Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan, Cimanggu, Bogor yaitu :isolat *Azospirillum* AZ.15. Kelima isolat yang ada kemudian dilakukan uji kembali dengan melihat respon pertumbuhan dan produksi pada tanaman rumput yang toleran (*S. splendida*) dan yang peka (*C. gayana*) pada tanah PMK.

Pengaruh *Azospirillum* terhadap pertumbuhan dan produksi rumput *S. splendida* dan

C. gayana dapat dilihat pada Tabel 3. Penambahan *Azospirillum* pada rumput *C. gayana* tidak menunjukkan pengaruh terhadap bobot kering tajuk dan bobot kering akar. Pada rumput *S. splendida* berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap bobot kering tajuk, sedangkan bobot kering akar tidak berpengaruh (Tabel 4). Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa rumput yang diinokulasi dengan isolat *Azospirillum* PM2 secara nyata ($P < 0,05$) meningkatkan bobot kering tajuk dibandingkan dengan rumput yang diinokulasikan dengan isolat *Azospirillum* AZ.15, PO2, OBIS/BD, SM Setaria, campuran dan kontrol.

Persentase kadar Nitrogen tanah baik pada rumput *S. splendida* maupun rumput *C. gayana*

Tabel 5. Pengaruh *Azospirillum* terhadap persentase Nitrogen tanah rumput *S. splendida* dan *C. gayana*

Perlakuan	% N Tanah <i>S. splendida</i>	% N Tanah <i>C. gayana</i>
Kontrol	0,1383	0,1025
AZ.15	0,1367	0,1119
PO2	0,1437	0,1437
OBIS/BD	0,1387	0,1488
SM.Setaria	0,1293	0,1185
PM2	0,1366	0,1349
Campuran	0,1475	0,1338

Tabel 6. Pengaruh *Azospirillum* terhadap persentase N tajuk dan akar, serapan N rumput *S. splendida*

Perlakuan	% N. Tajuk <i>S. splendida</i>	% N. Akar <i>S. splendida</i>	Serapan N <i>S. splendida</i> (mg/pot)
Kontrol	0,868 ^d	0,681 ^c	79,42 ^d
AZ.15	1,633 ^a	1,082 ^a	131,05 ^c
PO2	1,432 ^c	1,059 ^a	136,72 ^b
OBIS/BD	1,571 ^b	1,131 ^a	148,89 ^a
SM.Setaria	1,541 ^b	0,879 ^b	128,23 ^c
PM2	1,663 ^a	0,955 ^b	163,86 ^a
Campuran	1,482 ^b	0,998 ^b	131,97 ^b

Keterangan: superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$).

tidak terpengaruh dengan penambahan *Azospirillum* (Tabel 5). Pada rumput *S. splendida*, penambahan *Azospirillum* berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar nitrogen tajuk, kadar nitrogen akar, dan serapan nitrogen (Tabel 6). Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa rumput yang diinokulasi dengan isolat *Azospirillum* PM2 mempunyai nilai kadar nitrogen tajuk tertinggi, berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan kontrol dan rumput yang diinokulasi dengan isolat *Azospirillum* PO2, OBIS/BD, SM Setaria, campuran. Nilai kadar nitrogen akar yang tertinggi ditunjukkan oleh rumput yang diinokulasi dengan isolat *Azospirillum* OBIS/BD, berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan kontrol dan rumput yang diinokulasi dengan isolat *Azospirillum* SM Setaria, PM2 dan campuran. Sementara itu, serapan nitrogen tertinggi dihasilkan oleh rumput yang diinokulasi dengan isolat *Azospirillum* PM2, berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan kontrol dan rumput yang diinokulasi dengan isolat AZ.15, PO2, SM Setaria dan campuran.

Penambahan *Azospirillum* berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar nitrogen tajuk dan kadar nitrogen akar rumput *C. gayana*, namun tidak nyata terhadap serapan nitrogen (Tabel 7). Inokulasi dengan isolat PM2 menunjukkan kadar nitrogen tajuk dan kadar nitrogen akar yang tertinggi, berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan kontrol dan rumput yang diinokulasi dengan isolat *Azospirillum* AZ.15, PO2 dan Mix.

Penambahan isolat bakteri *Azospirillum* Sp. pada tanah podzolik merah kuning pada rumput yang toleran (*S. splendida*) meningkatkan produksi dan kadar N tajuk dan akar serta serapan N total. Hal ini ditunjukkan oleh adanya peningkatan yang nyata ($P < 0,05$) untuk bobot kering tajuk sebagai faktor produksi dan sangat nyata ($P < 0,01$) meningkatkan kadar nitrogen tajuk dan akar, serta serapan N total. Pada rumput yang peka (*C. gayana*) hanya mempengaruhi peningkatan kadar N tajuk dan akar serta serapan N, seperti ditunjukkan oleh adanya peningkatan yang sangat nyata ($P < 0,01$) pada kadar nitrogen tajuk dan akar, tetapi tidak mempengaruhi produksi dan pertumbuhan serta serapan N total.

Hasil penelitian Barbieri *et al.* (1986) menunjukkan bahwa ada faktor lain selain fiksasi N_2 yang mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman, di antaranya adalah pengaruh hormon. Hormon yang dihasilkan oleh *Azospirillum* sp di antaranya fitohormon asam indola asetat (IAA), asam indola butirat (IBA), gibberelin dan senyawa serupa sitokinin (Tien *et al.* 1979). *Azospirillum* sp menambah konsentrasi IAA dan IBA bebas di daerah perakaran (Fallik *et al.* 1988). Pada penelitian ini isolat *Azospirillum* PM2 menghasilkan IAA (Indol acetic acid) sebesar 6,4 ppm yang merupakan hormon pertumbuhan yang dapat memacu pertumbuhan akar.

Fitohormon yang dihasilkan oleh *Azospirillum* sp. ini memiliki pengaruh yang baik

Tabel 7. Pengaruh *Azospirillum* terhadap persentase N tajuk dan akar, serta serapan N rumput *C. gayana*

Perlakuan	% N. Tajuk <i>C. gayana</i>	% N. Akar <i>C. gayana</i>	Serapan N <i>C. gayana</i> (mg/pot)
Kontrol	0,846 ^c	0,729 ^c	18,45
AZ.15	1,283 ^b	1,183 ^b	25,11
PO2	1,377 ^b	1,206 ^b	21,25
OBIS/BD	1,479 ^a	1,393 ^a	30,32
SM.Setaria	1,399 ^a	1,344 ^a	30,72
PM2	1,498 ^a	1,453 ^a	30,24
Campuran	1,313 ^b	1,196 ^b	28,14

Keterangan: superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$).

terhadap perakaran (Katupitiya *et al.*, 1995; Gunarto, 1999). *Azospirillum* dapat menembus akar secara interseluler (Medigel *et al.*, 1997). Hasil penelitian Elmerich (1992) menunjukkan bahwa *Azospirillum* sp. mampu mengkolonisasi korteks akar yang diamati pada ruang interseluler korteks, sistem perakaran tanaman inang berproliferasi dan jumlah akar lateral serta rambut akar meningkat. Pada mutan *Azospirillum* yang gagal mensintesis IAA, bila dibandingkan dengan tanaman yang tidak diinokulasi, ternyata sama sekali tidak mengubah morfologi akar tanaman inang (Barbieri *et al.*, 1986). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peranan *Azospirillum* yang ditunjukkan dengan perlakuan penelitian tersebut di atas tidak berlaku umum pada semua spesies.

Rumput *S. splendida* yang merupakan tanaman yang toleran pada tanah yang masam dengan kandungan Al tinggi mampu mendetoksifikasi Al baik pada larutan tanah maupun pada akar dan tajuk tanaman, sehingga ketersediaan unsur P tetap dapat tersedia bagi tanaman. Rumput *Setaria splendida* menghasilkan asam oksalat, asam sitrat dan asam malat yang merupakan mekanisme toleransi tanaman terhadap pH asam dan kandungan Al tinggi (Karti, 2003). Pengeluaran asam organik dalam jumlah banyak merupakan ciri umum tanaman yang mampu beradaptasi pada tanah masam. Tanaman yang

mampu tumbuh pada kondisi masam umumnya mempunyai sistem penyangga organik yang kuat (Delhaize *et al.*, 1993). Pembentukan kompleks Al dengan asam organik mampu mendetoksifikasi Al yang tinggi, sehingga tidak menghambat pertumbuhan akar tempat terjadinya simbiosis penambatan nitrogen. Tanaman *S. splendida* dengan penambahan *Azospirillum* mampu meningkatkan produksi dan kadar N tajuk dan akar serta serapan N total pada tanah podsolik merah kuning, karena tidak menghambat serapan P dan N, sehingga tanaman dapat berproduksi lebih baik.

Pertumbuhan dan produksi rumput *C. gayana* tidak nyata dipengaruhi oleh pemberian isolat bakteri. Hal ini disebabkan rumput *C. gayana* merupakan jenis rumput yang peka terhadap tanah yang masam dengan kadar Al yang tinggi seperti pada tanah podsolik merah kuning. Pada tanah dengan pH rendah dan akumulasi Al yang relatif tinggi, akan menyebabkan tanaman yang peka akan mengalami keracunan Al sehingga mengakibatkan pertumbuhan tanaman terganggu. Keracunan Al pada *C. gayana* menyebabkan akar tanaman akan tumbuh pendek-pendek dan tebal, sebagai akibat terhambatnya perpanjangan dan pertumbuhan akar primer serta menghalangi pembentukan akar lateral dan bulu akar (Karti, 2003). Keadaan ini mengakibatkan serapan hara dan fungsi biologis untuk tumbuh terganggu.

Peranan *Azospirillum* tidak terlihat pada *C. gayana*, diduga berhubungan dengan gangguan pertumbuhan akar karena cekaman Al. Perakaran yang tumbuh baik tampaknya merupakan prasyarat penting untuk diperolehnya manfaat dari mikroorganisme penambat nitrogen, baik yang bersimbiosis, maupun yang tidak dengan tanaman inang. Menurut Konishi (1992) bahwa Al menyebabkan penghambatan perpanjangan akar dan menyebabkan gangguan pada penyerapan dan penggunaan P, Ca dan Mg serta unsur hara esensial lainnya, karena Al di dalam jaringan tanaman mengikat langsung dan meracuni DNA dan organel sel penting lainnya. Menurut Fleming & Foy (1968) kadar Al³⁺ yang tinggi dalam tanah menimbulkan dua akibat yaitu secara langsung dan tidak langsung. Pengaruh langsung adalah mengakibatkan kerusakan fisik pada akar tanaman dan akibat tidak langsung adalah akar yang rusak tidak dapat berfungsi secara normal menyerap air dan unsur hara. Fiksasi unsur fosfor pada tanah masam yang disebabkan oleh adanya ion Al dan Fe, hal ini mengurangi ketersediaan unsur fosfor, sedangkan bila fosfor tersedia dalam jumlah kecil akan menghambat pertumbuhan tanaman khususnya perkembangan perakaran dan menurunkan produksi sebab fosfor berfungsi dalam fosforilasi dalam pembentukan energi, akibatnya produksi bobot kering tajuk menurun, begitu pula status haranyapun menurun.

KESIMPULAN

Isolat bakteri *Azospirillum* sp pada tanah podzolik merah kuning pada rumput yang toleran terhadap kemasaman tanah dan aluminium yang tinggi (*S. splendida*) meningkatkan produksi dan kadar N tajuk dan akar serta serapan N total. Hal ini ditunjukkan oleh nyatanya peningkatan bobot kering tajuk dan sangat nyata peningkatan kadar nitrogen tajuk dan akar, serta serapan N total. Pada rumput yang peka (*C. gayana*) penambahan *Azospirillum* sangat nyata pada peningkatan kadar N tajuk dan akar, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap produksi dan pertumbuhan serta serapan

N total. Pertumbuhan akar yang terhambat oleh cekaman Al, mengurangi kemampuan *Azospirillum*.

Isolat PM2 menunjukkan isolat yang terbaik dilihat dari pengaruhnya terhadap produksi bahan kering dan kualitas pada rumput *S. splendida* maupun *C. gayana*. Isolat PM2 menghasilkan IAA (Indol Acetic Acid) sebesar 6,4 ppm yang merupakan hormon pertumbuhan yang dapat memacu pertumbuhan akar.

DAFTAR PUSTAKA

- Barbieri, P., T. Zanelli, E. Galli, & G. Zanetti. 1986. Wheat inoculation with *Azospirillum brasiliense* Sp6 and some mutants altered in nitrogen fixation and indole-3-acetic acid production. FEMS Microbiol. Lett. 36: 87-90.
- Delhaize, E., P.R. Ryan & P.J. Randall. 1993. Aluminium tolerance wheat (*Triticum aestivum* L.) II. Aluminium stimulated excretion of malic acid from root apices. Plant Physiol. 103 : 695-702.
- Elmerich, C. 1992. Nodulation genes and biosynthesis of indole acetic acid in *Azospirillum brasiliense*. In Khush G.S. & J. Bennet (Eds.) Nodulation and Nitrogen Fixation in Rice : Potensial and Prospects. IRRI, Bangkok.
- Fallik E., Y. Okon, & M. Fischer. 1988. Growth response of maize to *Azospirillum* inoculation: effect of soil organic matter content, number of rhizosphere bacteria and timing of inoculation. Soil Biol. Biochem. 21 :147-153.
- Fleming, A.L., & C.D. Foy. 1968. Root structure reflect differential aluminium tolerance in wheat variety. Agron. J. 60 : 170-172.
- Gunarto, L. 1999. Capability of *Azospirillum* to produce indole-acetic acid, to fix N₂ in association with rice plant and using RAPD to fingerprint indigenous *Azospirillum*. Laporan Penelitian.
- Hadas, R. & Y. Okon. 1987. Effect of *Azospirillum brasiliense* inoculation on root morphology and respiration in tomato seedlings. Biol. Fertil. Soils. 5 : 241-247.
- Karti, P.D.M.H. 2003. Respon morfofisiologi rumput toleran dan peka aluminium terhadap penambahan mikroorganisme dan pembedah

- tanah. Disertasi. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Katupitiya, S., P.B. New., C. Elmerich, & R. Kennedy.** 1995. Improved N₂ fixation in 2,4 - D treated wheat roots associated with *Azospirillum lipoferum*: studies of colonisation using reporter genes. *Soil Biol. Biochem.* 27: 447-452.
- Konishi, S.** 1992. Promotive effects of Aluminium on tea plant growth. *Japan Agric. Res. Quart.* 26: 26-33.
- Medigel, M.I., J.M. Martinko, & J. Parker.** 1997. *The Biology of Microorganism.* 8th. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey.
- Okon, Y.** 1985. *Azospirillum* as a potential inoculant for agriculture. *Trends in Biotechnology* 3 : 223-228.
- Rodelas, B., V. Salmeron, M.V. Martinez-Toledo & J. Gonzales-Lopez.** 1993. Production of vitamins by *Azospirillum brasiliense* in chemically-defined media. *Plant Soil* 153 : 97-101.
- Tien I.M., H. Gaskins, & D.H. Hubbel.** 1979. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). *Appl. Envir. Microbiol.* 37 : 1016 - 1024.