

**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK HAYATI
Azotobacter sp DAN PUPUK N
TERHADAP HASIL TOMAT (*Lycopersicon
esculentum* Mill.) PADA TANAH ULTISOL**

Zozy Aneloi Noli

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas

ABSTRACT

An experiment to evaluate effects of inoculation of *Azotobacter* sp. and nitrogen fertilizers on tomato plant was conducted in the green house of Faculty of Agriculture, Padjadjaran University. The experiment was arranged in a factorial Randomized Block Design (RBD) with three replications. The first factor was *Azotobacter* sp inoculant (i) consisted of three levels i.e. no inoculation, 2.25×10^6 cells per plant, and 4.5×10^6 cells per plant. The second factor was N fertilizer (n) consisted of four levels i.e. 0 kg ha^{-1} , 45 kg ha^{-1} , 90 kg ha^{-1} , and 135 kg ha^{-1} .

Based on result of experiment, following conclusions were drawn:

1. The interaction effect between *Azotobacter* sp. and N fertilizer was observed on *Azotobacter* sp. population and yield of tomato.
2. The optimum rate of N fertilizer of tomato on soil inoculated by *Azotobacter* sp. was lower than that without inoculation with highest yield obtained higher.

PENDAHULUAN

Selama dua dasawarsa terakhir, produksi pertanian terus meningkat, baik di negara-negara maju maupun di negara-negara berkembang, termasuk di Indonesia. Hal ini disebabkan karena digunakannya kultivar-kultivar unggul yang produktivitasnya tinggi yang tanggap terhadap pemupukan dan meningkatnya penggunaan pupuk buatan, tetapi sejauh ini peningkatan produktivitas tersebut ternyata diikuti dengan konsumsi energi dalam energi

yang tidak dapat diperbaharui yang bertambah secara eksponensial. Hal ini berkaitan dengan terbatasnya bahan bakar fosil yang digunakan untuk memproduksi pupuk buatan sehingga pada masa yang akan datang, karena semakin mahalnya biaya untuk menghasilkan energi, energi akan menjadi faktor pembatas bagi peningkatan produksi pertanian (Subba Rao, 1982; Martinez-Toledo dkk, 1988; Arief, 1994; Suwanto dan Tjahjoleksono, 1994).

Disamping hal diatas, pengalihan lahan pertanian bagi keperluan lain seperti pemukiman dan industri memaksa kita mengalihkan lahan pertanian ke lahan marginal seperti lahan dengan tanah ultisol. Tanah ini pada umumnya miskin hara dengan produktivitas rendah. Walaupun dinilai cukup potensial untuk dikembangkan karena sebarannya yang cukup luas di Indonesia, yaitu mencakup sekitar 48 juta ha atau sekitar 56% dari seluruh lahan kering di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan akan unsur hara bagi tanaman diperlukan pupuk dalam jumlah yang besar (Hardjowigeno, 1992).

Padahal, disamping terbatasnya energi untuk memproduksi pupuk buatan sehingga harga pupuk akan semakin mahal, kita juga dihadapkan pada masalah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh penggunaan pupuk buatan tersebut. Arief (1994) mengatakan bahwa penggunaan pupuk buatan menimbulkan masalah lingkungan seperti polusi air tanah, terbentuknya nitrosamin yang diduga merupakan zat karsinogen, perusakan lapisan ozon di stratosfer, dan terjadinya hujan asam yang ditimbulkan oleh berlimpahnya NO_x . Untuk memulihkan lingkungan dari pencemaran, diperlukan waktu dan biaya yang besar.

Oleh karena itu, strategi untuk mengatasi masalah ini sangatlah penting dan mendesak. Penerapan bioteknologi, dalam hal ini pemanfaatan mikroba sebagai biofertilizer atau pupuk hayati, merupakan alternatif yang perlu mendapat perhatian. Selain murah dan mudah didapat, penggunaan mikroba sebagai pupuk hayati juga efisien dalam pemanfaatan energi dan selaras dengan lingkungan.

Beberapa mikroba diketahui mampu memberikan sumbangan yang tidak sedikit dalam suplai unsur hara. Jasad renik yang akhir-akhir ini diketahui berpotensi tinggi untuk dimanfaatkan adalah bakteri penambat nitrogen *Azotobacter* sp.

Azotobacter sp, termasuk bakteri nonsimbiotik yang mampu menambat N dari udara. Perhatian banyak ditujukan pada *Azotobacter* sp, karena berpeluang tinggi untuk mengintroduksinya ke dalam tanah guna meningkatkan hasil tanaman. Para pakar Rusia melaporkan bahwa terdapat kenaikan hasil sereal, tembakau, kapas, dan gula bit sebesar 20% setelah tanah diinokulasi dengan *Azotobacter* sp (Hamdi, 1982; Iywardi Anas dkk,

1989; Sutedjo dkk, 1991). Berdasarkan hasil penelitian lain, inokulasi dengan *Azotobacter* sp dapat menaikkan hasil sekitar 15-60% dan dapat mengurangi penggunaan pupuk buatan hingga 30% (Ayanaba, 1977; Hamdi, 1982; Subba Rao, 1982; Paul dan Clark, 1989). Namun bagaimana pengaruh inokulasi *Azotobacter* ini terhadap hasil tanaman tomat dan sejauh mana inokulasi mikroba ini dapat mengurangi kebutuhan akan pupuk nitrogen buatan sampai saat ini masih belum banyak diungkap, padahal tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.), merupakan komoditas hortikultura yang banyak diusahakan petani Indonesia karena bernilai ekonomi dan merupakan salah satu bahan makanan sayuran buah yang bernilai gizi tinggi, terutama sebagai sumber vitamin C (Etty Sumiati, 1983). Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh inokulasi *Azotobacter* sp terhadap hasil tanaman tomat dan sejauh mana inokulasi ini mampu mengurangi kebutuhan pupuk nitrogen buatan.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Tanah dan rumah Kaca Fakultas Pertanian UNPAD. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah inokulasi *Azotobacter* sp (I) dengan 3 taraf, yaitu : (1) tanpa inokulasi (i0), (2) inokulasi dengan kepadatan populasi $2,25 \times 10^6$ sel per tanaman (i1), dan (3) inokulasi dengan kepadatan populasi $4,5 \times 10^6$ sel per tanaman (i2). Faktor kedua adalah pemberian pupuk N yang terdiri atas 4 taraf, yaitu : (1) 0 kg/ha N (n0), (2) 45 kg/ha N (n1), 90 kg/ha N (n2), dan (4) 135 kg/ha N (n3).

Pelaksanaan percobaan meliputi beberapa tahap kerja yaitu :

I. Persiapan

Persiapan media tanam, meliputi : pengambilan tanah, pengayakan, penimbangan, penentuan kapasitas lapang dan pemberian pupuk dasar. Persiapan tanaman indikator meliputi penyemaian tomat, pemindahan tomat ke bumbunan dan pemindahan tanaman ke pot percobaan. Persiapan pupuk N yaitu penimbangan pupuk sesuai perlakuan dan persiapan inokulan meliputi beberapa tahap yaitu isolasi, purifikasi dan perbanyakan inokulan.

2. Inokulasi

Inokulasi tanaman dengan *Azotobacter* sp dilakukan pada saat tanaman dipindahkan ke pot percobaan.

3. Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap variabel-variabel tinggi, populasi *Azotobacter* sp tanah dan bobot buah segar tanaman tomat.

4. Analisis Data

Semua data variabel respons dianalisis secara statistik yaitu secara univariat dan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Untuk melihat efek interaksi antara kedua faktor yang diuji dilakukan pelacakan efek interaksi yang dilanjutkan dengan uji SNK.

Respon tanaman tomat yang terukur dengan bobot buah segar per tanaman terhadap pupuk N dilacak dengan analisis permukaan respons untuk mengetahui dosis optimum pemupukan N pada masing-masing tanaman pada setiap taraf inokulasi mikroba (Meyers, 1971). Kurva-kurva yang diperoleh diuji dengan uji ketidaksejajaran dan ketidakberimpitan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Populasi *Azotobacter* sp tanah

Pengaruh pupuk N yang diaplikasikan pada berbagai taraf terhadap populasi *Azotobacter* sp tanah bergantung pada kepadatan populasi inokulan *Azotobacter* sp. kebergantungan itu tampak pada Tabel 1.

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa populasi *Azotobacter* sp. tanah di pengaruhi oleh taraf inokulan dan takaran pupuk N yang diberikan kepada tanaman. Pada setiap taraf pupuk N yang diberikan, pengaruh inokulan memperlihatkan perbedaan yang nyata. Demikian pula sebaliknya, pengaruh pupuk N pada setiap taraf inokulan. populasi *Azotobacter* sp tanah yang paling tinggi didapatkan pada pemberian inokulan *Azotobacter* sp. sebanyak $4,5 \times 10^5$ sel per tanaman bersama pemberian 45 kg ha⁻¹ pupuk N dan terendah pada tanpa pemberian inokulan bersama pemberian 135 kg ha⁻¹ pupuk N. Pemberian inokulan *Azotobacter* sp. kedalam tanah mutlak diperlukan untuk meningkatkan jumlah bakteri tersebut didalam tanah karena, walaupun bakteri umumnya selalu terdapat didalam tanah, jumlahnya sedikit sehingga perannya kecil dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Tabel 1. Populasi *Azotobacter* sp. tanah yang diberi inokulan *Azotobacter* sp. dan pupuk N

Inokulan <i>Azotobacter</i> sp. (x 10 ⁶ sel per tanaman)	Pupuk N (kg ha ⁻¹)			
	0	45	90	135
0	45,67 a (B)	46,67 a (B)	44,33 a (B)	18,00 a (A)
2,25	138,00 b (B)	219,67 b (D)	185,00 b (C)	92,67 b (A)
4,50	138,33 b (B)	306,00 c (D)	277,33 c (C)	105,33 c (A)

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada setiap kolom dan angka-angka yang diikuti oleh huruf besar yang sama pada setiap baris tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf uji 5%.

Populasi *Azotobacter* sp. tanah dipengaruhi oleh takaran pupuk N yang diberikan. Dengan pemberian pupuk N 45 atau 90 kg ha⁻¹ populasi *Azotobacter* sp. tanah lebih tinggi, kecuali untuk yang tidak diberi inokulan. Dengan pemberian pupuk N sebanyak 135 kg ha⁻¹ populasi *Azotobacter* sp. didalam tanah lebih rendah, bahkan lebih rendah daripada tanpa N.

Tabel 2. Efek interaksi pupuk N dengan inokulan *Azotobacter* sp. terhadap populasi *Azotobacter* sp. tanah.

Inokulan	Pupuk N (kg ha ⁻¹)					
	45<>0	90<>0	135<>0	90<>45	135<>45	135<>90
x 10 ⁶ sel per tanaman						
0	1,00	-1,34	-27,64	-2,34	-28,67	-28,33
2,25	81,67	47,00	-45,33	34,67	-127,00	-92,33
4,50	167,67	9,00	-33,00	-78,67	-200,67	-122,00

Keterangan: Semua efek interaksi nyata bermakna berdasarkan uji SNK pada taraf uji 0,05. Tanda <> menunjukkan perbandingan.

Berdasarkan pelacakan efek interaksi kepadatan populasi inokulan *Azotobacter* sp. dengan pupuk N (Tabel 2), dibandingkan dengan tanpa pemberian pupuk N terlihat bahwa dengan pupuk 45 kg ha⁻¹ jumlah populasi *Azotobacter* sp. tanah jauh lebih tinggi dengan inokulasi daripada tanpa inokulasi, sedangkan dengan pemberian pupuk N dengan takaran lebih tinggi, sebaliknya, malah jauh lebih rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Mishutin dan Shilnikova (1968) yang menyatakan bahwa adanya peningkatan nitrogen tanah akan menghambat perkembangan bakteri *Azotobacter* sp. Subba Rao (1982) mengemukakan bahwa penambahan pupuk N pada tanah dapat menghambat pertumbuhan *Azotobacter* sp. Hasil penelitian Martinez-Toledo dkk. (1988) juga memperlihatkan bahwa inokulasi *Azotobacter* sp. terhadap tanaman jagung lebih efisien pada dosis urea yang rendah (40 kg ha⁻¹) daripada pada dosis Urea yang tinggi (80 kg ha⁻¹).

2. Tinggi Tanaman Tomat

Efek interaksi inokulan *Azotobacter* sp. dengan pupuk N terhadap tinggi tanaman tomat pada fase vegetatif akhir tidak teruji walaupun efek inokulan dan efek pupuk masing-masing teruji nyata. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tinggi tanaman tomat pada fase vegetatif akhir karena pemberian inokulan *Azotobacter* sp dan pupuk N

Inokulan <i>Azotobacter</i> sp. (x10 ⁶ sel per tanaman)	Pupuk N (kg ha ⁻¹)			
	0	45	90	135
0	48,23 a (A)	51,30 a (B)	53,23 a (C)	56,26 a (D)
2,25	52,56 b (A)	55,36 b (B)	56,93 b (C)	57,63 b (C)
4,50	53,06 b (A)	55,50 b (B)	57,63 c (C)	60,23 c (D)

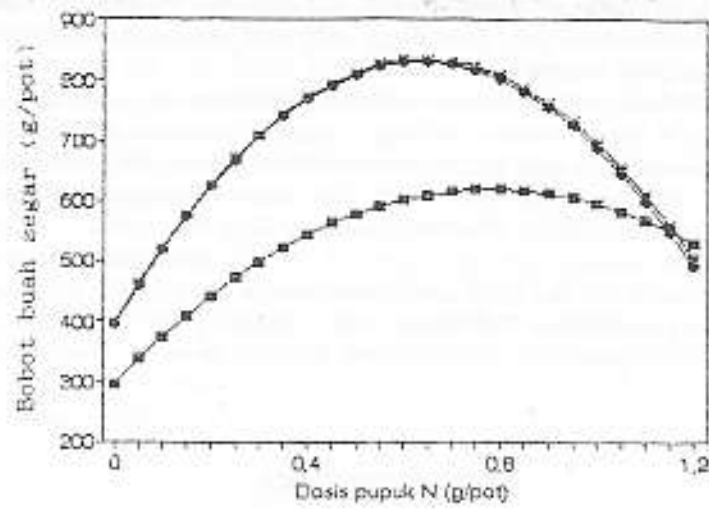
Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada setiap kolom atau pada setiap baris tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

Dari Tabel 3 terlihat bahwa dengan inokulasi *Azotobacter* sp., tanaman tomat pada fase vegetatif akhir lebih tinggi daripada tanpa inokulasi *Azotobacter* sp.. Perbedaan tinggi itu proporsional, baik tanpa maupun dengan pemberian pupuk N atau dengan kata lain, sama lebih tinggi walaupun dengan dengan pemberian pupuk N dan pemberiannya dengan dosis lebih tinggi, tanaman tomat selalu lebih tinggi. Hal ini berarti tinggi tanaman tomat pada fase vegetatif akhir sangat dipengaruhi oleh unsur N, yaitu secara aditif oleh N hasil tambatan *Azotobacter* sp. dan N dari pupuk yang diberikan. Hal ini dapat dijelaskan dari peran unsur N bagi pertumbuhan tanaman. Nitrogen merupakan unsur dasar untuk sejumlah senyawa organik penting seperti asam amino, protein dan asam nukleat. Fungsinya antara lain memperbaiki pertumbuhan vegetatif tanaman. Defisiensi N membatasi perbesaran dan pembelahan sel sehingga menyebabkan pertumbuhan yang kerdil (Hardjowigwno, 1987; Gardner dkk., 1991) sehingga tanaman tomat terlihat lebih tinggi dengan lebih tingginya N asal.

3. Bobot Basah Buah

Pengaruh interaksi antara inokulan *Azotobacter* sp. yang diinokulasikan pada berbagai taraf dengan pupuk N yang diaplikasikan pada berbagai taraf teruji nyata terhadap bobot basah buah per tanaman, yang berarti pengaruh inokulan terhadap bobot basah buah per tanaman tergantung pada pengaruh pupuk N yang diaplikasikan.

Pada Gambar 1 tampak respons tanaman tomat terhadap pemupukan N dengan dosis yang meningkat pada pemberian inokulan *Azotobacter* sp. berbeda dengan pada tanpa pemberian inokulan. Pada pemberian inokulan lebih cepat meningkat dan kemudian juga lebih menurun dibandingkan dengan pada tanpa pemberian inokulan. Dosis N optimum pada pemberian inokulan adalah 0,64 g pot⁻¹ atau 72,0 kg ha⁻¹ dengan hasil tertinggi yang dicapai 837,23345 g pot⁻¹ atau 33,489 ton ha⁻¹, sedangkan pada tanpa pemberian inokulan adalah 0,783 g pot⁻¹ dengan hasil tertinggi yang dicapai 621,046 g pot⁻¹ atau 24,841 ton ha⁻¹. Hal ini berarti dengan inokulasi *Azotobacter* sp. hasil yang dicapai lebih tinggi pada taraf pemupukan yang lebih rendah dibandingkan dengan tanpa inokulasi.



I₀ = tanpa inokulasi

I₁ = inokulasi *Azotobacter* sp 2.25×10^6 sel per tanaman

I₂ = inokulasi *Azotobacter* sp 4.50×10^6 sel per tanaman

$$YI_0 = 295,9294 + 830,3865X - 530,20416X^2 \quad r = 0,99$$

$$YI_1 = 393,2615 + 1370,7048X - 1074,9218X^2 \quad r = 0,89$$

$$YI_2 = 396,23175 + 1394,5039X - 1085,1718X^2 \quad r = 0,89$$

	i1	i2
i0	x	x
i1		/
i2		

Keterangan: / = berimpit x = tidak sejajar

Gambar 1. Kurva bobot basah buah tomat per tanaman dengan pemberian inokulan *Azotobacter* sp dan pupuk N.

KESIMPULAN

Dari hasil percobaan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Inokulasi tanaman tomat dengan inokulan *Azotobacter* sp. akan memberikan hasil yang lebih tinggi pada taraf pemupukan yang lebih rendah dibandingkan tanpa inokulasi.
2. Efek interaksi antara takaran inokulan *Azotobacter* sp. dan takaran pupuk N nyata bermakna terhadap populasi *Azotobacter* sp. dan hasil yaitu berat basah buah per tanaman, sedangkan terhadap tinggi tanaman tidak nyata bermakna. Efek mandiri dari takaran inokulan *Azotobacter* sp. dan takaran pupuk N bermakna terhadap tinggi tanaman.
3. Terdapat takaran optimum pupuk N dengan pemberian inokulan *Azotobacter* sp. dan tanpa pemberian inokulan yaitu 0,64 g pot⁻¹ dan 0,783 g pot⁻¹, atau 72,0 kg ha⁻¹ dan 88,08 kg ha⁻¹ dengan hasil 837,23345 g pot⁻¹ dan 621,048 g pot⁻¹ atau 33,489 ton ha⁻¹ dan 24,841 ton ha⁻¹.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, Dedeh Burhan. 1994. Peranan Bioteknologi di Bidang Pertanian. Seminar dan Musyawarah Nasional III FOKUSHIMITI 8-13 Februari 1994. Bandung.
- Ayanaba, A. 1977. Biological nitrogen Fixation in Farming System of the Tropics. John Wiley and Sons. New York.
- Ety Sumiati. 1983. Pengaruh Zat pengatur Tumbuh dan Pupuk dan Biokimia terhadap Hasil Tanaman. Bull.Penel. Hort. Vol.X No 3.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce, dan R.L. Mitchell. 1991. fisiologi Tanaman budidaya. Alih Bahasa oleh Herawati Susilo. UI Press. Jakarta.
- Hamdi, Y.A. 1982. Application of Nitrogen-Fixing System in Soil Improvement and Management. FAO Soil Bulletin 49. FAO Rome.
- Hardjowigeno, S. 1992. Ilmu Tanah. PT Mediatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Iswandi Anas, Tedja Imas, ratna Siri, Agustin, yadi Setiadi. 1989. Mikrobiologi Tanah II. PAU Bioteknologi IPB, Bogor.
- Martinez-Toledo, M.V., J. Gonzales-Lopez, T.de la Rubia, J. moreno, and A. Ramos-Cormenzana. 1988. Grain Yield Response of *Zea mays* (hybrid AE 703) to *Azotobacter chroococcum* h23. Biol. Fertil.Soils 6: 352-353.

- Meyers, R.H. 1971. Response Surface methodology. Allyn and Bacon, Inc. Boston.
- Mishutin, E.N., and V.k. Shilnikova. 1968. Biological Fixation of Atmospheric Nitrogen. *Plant and Soil* 32: 545-554.
- Paul, E.A., and F.E. Clark. 1989. *Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic Press, Inc. New York.
- Steel, R.G.D., dan J.H. Torrie. 1989. Prinsip dan Prosedur Statistik. Suatu Pendekatan Biometrik. Alih Bahasa oleh Bambang Sumantri. PT Gramedia Jakarta.
- Subba Rao, N.S. 1982. *Biofertilizer in Agriculture*. Oxford & IBH Publishing Co. New Delhi.
- Sutedjo, M.M., A.G. Kartasapoetra, dan S. Sastroatmodjo. 1991. mikrobiologi Tanah.
- Suwanto,A., dan A. Tjahjoleksono.1994. Biologi Molekular interaksi mikroba Inang : Penelitian dan Penerapannya dalam Bioteknologi Pertanian. Seminar Nasional Sehari Prospek Bioteknologi Pertanian dalam Agroindustri pada PJPT II. Fakultas Pertanian Universitas Winaya Mukti, 8 Februari 1994. Bandung.