

Efektivitas Asosiasi Inokulan Campuran Bakteri Rhizosfer dengan Tanaman Jagung Varietas Srikandi pada Tanah Latosol Lampung

S. Gandanegara[✉], I. Sugoro, & S. Slamet
Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional

ABSTRACT

The Effectiveness of Rhizospheric Bacteria Mix Inoculant Associated with Maize in Latosol Lampung Soil. Two greenhouse experiments were carried out to evaluate the effectiveness of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) inoculants on plant growth of maize. In the first experiments, eleven single isolates were screened for association effectiveness with maize. Inoculation improved plant performance by increasing roots, shoots and total plant dry weight. Five isolates with the increase of plant dry weight ranging from 27-47% over control were then selected for mixed inoculants. In the second experiment, ten mixed inoculants consisted of 3 single isolates were evaluated on plant growth, N plant yield, and N derived from fertilizer and contribution from fixation. The later parameter was determined by ¹⁵N method. Three mixed inoculants namely M5, M8, and M9 showed higher effectiveness with the increase of plant weight 27-29% over control. Plant N yield of plants inoculated with those mixed inoculants were 176-194 mg N/pot as compared to 144 mg N/pot in control plants. Lower ¹⁵N excess atom % in inoculated plants indicated some N contribution from fixation which ranged from 15 -21%.

Key words : mixed inoculants, ¹⁵N method, maize, latosol

PENDAHULUAN

Bakteri tanah *Azospirillum* termasuk kelompok Rhizobakteria Pemacu Pertumbuhan Tanaman (RPPT) yang dikenal dapat memproduksi hormon pertumbuhan tanaman terutama Indole Acetic Acid (IAA) selain mampu memfiksasi nitrogen. Kontribusi N dari fiksasi adalah rendah dan hanya berkisar antara 5 - 18% (Bashan & Holquin, 1997). Pengaruh inokulasi *Azospirillum* terhadap sifat agronomi tanaman telah lama diteliti, dan mampu meningkatkan biomassa, produksi,

maupun perbaikan nutrisi mineral N tanaman serealia (Fages, 1994; Okon & Labandera-Gonzales, 1994).

Usaha untuk menggunakan bakteri *Azospirillum* sebagai pupuk hayati tanaman serealia sudah lama dilakukan. Pupuk hayati *Azospirillum* strain CRT 1 untuk tanam- an jagung telah tersedia di Eropa (Dobbelaere *et al.*, 2001), walaupun evaluasi terhadap 20 tahun pengujian lapang inokulasi *Azospirillum* dengan strain tunggal di berbagai negara menunjukkan hasil yang tidak konsisten (Okon & Labandera-Gonzales, 1994:

✉ Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional, Jakarta

Bashan & Holquin, 1997). Hal tersebut mendorong pemilihan inokulan campuran (*mixed inoculant*) untuk pupuk hayati, yaitu ko-inokulasi *Azospirillum* dengan rhizobakteria lain yang dapat bekerja secara sinergis (Bashan & Holquin, 1997), dengan tujuan saling menstimulasi masing-masing strain berdasarkan mekanisme penghilangan penghambat dan penyediaan hara. Inokulan campuran umumnya terdiri dari beberapa strain unggul dalam memproduksi hormon pertumbuhan dan memfiksasi N₂ ataupun melarutkan fosfat (Malik *et al.*, 1997).

Selain berbagai keunggulan tersebut, asal strain dan kesesuaiannya terhadap lahan merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam memilih strain komponen multi-strain. Pengujian keefektifan asosiasi sejumlah isolat *Azospirillum* dengan tanaman jagung di tanah masam menunjukkan bahwa isolat dengan kemampuan memproduksi hormon pertumbuhan yang tinggi belum tentu mampu beradaptasi lebih baik pada tanah masam (Gandanegara *et al.*, 2002). Keefektifan asosiasi yang tinggi antara strain *Azospirillum* dengan tanaman diperoleh juga dari penggunaan strain yang diisolasi dari akar tanaman sejenis, dengan istilah *strain homolog* seperti yang dikemukakan Sumner *et al.*, 1990, terutama pada lahan yang mengandung bakteri rhizosfer alami (Boddey *et al.*, 1986).

Pada penelitian ini dilakukan seleksi isolat bakteri rhizosfer yang mampu beradaptasi dengan tanah latosol Lampung, serta menguji inokulan campuran terhadap penampilan pertumbuhan dan kandungan N tanaman.

BAHAN DAN CARA KERJA

Asal isolat bakteri rhizosfer yang digunakan

Pada percobaan ini digunakan sebelas isolat bakteri rhizosfer yang berasal dari akar tanaman jagung yang ditumbuhkan dengan rhizosfer dari sejumlah lokasi kebun jagung. Sembilan isolat berasal dari desa sepanjang jalan antara Jakarta dan Bogor, dan dua isolat berasal dari desa Metro Kibang dan Seputih Raman di Provinsi Lampung (Tabel 1). Semua isolat mampu memproduksi IAA dengan kisaran 66-100 µg/ml (belum dipublikasi).

Pengujian keefektifan asosiasi isolat dengan tanaman jagung.

Pengujian keefektifan asosiasi isolat bakteri rhizosfer dengan tanaman jagung terdiri dari dua percobaan pot dengan menggunakan varietas Srikandi. Percobaan menggunakan kecambah jagung umur dua hari dengan cara penanaman seperti pada percobaan sebelumnya. Inokulan diberikan pada kecambah jagung pada taraf 10⁷ cfu/kecambah dengan "*aqueous peat solution*" menurut metode Somasegaran dan Hoben (1994). Perlakuan kontrol adalah tanaman yang tidak diinokulasi (K1). Tanaman ditumbuhkan dengan tanah latosol yang berasal dari Kebun Percobaan (KP) Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Lampung di Natar, Lampung Selatan.

Tanah yang digunakan memiliki sifat kimia dan fisika sebagai berikut, pH (H₂O) 5,80; N(Kjeldahl) 0,10%; P(Bray-1) 8,80 ppm; KTK 15,34 me/100 g, Tekstur pasir : debu: liat = 7% : 24% : 69%. Jumlah total bakteri adalah 0,8 x 10⁵ sel/g tanah.

Keefektifan asosiasi inokulan bakteri rhizosfer dengan tanaman jagung ditentukan dengan kenaikan bobot kering

seluruh tanaman terhadap bobot kering tanaman K1. Pada percobaan 1 digunakan 11 isolat bakteri rhizosfer Tanaman ditumbuhkan pada pot dengan kapasitas 1 kg dan dipanen ketika berumur 4 minggu.

Percobaan 2 merupakan pengujian 10 kombinasi inokulan campuran yang terdiri dari 3 isolat dari lima isolat terpilih dari percobaan 1. Lima isolat tersebut dipilih dari kenaikan bobot kering tanaman yang tinggi terhadap kontrol. Percobaan menggunakan pot dengan kapasitas 2 kg tanah kering udara. Tanaman dipanen pada waktu berumur 6 minggu. Pada percobaan ini dilakukan penghitungan N yang berasal dari pupuk N dan perkiraan kontribusi dari N dengan metode ¹⁵N. Senyawa ¹⁵N diberikan dalam bentuk pupuk (¹⁵NH₄)₂SO₄ pada 0,50 % ekses atom ¹⁵N. Pemberian pupuk dilakukan dua kali masing-masing setara dengan 30 kg N/ha bersamaan dengan pemberian pupuk P dan K seminggu setelah tanam, dan 30 kg N/ha pada waktu tanaman berumur sebulan (atau total 60 kg N/ha atau 671 mg N)/pot

Rumus yang berkaitan dengan metode ¹⁵N

N yang berasal dari pupuk (Zapata, 1990):

$$\text{Persentase N yang berasal dari pupuk (Nbdp)} = \frac{\text{e.a. \% } ^{15}\text{N sampel}}{\text{e.a. \% } ^{15}\text{N pupuk}}$$

$$\text{Jumlah N yang berasal dari pupuk (Nbdp)} = \% \text{ Nbdp} \times \text{N total tanaman}$$

$$\text{Kontribusi dari N Fiksasi} = \left(1 - \frac{\text{e.a. \% } ^{15}\text{N Ti}}{\text{e.a. \% } ^{15}\text{N K1}} \right) \times 100\% \quad (\text{Malik et al., 1997})$$

Keterangan : e.a. = ekses atom
 Ti = Tanaman yang diinokulasi
 K1 = Tanaman tidak diinokulasi

Kedua percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 5 ulangan. Pada percobaan 1, perlakuan adalah kontrol (tanpa inokulasi) dan inokulasi dengan 11 isolat bakteri rhizosfer. Perlakuan pada percobaan 2 adalah kontrol (tanpa inokulasi) dan inokulasi dengan 10 inokulan campuran. Data dianalisis dengan Program MSTAT versi 4.0 dengan Uji Beda Nyata Terkecil pada taraf P<0,05.

Penentuan persentase (%) N, kandungan N total tanaman dan N yang berasal dari pupuk

Pada waktu panen dilakukan pemisahan antara akar dengan tanaman bagian atas. Bagian tanaman kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C selama dua hari, kemudian ditimbang untuk mendapatkan bobot kering. Pada percobaan 2 dilakukan penentuan persentase %N bagian atas tanaman dengan metode Kjeldahl. Ekses atom % ¹⁵N sampel tanaman kemudian ditentukan dengan ¹⁵N analyser YASCO Model N 151.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan tanaman

Inokulasi sejumlah strain bakteri rhizosfer meningkatkan pertumbuhan bagian tanaman jagung (akar atau tanaman bagian atas) seperti terlihat pada Tabel 1. Sebagian isolat lebih berfungsi untuk meningkatkan bobot akar dan yang lain meningkatkan bobot tanaman bagian atas. Dilihat dari kenaikan bobot kering tanaman yang diinokulasi terhadap bobot kering tanaman kontrol (K1), tiga isolat yaitu BtJ. No. 28 dan BtJ. No. 31, dan BtJ. No. 33 dikategorikan kurang efektif didasarkan pada kenaikan bobot kering seluruh tanaman yang diinokulasi rendah (11 - 19%) terhadap bobot tanaman kontrol. Isolat BtJ. No. 35 dan BtJ. No. 36 yang masing-masing diisolasi dari desa Cinangka dan Kemang menunjukkan keefektifan asosiasi yang tinggi dengan kenaikan bobot kering tanaman sekitar 40 - 47% di atas kontrol. Enam isolat yang lain menunjukkan keefektifan asosiasi yang

sedang dengan kenaikan bobot seluruh tanaman sekitar 23 - 32% di atas kontrol. Lima isolat bakteri kemudian dipilih, berdasarkan kemampuan meningkatkan bobot kering seluruh tanaman 27 - 47% terhadap bobot tanaman kontrol, serta kemampuan tetap hidup (*survival*) yang lebih tinggi yang ditunjukkan oleh isolat BtJ. No. 52-b pada percobaan sebelumnya (belum dipublikasi).

Pengaruh inokulasi campuran terhadap pertumbuhan tanaman pada percobaan ke dua dapat dilihat pada Tabel 2. Dari sepuluh inokulan campuran yang diuji tampak bahwa M5, M 8 dan M9 yang masing-masing merupakan kombinasi campuran isolat (BtJ. No. 32+ BtJ. 36+BtJ. 52-b), (BtJ. No. 35+ BtJ. 36+BtJ. 52-b) dan (BtJ. No. 36+ BtJ. 46-c+BtJ. 52-b) lebih efektif yang ditunjukkan dengan bobot kering bagian tanaman (akar, batang dan seluruh tanaman) yang lebih tinggi dibandingkan dengan inokulan yang lainnya.

Tabel 1. Asal isolat bakteri rhizosfer dan pengaruh inokulasinya terhadap pertumbuhan tanaman

Isolat	Asal isolat	BK A, g/pot	BK.B, g/pot	BK (A+B), g/pot	Kenaikan BK thd K1, (%)
BtJ. No. 28	Cinangka	0,59	0,86	1,45	--
BtJ. No. 29	Pondok Cabe	0,77	1,06	1,83	23
BtJ. No. 30	Parung	0,75	1,10	1,85	24
BtJ. No. 31	Semplak	0,64	1,02	1,66	11
BtJ. No. 32	Pondok Cabe	0,80	1,09	1,89	27
BtJ. No. 33	Semplak	0,70	1,07	1,77	19
BtJ. No. 35	Cinangka	0,88	1,21	2,09	40
BtJ. No. 36	Kemang	0,78	1,41	2,19	47
BtJ. No. 37	Parung	0,77	1,10	1,87	26
BtJ. No. 46-c	Metro Kibang	0,95	1,02	1,97	32
BtJ. No. 52-b	Seputih Raman	0,79	1,04	1,83	23
Tidak diinokulasi (K1)					
BNT 5%		t.n.	t.n.	t.n.	
K.K., %		12	11	17	

BK = Bobot Kering ; A = Akar ; B = Tanaman bagian atas Seluruh Tanaman = (A+B)

Persentase (%N), kandungan N total tanaman, dan N yang berasal dari pupuk N

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa inokulasi bakteri rhizosfer campuran tidak berpengaruh pada persentase (%) N tanaman. Kenaikan pertumbuhan bagian atas karena inokulasi dengan M 5, M 8, dan M 9 menghasilkan kandungan N tanaman yang diinokulasi dengan ketiga inokulan tersebut yaitu sekitar 176 - 194 mg N/pot dibandingkan dengan kandungan N total tanaman K1 yaitu 144 mg N/pot.

Persentase atom eksek ^{15}N berkisar antara 0,234 - 0,250% pada tanaman yang diinokulasi dan 0,298% pada tanaman K1. Nilai persen eksek atom ^{15}N pada tanaman yang diinokulasi yang lebih rendah dibandingkan dengan tanaman K1 menunjukkan indikasi adanya kontribusi N_2 dari sumber nitrogen lain (Zapata, 1990). Diduga sumber nitrogen tersebut adalah N_2 yang difiksasi oleh strain yang diinokulasi. Seandainya tanah yang digunakan tidak mengandung bakteri rhizosfer alami yang mampu memfiksasi N_2 , tanaman K1 dapat berfungsi sebagai

tanaman kontrol pada pengurangan N fiksasi tanaman yang diinokulasi (Malik *et al.*, 1997). Selanjutnya N yang berasal dari fiksasi dapat dihitung yaitu berkisar antara 15 - 21 %. Pada kedua percobaan ini diduga tanah mengandung bakteri rhizosfer yang efektif yang dilihat dari bobot kering akar tanaman yang diinokulasi yang tidak berbeda nyata dengan bobot akar tanaman K1 (Tabel 2). Pada asosiasi bakteri rhizosfer-tanaman sereal tidak terbentuk organ khusus seperti bintil akar pada simbiosis *Rhizobium* dengan tanaman legum, yang memberi kemudahan untuk melihat keberadaan bakteri rhizosfer yang efektif. Dengan tidak tersedianya fasilitas tersebut kontribusi N_2 dari fiksasi bakteri alami pada asosiasinya dengan tanaman sereal sebaiknya ditentukan. Dengan memberikan pupuk N pada taraf yang lebih tinggi untuk tanaman kontrol sehingga dapat menekan aktivitas bakteri alami, Malik *et al.*, 1997 dapat menentukan jumlah N yang berasal dari fiksasi bakteri rhizosfer alami yaitu 2,3% sedangkan dari inokulasi *Azospirillum* sekitar 28,9%.

Tabel 2. Pengaruh inokulan campuran terhadap pertumbuhan bagian tanaman (Percobaan 2)

Kode	Campuran isolat	BK A, g/pot	BK B, g/pot	BK (A+B), g/pot	Kenaikan Bk thd K1
M1	(BtJ. 32 + 35 + 36)	3,84	8,64	12,48	9
M2	(BtJ. 32 + 35 + 46-c)	4,10	8,70	12,80	12
M3	(BtJ. 32 + 35 + 52-b)	4,54	8,76	13,30	16
M4	(Btj. 32 + 36 + 46-c)	4,07	8,82	12,89	13
M5	(BtJ. 32 + 36 + 52-b)	4,80	10,00	14,80	29
M6	(BtJ. 32 + 46-c + 52-b)	4,77	8,63	13,40	17
M7	(BtJ. 35 + 36 + 46-c)	3,13	9,06	12,19	7
M8	(BtJ. 35+ 36+ 52-b)	4,85	9,61	14,46	27
M9	(BtJ. 36+ 46-c+ 52-b)	5,24	9,56	14,80	27
M10	(BtJ. 35+ 46-c+ 52-b)	4,69	9,34	14,03	23
K1	Tidak diinokulasi	2,90	8,53	11,43	--
BNT5%		t.n.	t.n.	2,21	
K.K., %			12	10	

Tabel 3. Pengaruh inokulasi terhadap persentase N, kandungan N total tanaman, Ekses atom % ^{15}N , serta N yang berasal dari pupuk N (Percobaan 2).

Inokulan campuran	%N	Kandungan N total, mg N/pot	Ekses atom ^{15}N , %	N yg berasal dari pupuk, %	mgN/pot	Nbdfik, %
M1	1,86	167	0,250	50,0	84	16
M2	1,93	150	0,246	49,2	74	17
M3	1,73	155	0,248	52,4	81	17
M4	1,77	171	0,240	48,0	82	20
M5	1,93	194	0,235	47,0	91	21
M6	1,95	161	0,248	49,6	80	17
M7	1,87	160	0,244	48,8	78	18
M8	2,00	177	0,238	48,6	84	20
M9	1,84	176	0,234	46,8	82	21
M10	1,87	168	0,242	48,4	81	19
K1	1,81	144	0,298	59,6	86	
BNT 5%	t.n.	26	t.n.	t.n.	t.n.	
K.K., %	11	12	16	13	16	

Nbdfik := % kontribusi N dari fiksasi

Kesesuaian bakteri rhizosfer lain dalam suatu inokulan campuran dapat dilihat pada inokulan yang efektif yaitu M5. Inokulan tersebut mengandung isolat BtJ. No. 32 yang tidak menunjukkan sifat sebagai *Azospirillum* ketika diuji dengan media khusus CCM dengan pewarna Congo Red (Hegazi *et al.*, 1998a). Selain dari *Azospirillum* bakteri rhizosfer lainnya diketahui mampu berasosiasi dengan tanaman jagung. Hegazi *et al.* (1998b) lebih lanjut mendapatkan bahwa bakteri *Bacillus* menunjukkan keefektifan yang tinggi dengan tanaman jagung. Dalam inokulan bakteri rhizosfer *Biopower* untuk tanaman padi yang dipasarkan di Pakistan, terkandung sejumlah bakteri rhizosfer selain *Azospirillum*, seperti *Zoogloea*, *Pseudomonas* dan *Azoarcus* (Malik *et al.*, 1997).

KESIMPULAN

Isolat bakteri rhizosfer BtJ. 35 dan BtJ. No. 36 menunjukkan keefektifan asosiasi yang tinggi dengan tanaman

jagung varietas Srikandi, yang ditunjukkan dengan kenaikan bobot tanaman 40- 47% di atas bobot tanaman kontrol. Enam isolat lainnya memberikan kenaikan bobot seluruh tanaman yang berkisar antara 23-32% di atas kontrol.

Keefektifan asosiasi suatu inokulan campuran akan tergantung dari keefektifan masing-masing isolat komponen dan kesesuaian dengan isolat komponen yang lain. Tiga inokulan campuran (M5, M8 dan M9) menunjukkan keefektifan asosiasi yang tinggi. Hal ini ditunjukkan dari kenaikan bobot tanaman (27-29%) dan kandungan N yang berbeda nyata dengan tanaman kontrol.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Kepala Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, Batan atas izin dan fasilitas yang diberikan pada penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh teknisi Kelompok Tanah dan Nutrisi Tanaman, Bidang Pertanian

dan sdr. Anastasia Damayanti atas segala bantuan sehingga penelitian ini dapat selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Bashan, Y., & G. Holquin. 1997. *Azospirillum* - plant relationship : environmental and physiological advances (1990-1996). *Can J. Microbiol.* 43:102-121.
- Boddey, R. M., V. L. Baldani, J. I. Baldani, & J. Dobereiner. 1986. Effect of inoculation of *Azospirillum* spp on nitrogen accumulation by field grown wheat. *Plant and Soil.* 95: 109- 114.
- Dobbelaere, S., A. Croonenborghs, A. Thys, D. Ptacek, J. Vanderleyden, P. Dutto, C. Labandera-Gonzales, J. Cabellero-Mellado, J. F. Aguirre, Y. Kalpunik, S. Brener, S. Burdman, D. Kadouri, S. Sarig, & Y. Okon. 2001. Responses to agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. *Aust. J. Plant Physiol.* 28: 871-879.
- Fages, J. 1994. *Azospirillum* Inoculant and Field Experiments. Dalam : Okon, Y. (ed.). *Azospirillum/Plant Association*. Boca Raton, Fla. 77-85.
- Gandanegara, S., Slamet, & Idawati. 2002. Keefektifan strain *Azospirillum* dengan tanaman jagung. *J. Stigma X* (4) : 340-343.
- Hegazi, N. A., M. A. Hamza, A. Osman, S. Ali, M. Sidik, & M. Fayez. 1998a. Modified combined carbon deficient medium for isolation, enumeration and mass production of diazotrophs. Dalam : Malik, K. A. et al. (eds.). *Nitrogen Fixation with Non Legumes*. Kluwer Academic Publishers, Great Britain. h. 247-253.
- Hegazi, N. A., M. Fayez, G. Amin, M. A. Hamza, M. Abbas, N. Youssef, & M. Monib. 1998b. Diazotrophs associated with non-legumes grown in sandy soils. Dalam : Malik, K. A. et al. (eds.). *Nitrogen Fixation with Non Legumes*. Kluwer Academic Publishers, Great Britain. h. 209-222.
- Malik, K. A., R. Bilal., S. Mehnaz., G. Rasul., M. S. Mirza, & S. Ali. 1997. Association of nitrogen fixing, plant-growth-promoting rhizobacteria (PGPR) with kallar grass and rice. *Plant and Soil.* 194: 37-44.
- Okon, Y. & C. A. Labandera-Gonzales, 1994. Agronomic application of *Azospirillum* : an avaluation of 20 years worldwide field inoculation. *Soil Biol Biochem.* 26: 1591-1601.
- Somasegaran, P. & H. J. Hoben. 1994. *Handbook for Rhizobia*. Springer-Verlag, New York, Berlin, Hildeberg.
- Sumner, M. E. 1990. Crop responses to *Azospirillum* inoculation . *Adv. Soil. Sci.* 12
- Zapata, F. 1990. Isotope techniques in soil fertility and plant nutrition studies, in Use of Nuclear Techniques in Studies of Soil-Plant Relationships, IAEA,Vienna, *Training Course Series*, No. 2 : 35-40.