

## Daya Pacu Mikroba Pelarut Fosfat dan Penambat Nitrogen pada Tanaman Jagung

H.J.D. Latupapua<sup>✉</sup> dan Suliasih

Balitbang Mikrobiologi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi - LIPI

### ABSTRACT

**The Stimulating Capacities of the Phosphate Solubilizing and the Nitrogen Fixing Microbes on the Maize Plant.** The green house experiment has been carried out to study the effectiveness of the phosphate solubilizing microbes (PSM) and nitrogen fixing bacteria (NFB) on the growth of maize (*Zea mays*). The phosphate solubilizing microbes were *Aspergillus* sp. and *Gigaspora margarita* while the nitrogen fixing bacteria were *Azospirillum* sp. and *Azotobacter* sp. have been used in this experiment. The aim of the experiment was to find the suitable and effective inoculant on the maize and its expected the growth of the plant. The experiment used The Completely Randomize Design with three replicates. The treatments were uninoculated plant (control), the plants inoculated with single microbe of PSM, NFB and the combination of both. The results indicated that the phosphate solubilizing microbes (PSM) and the nitrogen fixing bacteria (NFB) which were either used in single or combination formula could stimulate the plant growth. The dual inoculation of *Azotobacter* sp. and *Aspergillus* sp. were found the higest yield of maize.

**Key words :** The phosphate solubilizing microbes, the nitrogen fixing bacteria, Mycorrhiza vesicular arbuscular, *Zea mays*.

### PENDAHULUAN

Mikroba non patogen yang hidup bebas dan tersebar luas di dalam tanah memiliki potensi dalam menyumbangkan ketersediaan unsur hara dalam tanah. Mikroba tersebut dapat dipergunakan sebagai pupuk hayati untuk inokulan biji atau tanah yang bertujuan untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman.

Terdapat beberapa jenis mikroba yang berperan spesifik dalam memacu pertumbuhan tanaman, seperti jamur mikoriza vesikular arbuskular (MVA),

mikroba pelarut fosfat, bakteri *Azospirillum* dan *Azotobacter*.

Mikoriza berperan dalam meningkatkan kapasitas tanaman dalam menyerap unsur hara dan air, di samping itu berfungsi sebagai kontrol biologi dan meningkatkan daya tahan tanaman terhadap kekeringan (Setiadi, 1989).

Jamur pelarut fosfat seperti *Aspergillus*, *Penicillium*, dan *Trichoderma* berperan dalam melarutkan senyawa P sukar larut, meningkatkan P tersedia, memperbaiki pertumbuhan tanaman dan meningkatkan efisiensi pemupukan fosfat (Subba Rao, 1994).

Bakteri *Azospirillum* dan *Azotobacter* berfungsi untuk menambat N<sub>2</sub> yang melimpah dari atmosfir dan menyediakannya bagi tanaman. Bakteri-bakteri ini digolongkan sebagai bakteri pemacu pertumbuhan tanaman (*plant growth promoting rhizobacteria* atau *yield increasing bacteria*), yang mengandung vitamin dan zat tumbuh seperti Indole Acetic Acid (IAA), kinetin dan giberelin. (Subba Rao, 1994Glick, 1995).

Pemanfaatan mikroba tanah tersebut untuk pertanian telah lama dilakukan dan memberikan hasil yang bervariasi (Piccini & Azcon, 1987; Ghai & Thomas, 1989; Widyastuti *et al.*, 1997 ).

Pola pertanian masyarakat di Wamena masih sederhana, belum mengenal pemupukan dan pengendalian hama penyakit serta gulma secara kimiawi. Mereka masih sangat tergantung pada tingkat kesuburan tanah kebun secara alamiah, dikembangkan sistem rotasi dalam kurun waktu yang relatif panjang. Di segi lain, pada akhir-akhir ini, makin banyak masyarakat konsumen lebih memilih kebutuhan pangan mereka yang bebas bahan kimia sebagai akibat pengembangan sistem pertanian yang menggunakan bahan kimia anorganik atau produksi pabrik.

Keadaan ini merupakan suatu peluang untuk mempertahankan dan mengembangkan sistem pertanian yang bebas bahan kimia buatan dan mengembangkan bahan kimia organik dan alamiah sebagai hasil aktifitas aneka biota. Dalam kaitan ini, ternyata mikroba tanah sangat berperan dalam menstabilkan kesuburan dan kesesuaian tanah untuk menjamin pertumbuhan dan produksi tanaman tetap memadai. Di segi lain, jagung, wupak (*Zea mays*) merupakan

salah satu tanaman pangan penting di Wamena selain ubi jalar, hipere (*Ipomoea batatas*) dan talas atau hom (*Colocasia esculenta*).

Penelitian ini bertujuan untuk menemukan inokulan penambat N dan pelarut fosfat atau kombinasi keduanya yang cocok dan efektif untuk tanaman jagung. Sehingga diharapkan penggunaan inokulan tersebut dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman jagung, juga menghindari penggunaan pupuk kimia.

## BAHAN DAN CARA KERJA

### Tanah

Tanah untuk percobaan berasal dari daerah Darmaga, Bogor dan diambil dari lahan alang-alang, dengan kandungan unsur hara sebagai berikut : pH (H<sub>2</sub>O) 5,11; pH (KCl) 4,5; C Organik (%) 0,87; N total (%) 0,09, C/N ratio 9,67; P tersedia (ppm) 1,47; Ca (me/100gram) 6,13; Mg (me/100gr) 1,83; K (me/100gram) 0,25 ; Na (me/100gram) 8,57; Al (me/100gram) 25,36; KB (%) 33,79. Tekstur: pasir (11,63%); debu (18,52%); liat (69,82%).

### Perhitungan mikroba tanah

Untuk mengetahui jumlah mikroba dalam tanah, maka dilakukan perhitungan jumlah mikroba tertentu (*Azospirillum* sp., *Azotobacter* sp. dan jamur pelarut fosfat) dengan menggunakan metoda *plate count agar* (Subba Rao, 1994). Sepuluh gram tanah conto yang telah dikering-anginkan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml yang telah berisi 90 ml akuades steril. Kocok sampai homogen (30 menit), kemudian dibuat seri pengenceran dari 10<sup>1</sup>-10<sup>7</sup>. Pipet dari masing-masing

pengenceran 0,2 ml ke dalam cawan petri, kemudian pada setiap cawan petri bersangkutan dituangkan masing-masing media dengan temperatur sekitar 50° C sesuai keperluan. Mediap Pikovskaya untuk perhitungan jamur pelarut fosfat, media okon untuk *Azospirillum*, dan media Jensen untuk *Azotobacter*. Inkubasikan selama 7 hari dengan temperatur 30° C. Jumlah mikroba yang terdapat pada masing-masing media dihitung.

### Inokulan

Inokulan yang digunakan berasal dari koleksi Balitbang Mikrobiologi Puslitbang Biologi-LIPI, terdiri dari Bakteri penambat nitrogen (BPN), yaitu *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp., jamur pelarut fosfat (JPF), yaitu *Aspergillus* sp. dan jamur mikoriza vesikular arbuskular (MVA), yaitu *Gigaspora margarita*.

Isolat JPF dibiakkan dalam media pikovskaya miring (Sundara Rao & Sinha, 1963) dan *Azotobacter* sp. dalam media Jensen (Subba Rao, 1994), sedangkan *Azospirillum* sp. dalam media okon (Subba Rao, 1994), dan diinkubasikan selama lima hingga tujuh hari. Masing - masing isolat dipindahkan pada erlenmeyer berisi media cair dan dikocok dengan shaker selama tujuh hari. Isolat pada media cair berisi  $10^{10}$ /ml larutan.

Perbanyakan inokulan jamur MVA dilakukan dengan penanaman kecambah sorghum yang telah diinokulasi dengan spora mikoriza. Spora jamur MVA yang diinokulasikan adalah *G. margarita* yang diisolasi dengan metoda penuangan dan penyaringan basah (Gerderman & Nicolson, 1963). Spora yang didapat dikumpulkan pada kertas tissue, kemudian sebanyak 25 spora

ditempelkan pada akar kecambah tanaman. Setiap pot berisi tiga kecambah. Sebagai media tanam digunakan tanah yang telah dikering-anginkan dan dicampur dengan pasir dengan perbandingan 1:1, kemudian disterilkan dengan oven pada suhu 105° C selama 24 jam. Media tanam tersebut dimasukkan ke dalam ember plastik berukuran 5 galon. Penyiraman dilakukan setiap hari dengan menggunakan larutan hara. Panen dilakukan setelah tanaman berumur empat bulan dengan cara memotong bagian atas tanaman sampai batas permukaan tanah. Akarnya dibiarkan dalam ember selama dua minggu tanpa penyiraman. Setelah dua minggu isi ember dipindahkan pada suatu wadah yang permukaannya luas. Akar tanaman dibongkar dan dibersihkan dari tanah yang melekatnnya. Akar tersebut dipotong-potong sepanjang 0,5-1 cm dan potongan tanah diaduk bersama tanah yang mengandung spora sampai rata.

### Percobaan rumah kaca

Percobaan dilakukan di rumah kaca Balitbang Mikrobiologi, Puslitbang Biologi-LIPI, Bogor. Jagung manis dikecambahkan pada pot berisi 5 kg tanah yang dicampur kompos dengan perbandingan 2 : 1.

Inokulasi dilakukan dengan menuangkan 1 ml masing-masing larutan isolat sesuai dengan perlakuan pada kecambah tanaman langsung pada saat tanam. Sedangkan inokulan jamur MVA diberikan dengan cara membenamkan sedalam 2-3 cm di bawah kecambah tanaman. Inokulan yang diberikan dalam bentuk campuran tanah dan potongan akar yang terinfeksi jamur dengan takaran 20 gram/kg tanah. Populasi spora per gram

tanah adalah 10.

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan :

- Kontrol tanaman tanpa inokulasi,
- Pemupukan N dan P (Urea 0,5 gram/pot dan rock phosphat 2,5 gram/pot).
- inokulasi MVA
- inokulasi JPF
- inokulasi *Azospirillum* sp.
- inokulasi *Azotobacter* sp.
- inokulasi MVA+*Azospirillum* sp.
- inokulasi MVA+*Azotobacter* sp.
- inokulasi JPF+*Azospirillum* sp.
- inokulasi JPF+*Azotobacter* sp.
- inokulasi MVA+JPF+*Azospirillum* sp.+*Azotobacter* sp.

Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali.

### Pengamatan

Peubah yang diamati yaitu jumlah mikroba tanah sebelum dan sesudah tanam, pertumbuhan tanaman (berat kering brangkas, akar dan total) dan hasil jagung, infeksi akar tanaman yang diberi perlakuan mikoriza.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perhitungan mikroba tanah

Jumlah mikroba tanah penambat nitrogen dan jamur pelarut fosfat pada media percobaan sebelum ditanami jagung tertera pada Tabel 1. Dari hasil

perhitungan mikroba tanah yang ada di tanah yang digunakan untuk media percobaan sebelum perlakuan (sebelum ditanam) terlihat bahwa pada tanah tersebut populasi bakteri *Azospirillum* sp. dan *Azotobacter* sp. tergolong tinggi sedangkan JPF) tergolong sedang sampai tinggi.

Dates (1982) mengatakan bahwa suatu tanah mengandung mikroba yang tergolong cukup bila jumlahnya berkisar antara 100 hingga 10.000 sel/gram tanah, sedangkan tergolong tinggi bila populasinya lebih dari 10.000 sel/gram tanah. Jumlah mikroba tanah pada media tanam setelah ditanam ternyata bervariasi, tergantung pada macam perlakuan. Pada tanaman tidak diinokulasi yaitu perlakuan 1 kontrol dan 2 tidak diinokulasi tetapi diberi pupuk N dan P tampak jumlah mikroba tanahnya tidak mengalami peningkatan (Tabel 2). Meskioun populasi mikroba tanah sebelum perlakuan cukup tinggi, perlakuan inokulasi dengan Jamur Pelarut Fosfat (JPF) dan bakteri *Azospirillum* sp. dapat meningkatkan populasi masing-masing mikroba sekitar 1,5 kali dari jumlah sebelum perlakuan. Peningkatan jumlah populasi tidak terjadi pada *Azotobacter* sp. Peningkatan jumlah sel mikroba ini serupa dengan yang dikemukakan Kucey *et al.* (1989) bahwa perlakuan inokulasi tanaman gandum dengan jamur *Penicillium bilaji* ternyata dapat meningkatkan populasi *Penicillium*

**Tabel 1.** Jumlah mikroba tanah sebelum ditanam (dari 5 ulangan)

No.	Jenis Mikroba	Jumlah (sel/gram tanah)	Rata-rata (sel/gram tanah)
1.	<i>Azospirillum</i> sp.	$9,05 \times 10^5$ hingga $7,0 \times 10^6$	$3,95 \times 10^6$
2.	<i>Azotobacter</i> sp.	$1,5 \times 10^5$ hingga $8,0 \times 10^8$	$4,0 \times 10^8$
3.	Jamur Pelarut Fosfat	$5,0 \times 10^5$ hingga $5,0 \times 10^5$	$2,52 \times 10^5$

**Tabel 2.** Jumlah dan jenis mikroba tanah setelah ditanam (sel/gram tanah)

Perlakuan	<i>Azospirillum</i> sp.	<i>Azotobacter</i> sp.	Jamur Pelarut Fosfat
1 Tidak inokulasi (Kontrol)	$8,7 \times 10^5$	$9,4 \times 10^5$	$9,0 \times 10^5$
2 Tidak diinokulasi + N + P	$1,1 \times 10^6$	$4,5 \times 10^6$	$7,5 \times 10^5$
3 Inokulasi (inok.) MVA	$8,5 \times 10^5$	$3,0 \times 10^6$	$9,0 \times 10^5$
4 Inok. JPF	$5,0 \times 10^7$	$1,5 \times 10^6$	$1,5 \times 10^8$
5 Inok. <i>Azospirillum</i> (Azospi.)	$8,0 \times 10^8$	$4,5 \times 10^7$	$1,2 \times 10^5$
6 Inok. <i>Azotobacter</i> (Azotob.)	$6,5 \times 10^8$	$9,5 \times 10^7$	$6,0 \times 10^4$
7 Inok. MVA + Azospi.	$3,3 \times 10^5$	$1,0 \times 10^6$	$6,5 \times 10^6$
8 Inok. MVA + Azotob.	$7,1 \times 10^6$	$3,0 \times 10^6$	$6,0 \times 10^4$
9 Inok. JPF + Azospi.	$1,0 \times 10^6$	$5,0 \times 10^6$	$1,0 \times 10^8$
10 Inok. JPF + Azotob.	$5,0 \times 10^7$	$5,5 \times 10^6$	$4,5 \times 10^8$
11 Inok. MVA + JPF + Azospi. + Azotob.	$1,1 \times 10^6$	$1,7 \times 10^6$	$5,5 \times 10^4$

spp. sebanyak empat kali lipat. Juga Kucey *et al.* (1989) memperlihatkan terjadi peningkatan populasi bakteri pelarut fosfat pada tanah setelah perlakuan inokulasi dengan *Bacillus megatherium* pada tanaman *Vicia faba* dan *Pisum sativum*.

### Percobaan Rumah kaca

Hasil percobaan memperlihatkan adanya respon tanaman terhadap perlakuan inokulasi. Kenyataan ini dapat dilihat dari peningkatan pertumbuhan dan hasil dari tanaman yang diinokulasi dibandingkan dengan tanaman kontrol (tidak diinokulasi) seperti tertera pada tabel 3 dan 4. Dalam hal ini, penggunaan inokulan penambat N dan pelarut fosfat secara tunggal maupun campuran keduanya, serta penggunaan pupuk N dan P dapat meningkatkan berat kering total tanaman maupun hasil jagung. Juga semua perlakuan inokulasi memperlihatkan terjadi peningkatan infeksi perakaran tanaman oleh mikoriza. Kenyataan ini mempertegas bahwa ada saling interaksi yang berdampak positif untuk pertumbuhan tanaman antara jenis-jenis mikroba yang diinokulasi (Tabel 4).

Hasil panen jagung tertinggi diperlihatkan oleh tanaman yang diperlakukan dengan pemupukan N dan P dengan kenaikan sebesar 122,85%. Hasil ini tidak berbeda nyata bila dibandingkan terhadap hasil yang diperlihatkan oleh tanaman yang diinokulasi *Azospirillum* sp. maupun campuran *Azotobacter* dan jamur pelarut fosfat. Kenaikan yang diperoleh akibat dua macam perlakuan inokulasi tersebut masing-masing adalah sebesar 108,84% dan 105,17%. Penggunaan inokulan tunggal *Azospirillum* sp. maupun campuran antara *Azospirillum* sp. dan JPF (*Aspergillus* sp.) memperlihatkan respon positif pada pertumbuhan dan hasil tanaman yang diperlihatkan adanya peningkatan berat kering total tanaman. Inokulasi *Azospirillum* sp. peningkatan berat kering total tanaman adalah sebesar 52,55% dan peningkatan hasil jagung sebesar 108,84% sedangkan inokulasi campuran *Azospirillum* sp. dengan *Aspergillus* sp. peningkatan berat kering total tanaman adalah sebesar 61,83% dan peningkatan hasil tanaman sebesar 43,49% bila

**Tabel 3.** Nilai rata-rata berat kering pertumbuhan tanaman jagung

Perlakuan	Berat Kering (gram/pot)			% Kenaikan Total /Kontrol
	Akar	Brangkasan	Total	
1 Tidak inokulasi (Kontrol)	11,89 c	24,00 b	35,39 d	-
2 Tidak diinokulasi + N + P	13,06 abc	41,01 a	54,07 abc	50,66
3 Inokulasi (inok.) MVA	7,40 c	36,45 ab	43,85 abcd	21,58
4 Inok.JPF	7,64 c	31,45 ab	39,40 cd	9,78
5 Inok <i>Azospirillum</i> (Azospi)	10,39 bc	44,06 a	54,75 abc	52,55
6 Inok <i>Azotobacter</i> (Azotob)	7,23 c	37,24 ab	44,47 abcd	23,91
7 Inok.MVA + Azospi.	7,45 c	32,65 ab	40,62 bcd	13,18
8 Inok.MVA + Azotob	15,57 ab	40,99 a	56,89 ab	58,51
9 JPF + Azospi.	20,32 a	37,60 ab	58,08 a	61,83
10 Inok.JPF + Azotob.	14,13 abc	37,44 ab	51,58 abcd	43,72
11 Inok.MVA + JPF + Azospi. + Azotob.	9,32 bc	35,14 ab	44,74 abcd	24,66

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf p.05 uji Duncan.

**Tabel 4.** Nilai rata-rata hasil panen jagung

Perlakuan	Berat Kering Jagung (gram/pot)	% Kenaikan / Kontrol	% Infeksi akar oleh Mikoriza
1 Tidak inokulasi (Kontrol)	17,20 cd	-	17,00 e
2 Tidak diinokulasi + N + P	38,33 a	122,85	32,33 d
3 Inokulasi MVA	29,22 b	69,80	33,00 d
4 Inok.JPF	26,19 bc	52,27	40,00 c
5 Inok <i>Azospirillum</i> (Azospi)	35,92 a	108,84	59,00 a
6 Inok <i>Azotobacter</i> (Azotob)	15,13 d	40,52	49,00 b
7 Inok. MVA + Azospi.	24,28 bc	40,50	50,00 b
8 Inok.MVA + Azotob	28,62 b	66,40	52,00 b
9 JPF + Azospi.	24,68 bc	43,49	39,33 c
10 Inok JPF + Azotob.	35,39 a	105,17	61,00 a
11 Inok MVA + JPF + Azospi. + Azotob.	25,00 bc	45,35	62,00 a

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf p.05 uji Duncan.

dibandingkan terhadap tanaman kontrol (tidak diinokulasi). Juga kenaikan hasil panen terjadi akibat perlakuan campuran *Aspergillus* sp. dengan *Azotobacter* sp. adalah sebesar 105,17%.

Kenaikan hasil panen jagung pada tanaman yang diinokulasi *Azospirillum* sp. tidak berbeda nyata dibandingkan terhadap tanaman yang diberi pupuk N dan P, maupun yang diinokulasi dengan inokulan campuran

*Azotobacter* sp. dan JPF (*Aspergillus* sp.). Hasil ini mempertegas bahwa penggunaan inokulan yang efektif dan kompetitif dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen tanaman sehingga dapat mengurangi penggunaan pupuk. Kenyataan ini mengandung makna dua macam perlakuan inokulasi ini dapat diterapkan sebagai pengganti pemupukan N dan P.

Alagawadi & Gaur (1988) dalam percobaannya menunjukkan adanya interaksi yang positif antara mikroba penambat Nitrogen (*Azospirillum brasiliense*) dan pelarut Fosfat (*Pseudomonas striata*) yang diinokulasikan pada tanaman gandum, inokulasi keduanya dapat meningkatkan aktivitas reduksi  $C_2H_2$ , kandungan fosfor tersedia dan serapan fosfor dan nitrogen, sehingga dapat meningkatkan hasil gandum.

Peningkatan populasi mikroba pada tanah setelah perlakuan inokulasi tidak terjadi pada tanaman yang diinokulasi *Azotobacter* sp. Populasi bakteri tersebut memperlihatkan jumlah yang tergolong sama sebelum dan sesudah inokulasi dan ditanam. Hal ini terjadi karena bakteri pada tanah akan berkompetisi dengan mikroba lainnya yang diinokulasi untuk dapat hidup dan menempati daerah perakaran. Bakteri yang diberikan ke tanah sebagai inokulan pada umumnya tidak dapat mempertahankan populasinya yang tinggi dan jumlahnya akan menurun sampai batas rendah. Berkurangnya kemampuan inokulan tersebut disebabkan adanya perubahan suhu dan kekeringan (Barea *et al.*, 1975). Demikian juga Singleton & Tavares (1988), mengemukakan bahwa mikroba *indigenous* biasanya telah beradaptasi dengan lingkungan tanaman dan kondisi tanah seperti kelembaban, suhu, pH, dan

kesuburan sehingga terjadi persaingan. Selain itu, jumlah dan efektivitas mikroba *indigenous* juga mempengaruhi respon inokulan yang diberikan ke tanah. Sedangkan Gray & Williams (1977) mengemukakan bahwa kemampuan suatu mikroba beradaptasi dengan lingkungan tempat tumbuhnya yang baru dapat disebabkan ciri genetika mikroba bersangkutan sehingga mampu tumbuh dan berkembangbiak secara baik.

Hal tersebut sesuai dengan hasil percobaan ini yang memperlihatkan bahwa penggunaan inokulan tunggal *Azotobacter* sp. tidak dapat meningkatkan hasil jagung. Panen yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan hasil panen tanaman kontrol. Kenyataan yang serupa terjadi pada percobaan Simpson & Daft (1990) yang memperlihatkan bahwa beberapa inokulan jamur MVA yang dipergunakan dalam percobaan dapat mengurangi berat tanaman jagung dan sorghum. Menurut Bethlenfavay dalam Simpson & Daft (1990), dalam hal ini terjadi pengaruh parasitik yang menyebabkan terbatasnya ketersediaan karbohidrat dalam tanaman. Kemungkinan lain adalah terjadi kompetisi antara inokulan yang diberikan dengan *Azotobacter* asli tanah yang mempunyai jumlah cukup tinggi yaitu sekitar  $1,5 \times 10^5$  hingga  $8,0 \times 10^8$  sel/gram tanah. Glick (1995) mengatakan bahwa kompetisi ini dapat menghilangkan keefektifan dari bakteri. Penggunaan inokulan *Azotobacter* sp. yang dikombinasikan dengan *Aspergillus* sp. memperlihatkan hasil yang berbeda dan lebih baik hasil tanaman bila dibandingkan dengan penggunaan *Azotobacter* sp. sebagai inokulan tunggal. Hasil yang serupa diperlihatkan Widyastuti *et al.* (1997) bahwa adanya peningkatan berat kering tanaman jagung yang diinokulasi dengan *Azotobacter*

*choocicum* dan A.sp.6 sebesar 45% dibandingkan dengan tanaman kontrol pada tanah non steril. Dari hasil percobaan ini tampak ada interaksi mutualistik antara *Azotobacter* sp. dengan *Aspergillus* sp. Widyastuti *et al.* (1997) mengatakan bahwa inokulasi ganda antara mikroba penambat nitrogen dengan mikroba pelarut fosfat akan memberikan keseimbangan hara untuk tanaman, memperbaiki serapan nitrogen dan fosfor oleh akar, yang merupakan mekanisme utama dari interaksi tanaman dan mikroba.

## KESIMPULAN

Penggunaan inokulan penambat nitrogen dan pelarut fosfat baik sebagai inokulan tunggal maupun campuran, umumnya dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen tanaman jagung. Inokulan tunggal *Azospirillum* sp. maupun inokulan campuran *Azotobacter* sp dengan *Aspergillus* sp. mampu memacu pertumbuhan jagung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alagawadi, A.R. & A.C. Gaur. 1988. Interaction between *Azospirillum* and Phosphate Solubilizing Bacteria and The Influence on Yield and Nutrien Uptake of Shorgum. *Zentralbl. Mikrobiol.* 143:637-643.
- Barea, J.M., R. Azcon & D.S. Hayman. 1975. Possible synergistic interactions between endogene and phosphate-solubilizing bacteria in low-phosphate soils. *Dalam: Endomycorrhizas; Proceedings of a symposium*, 1974 (pu. 1975), h.409-417.
- Dates, R.A. 1982. *Assessment of rhizobial status of the soil*. Dalam : Vincent, J.M. (ed). *Nitrogen fixation in legumes*. Academic Press. London.
- Ghai, S.K. & G. V. Thomas. 1989. Occurrence of *Azospirillum* spp. in coconut-based forming systems. *Plant and Soil* 114:235-241.
- Gerderman, J.W. & T.H. Nicolson. 1963. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Tran.Brit.Mycol.Soc.* 46:235-244.
- Glick, B.R. 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Can.J.Microbiol.* 41:109-117.
- Gray, T.R.G. & S.T. Williams. 1977. *Soil Microorganisms*. Longman Group Limited. London. 240 h.
- Kucey, R.M.N., N.H. Janzend & M.E. Legett. 1989. Microbiolly mediated increases in plant – aviable phosphorus. *Adv. In Agronomy* 42:199-228.
- Piccini, D. & R. Azcon. 1987. Effect of phosphate-solubilizing bacteria and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the utilization of bayovar rock phosphate by alfalfa plants using a sand-vermiculite medium. *Plant and Soil.* 101 : 45-50.
- Setiadi, Y. 1989. *Pemanfaatan Mikroorganisme dalam Kehutanan*. Institut Pertanian Bogor. 103 h.
- Simpson, D. & M.J. Daft. 1990. Interactions between water-stress and different mycorrhizal inoculan on plant growth and mycorrhizal development in maize and sorghum. *Plant and Soil* 121:179-186.

## **Daya Pacu Pelarut Fosfat**

- Singleton, P.W. & J.W. Tavares. 1988. Inoculation response of legumes in relation to the number and effectiveness of indigenous *Rhizobium* population. *Appl. Environm. Microb.* h. 1013 – 1018.
- Subba Rao, N.S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Penerbit Universitas Indonesia. 353 h.
- Sundara Rao, W.V.B. & M.K. Sinha. 1963. Phosphate Dissolving Microorganism in The Soil and Rhizosphere. *Indian J. Agric. Sci.* 33:272-278.
- Widyastuti, R., D.A. Santosa, & A. Iswandi. 1997. Penatagunaan Tanah Sebagai Perangkat Penataan Ruang Dalam Rangka Meningkatkan Kesejahteraan Rakyat. *Prosiding Kongres Nasional VI HITI*. Himpunan Ilmu Tanah Indonesia. h. 451-466.