

PENINGKATAN KESUBURAN TANAH DAN HASIL KEDELAI AKIBAT INOKULASI MIKROBIA PELARUT FOSFAT DAN AZOTOBACTER PADA ULTISOL

THE INCREASING OF SOIL FERTILIZERS AND YIELD OF SOYBEAN THROUGH PHOSPHATE SOLUBILIZING MICROBIA AND AZOTOBACTER INOCULATION ON ULTISOL

Hasanudin

Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

ABSTRACT

The aims of this research were to know the effect of phosphate solubilizing microbia and Azotobacter inoculation to soil fertilizers and yield of soybean on Ultisol. The research was carried out on Green House and Soil Laboratory of Agricultural Faculty University of Bengkulu from August 2000 to March 2001. The experimental design was a 4 x 4 factorial Randomized Block Design with three replication. The first factor was phosphate solubilizing microbia inoculation (0, 5, 10, dan 15 mL inoculan plant⁻¹). The second factor was Azotobacter inoculation (0, 2.25, 4.50, dan 6.75 x 10⁶ cell inoculan plant⁻¹). The result of the experimental showed that there was no interaction effect between phosphate solubilizing microbia and Azotobacter inoculation on high of plant, plant dry weight, N uptake, P uptake, and grain total weight. But there were interaction effect on N and P availability and grain 100 weight. Inoculation phosphate solubilizing microbia 15 ml inoculan plant⁻¹ and Azotobacter 6.75 x 10⁶ cell inoculan plant⁻¹ highest increased N and P availability i.e. 14.49% and 62.90%. But grain 100 weight soybean increased highest 22.90% with . inoculation phosphate solubilizing microbia 15 mL inoculan plant⁻¹ and Azotobacter 6.75 x 10⁶ cell inoculan plant⁻¹.

Key words : phosphate solubilizing microbia, azotobacter

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh inokulasi mikrobia pelarut fosfat dan azotobacter terhadap kesuburan tanah dan hasil kedelai pada tanah jenis Ultisol. Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Plastik dan Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu dari bulan Agustus 2000 sampai Maret 2001. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok pola Faktorial 4 x 4 dengan tiga ulangan. Faktor pertama inokulasi mikrobia pelarut fosfat (0, 5, 10, dan 15 mL inokulan tanaman⁻¹). Faktor kedua inokulasi azotobacter (0, 2.25, 4.50, dan 6.75 x 10⁶ sel inokulan tanaman⁻¹). Hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulasi mikrobia pelarut fosfat dan azotobacter tidak menunjukkan adanya interaksi yang nyata terhadap variabel tinggi tanaman, berat kering tanaman, serapan N dan P dan berat total biji kedelai. Interaksi secara nyata terdapat pada variabel ketersediaan N dan P tanah dan berat 100 biji kedelai. Perlakuan inokulasi mikrobia pelarut fosfat 15 mL inokulan tanaman⁻¹ dan azotobacter 6.75 x 10⁶ sel inokulan tanaman⁻¹ dapat meningkatkan ketersediaan N dan P masing-masing sebesar 14.49% dan 62.21%. Sedangkan peningkatan bobot 100 biji kedelai tertinggi sebesar 22.90% dicapai pada inokulasi mikrobia pelarut fosfat 5 mL inokulan tanaman⁻¹ dan azotobacter 6.75 x 10⁶ sel inokulan tanaman⁻¹.

Kata kunci : mikrobia pelarut fosfat, azotobacter

PENDAHULUAN

Semakin berkurangnya tanah subur sebagai lahan pertanian, menyebabkan kita memilih alternatif pemanfaatan tanah kurang

subur sebagai penggantinya. Ada beberapa jenis tanah sebagai pilihan salah satu di antaranya yaitu Ultisol yang dinilai cukup berpotensi untuk diusahakan dan dikembangkan Ultisol merupakan tanah yang cukup luas di Indonesia

meliputi 48.3 juta ha yaitu sekitar 29.7% dari luas daratan di Indo-nesia atau sekitar 58 % dari seluruh luas lahan kering di Indonesia (Suwardjo dan Sinukaban, 1986). Meskipun cukup luas Ultisol mempunyai beberapa masalah di antaranya tingkat kema-saman yang tinggi dan tingkat unsur haranya yang rendah terutama N dan P.

Telah banyak usaha yang dilakukan untuk dapat meningkatkan produktivitas Ultisol, seperti pengapuran dan pemberian pupuk buatan. Namun usaha tersebut masih belum berhasil dengan baik. Alternatif yang lainnya yang diharapkan dapat memperbaiki produktivitas Ultisol adalah dengan pemanfaatan mikrobia pelarut fosfat dan Azotobacter.

Sesuai dengan perkembangan teknologi saat ini, status dan peranan inokulasi dari mikrobia pelarut fosfat banyak dibicarakan dibandingkan dengan taraf pemupukan TSP. Begitu pula inokulasi dari bakteri pengikat N_2 seperti Azotobacter banyak dibicarakan dibandingkan dengan taraf pemupukan Urea. Inokulasi dengan mikroorganisme baik mikrobia pelarut fosfat maupun Azotobacter dapat memperbaiki kesuburan tanah dan hasil tanaman, walaupun responnya tidak seragam.

Dari beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa mikrobia pelarut fosfat mampu meningkatkan ketersediaan P dalam tanah. Hal ini disebabkan mikrobia pelarut fosfat dapat menghasilkan asam-asam organik yang selanjutnya akan bereaksi dengan aluminium fosfat, besi fosfat dan kalsium fosfat, sehingga fosfat yang tadinya sukar larut menjadi mudah larut dan tersedia bagi tanaman (Walker, 1975).

Kemampuan bakteri dari famili Azotobacteriaceae terhadap pertumbuhan dan hasil serta serapan nitrogen telah diteliti secara ekstensif dengan hasil yang positif (Hussain *et al.*, 1987). Peneliti-peneliti Rusia menduga bahwa mikroorganisme rizosfir seperti Azotobacter dapat menentukan kualitas dan kuantitas pembentukan jaringan tanaman, karena adanya zat pengatur tumbuh yang dikeluarkannya (National Acade-

my of Science, 1979). Brotonegoro (1974) mengemukakan bahwa total nitrogen yang diekresikan oleh Azotobacter sekitar 7 - 13% dari yang berhasil ditambat. Selanjutnya Meshram dan Shende (1982) menunjukkan bahwa inokulasi Azotobacter pada tanaman jagung dapat meningkatkan hasil sampai 82.4% dan kandungan N tanaman sekitar 15%.

Dari keterangan tersebut di atas dapat dilihat bahwa pemanfaatan mikrobia pelarut fosfat maupun Azotobacter secara mandiri sudah mulai banyak diteliti, namun secara bersama-sama keduanya terhadap kedelai masih sedikit diungkap. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk melihat pengaruh pemanfaatan mikrobia pelarut fosfat dan Azotobacter terhadap ketersediaan dan serapan hara serta pertumbuhan dan hasil kedelai. Diharapkan dengan inokulasi ke-dua mikroorganisme tanah tersebut mampu meningkatkan kesuburan tanah jenis Ultisol dan produksi kedelai.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilaksanakan di rumah plastik dan Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu dari bulan Agustus 2000 sampai dengan Maret 2001. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan pola faktorial 4 x 4 dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah jenis inokulan mikrobia pelarut fosfat yang terdiri atas empat taraf yaitu: 0.0 mL inokulan tanaman⁻¹ (m_0), 5.0 mL inokulan tanaman⁻¹ (m_1), 10.0 mL inokulan tanaman⁻¹ (m_2), dan 15.0 mL inokulan tanaman⁻¹ (m_3). Faktor kedua adalah inokulasi Azotobacter terdiri dari empat taraf yaitu: 0.0 sel tanaman⁻¹ (n_0), 2.25×10^6 sel tanaman⁻¹ (n_1), 4.50×10^6 sel tanaman⁻¹ (n_2), dan 6.75×10^6 sel tanaman⁻¹ (n_3).

Contoh tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah Ultisol dari Bengkulu yang diambil secara komposit pada kedalaman 0-20 cm dari permukaan. Selanjutnya contoh tanah ini dikeringudarkan, kemudian diayak dengan ayak-

an yang berdiameter 2.0 mm. Untuk analisis tanah awal diambil contoh tanah komposit sebanyak 1 kg kering udara. Sifat-sifat tanah yang dianalisis adalah pH, N-total, C-organik, P-tersebut, KTK, Kandungan kation-kation, Al-dd, dan tekstur tanah. Setiap pot percobaan diisi sebanyak 10 kg tanah kering mutlak.

Satu hari sebelum tanam pupuk dasar diberikan dengan dosis 30 kg N ha⁻¹, 30 kg P₂O₅ ha⁻¹ dan 50 kg K₂O ha⁻¹. Sedangkan kapur dan bahan organik diberikan satu minggu sebelum tanam masing-masing sebanyak 1.0 x Al-dd dan 5 ton ha⁻¹. Inokulan mikrobial pelarut fosfat dan Azotobacter diberikan pada saat tanam sesuai perlakuan. Setiap pot ditanami dengan tiga biji benih kedelai. Setelah umur satu minggu dilakukan penjarangan dengan membiarkan satu tanaman setiap potnya dan dilakukan penyulaman untuk tanaman yang tidak tumbuh.

Panen tanaman (untuk analisis jaringan tanaman) dilakukan pada masa vegetatif akhir sekitar umur 60 hari. Sedangkan panen hasil dilakukan setelah 80% populasi kedelai menunjukkan tanda-tanda masak yaitu daun telah menguning, polong telah mengering dan berwarna kecoklatan. Selanjutnya biji dikeringkan sampai mencapai kadar air antara 13 – 14%.

Pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi tinggi tanaman, berat brang-

kas kering, bobot total biji dan bobot 100 biji, ketersediaan N dan P tanah dan serapan N dan

P (pada saat vegetatif akhir) Fosfor tersedia menggunakan metode Bray-I, Nitrogen tersedia menggunakan metode KCl 10 %, serapan P dan N menggunakan metode destruksi basah.

Untuk mengetahui pengaruh masing-masing faktor dan interaksinya, data dianalisis secara statistik dengan sidik ragam berdasarkan model aditif linier. Untuk membandingkan perbedaan antar rata-rata perlakuan dilakukan uji DMRT pada taraf signifikansi 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa N-tersebut tanah, P-tersebut tanah dan berat 100 biji kedelai menunjukkan pengaruh interaksi yang nyata akibat inokulasi Mikrobial pelarut fosfat dan Azotobacter. Sedangkan berat brangkas kering, serapan N dan P dan berat total biji hanya sifat mandirinya yang menunjukkan perbedaan nyata akibat pengaruh inokulasi Mikrobial pelarut fosfat dan Azotobacter. Khusus untuk variabel tinggi tanaman ternyata tidak menunjukkan perbedaan yang nyata baik inter-aksi maupun sifat mandirinya. (Tabel 1.).

Tabel 1. Ringkasan Nilai F-Hitung Pengaruh Perlakuan Mikrobial Pelarut Fosfat dan Azotobacter terhadap Tinggi Tanaman, Berat Brangkas Kering, Ketersediaan N, Ketersediaan P, Serapan N, Serapan P, Berat Total Biji, dan Berat 100 Biji

SB	TTM	BBK	K-N	K-P	S-N	S-P	BTB	BB
M	2.82ns	56.92*	131.81*	77.99*	48.46*	82.37*	3.44*	2.30ns
A	1.09ns	20.37*	227.76*	78.61*	18.28*	33.83*	0.31ns	0.47ns
M*A	1.75ns	0.81ns	9.18*	4.54*	0.77ns	1.62ns	0.94ns	2.90*

ns = berbeda tidak nyata; * = berbeda nyata; M = mikrobial pelarut fosfat; A = Azotobacter

Walaupun tinggi tanaman tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, namun terdapat kecenderungan semakin tinggi pemberian inokulan Mikrobia pelarut fosfat dan Azotobacter semakin tinggi pula ukuran tinggi tanaman (Tabel 2). Pada variabel berat brangkasan kering, serapan N, serapan P dan berat total biji kedelai berbeda nyata untuk semua taraf pada perlakuan inokulasi Mikrobia pelarut fosfat. Sedangkan pada perlakuan inokulasi Azotobacter menunjukkan berbeda nyata antara yang tidak diberi inokulan dengan yang diberi inokulan untuk semua taraf.

Tabel 2. Pengaruh Mandiri Perlakuan Mikrobial Pelarut Fosfat dan Azotobacter terhadap Tinggi Tanaman, Berat Brangkasan Kering, Serapan N, Serapan P, dan Berat Total Biji

Perlakuan	Tingg Tanaman (cm)	Berat Brk. Kerg (g)	Serapan-N (g/tanaman)	Serapan-P (g/tanaman)	Berat Total Biji (g/tanaman)
M ₀	55.183 a	29.373 a	1.0115 a	0.0768 a	7.0800 a
M ₁	53.158 a	37.418 b	1.2894 b	0.1311 b	14.800 b
M ₂	58.200 a	40.825 c	1.4247 c	0.1517 c	11.483 ab
M ₃	61.716 a	47.097 d	1.6854 d	0.1915 d	7.9508 a
A ₀	54.358 a	32.249 a	1.1001 a	0.0948 a	9.1891 a
A ₁	58.283 a	40.267 b	1.4012 b	0.1424 b	10.395 a
A ₂	56.050 a	39.876 b	1.4225 b	0.1466 b	10.006 a
A ₃	59.566 a	42.321 b	1.4871 b	0.1672 c	11.723 a

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada DMRT taraf 5%; M = mikrobial pelarut fosfat; A = Azotobacter

Kedua perlakuan tersebut menunjukkan berbeda nyata secara positif. Artinya semakin tinggi pemberian inokulan semakin tinggi pula variabel yang teramati. Nilai tertinggi pada perlakuan inokulasi Mikrobial pelarut fosfat berturut-turut untuk variabel berat brangkasan kering, serapan N, serapan P, dan berat total biji sebesar 47,097 g, 1.6854 g tanaman⁻¹, 0.1915 g tanaman⁻¹, dan 14.800 g tanaman⁻¹, semuanya pada taraf pemberian Mikrobial pelarut fosfat 15 mL tanaman⁻¹. Sedangkan pada perlakuan inokulasi Azotobacter nilai terbesar di dapat pada taraf 6.75 x 10⁶ sel per tanaman masing-masing untuk variabel berat brangkasan kering, serapan N, serapan P, dan berat total biji sebesar 42.321 g, 1.4871 g tanaman⁻¹, 0.1672 g tanaman⁻¹, dan 11.723 g tanaman⁻¹. Adanya peningkatan kelima variabel tersebut disebabkan Mikrobial pelarut fosfat mampu meningkatkan ketersediaan fosfat yang ada di dalam tanah dengan adanya asam-asam organik yang dikeluarkan oleh mikrobial ini. Sedangkan Azotobacter dengan kemampuannya memfiksasi nitrogen dari udara

akan mampu meningkatkan ketersediaan nitrogen di dalam tanah, sehingga dengan demikian serapan haranya juga akan meningkat

Perlakuan inokulasi Mikrobial pelarut fosfat dan Azotobacter, menunjukkan pengaruh interaksi yang nyata dan semakin meningkatkan ketersediaan N tanah. Nilai tertinggi dicapai pada perlakuan pemberian Mikrobial pelarut fosfat (15 mL tanaman⁻¹) dan Azotobacter (6.75x10⁶ sel per tanaman) sebesar 3.713 mg per 100 g (Tabel 3). Peningkatan ketersediaan N tanah ini disebabkan keduanya mampu menyumbangkan N dalam tanah. Azotobacter dengan fiksasinya mampu mengikat N dari udara yang kemudian akan meningkatkan N dalam tanah selain itu baik Azotobacter maupun Mikrobial pelarut fosfat merupakan sumber bahan organik dalam tanah yang selanjutnya setelah mengalami dekomposisi akan melepaskan N dalam tanah. Sesuai dengan Suba Rao (1982) yang menyatakan bahwa jasad mikro tanah juga merupakan sumber bahan organik.

Tabel 3. Pengaruh Interaksi antara Perlakuan Mikrobial Pelarut Fosfat dan Azotobacter terhadap N-Tersedia Tanah (NH_4^+)

Perlakuan	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃
	-----	(mg/100g)	-----	
M ₀	3.243 a	3.347 b	3.410 c	3.470 d
	A	A	A	A
M ₁	3.280 a	3.480 b	3.460 b	3.510 c
	B	B	B	B
M ₂	3.327 a	3.477 b	3.553 c	3.560 c
	C	B	C	C
M ₃	3.347 a	3.630 c	3.597 b	3.713 d
	C	C	D	D

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada DMRT taraf 5% ; M = mikrobial pelarut fosfat; A = Azotobacter

Tabel 4. Pengaruh Interaksi antara Perlakuan Mikrobial Pelarut Fosfat dan Azotobacter terhadap P-Tersedia Tanah

Perlakuan	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃
	-----	(ppm)	-----	
M ₀	12.33 a	13.00 a	13.33 ab	14.33 b
	A	A	A	A
M ₁	12.67 a	15.33 b	16.00 b	17.33 c
	A	B	B	B
M ₂	13.33 a	16.00 b	17.33 c	18.00 c
	A	B	C	B
M ₃	13.67 a	18.67 b	18.67 b	20.00 c
	B	C	D	C

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji lanjut taraf 5% ; M = mikrobial pelarut fosfat; A = Azotobacter

Inokulasi Mikrobial pelarut fosfat dan Azotobacter, menunjukkan pengaruh interaksi yang nyata dan semakin meningkatkan ketersediaan P tanah. Nilai tertinggi dicapai pada pemberian Mikrobial pelarut fosfat ($15 \text{ mL tanaman}^{-1}$) dan Azotobacter ($6.75 \times 10^6 \text{ sel tanaman}^{-1}$) sebesar 20.00 ppm (Tabel 4). Peningkatan ketersediaan P tanah ini disebabkan keduanya mampu menyumbangkan P dalam tanah. Mikrobial pelarut

fosfat dengan beberapa asam organik yang dihasilkan akan mampu membuat khelat dengan beberapa unsur seperti Fe, Al dan Ca yang merupakan pengikat-pengikat P dalam tanah. Adanya pengkhelatan ini maka P dalam tanah yang tadinya tidak tersedia bagi tanaman karena terikat kuat oleh keempat logam tersebut di atas menjadi lepas dan tersedia bagi tanaman. Selain itu baik Mikrobial pelarut fosfat maupun

Azotobacter merupakan sumber bahan organik dalam tanah yang setelah mengalami pelapukan akan melepaskan P dalam tanah sehingga ketersediaannya dalam tanah menjadi meningkat.

Tabel 5. Pengaruh Interaksi antara Perlakuan Mikrobia Pelarut Fosfat dan Azotobacter terhadap Bobot 100 Biji Kedelai

Perlakuan	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃
	-----	(g)	-----	
M ₀	13.36 a	12.50 a	11.73 a	12.06 a
	B	A	A	A
M ₁	11.49 a	15.87 b	14.01 b	16.42 b
	AB	B	B	B
M ₂	13.13 b	10.16 a	14.26 b	14.85 b
	B	A	B	B
M ₃	10.97 a	13.36 ab	14.68 b	11.47 a
	A	AB	B	A

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada DMRT taraf 5%; M = mikrobia pelarut fosfat; A = Azotobacter

Inokulasi Mikrobia pelarut fosfat dan Azotobacter, menunjukkan pengaruh interaksi yang nyata dan semakin meningkatkan terhadap berat 100 biji kedelai. Nilai tertinggi dicapai pada perlakuan pemberian Mikrobia pelarut fosfat (5 mL tanaman⁻¹) dan Azotobacter (6.75 x 10⁶ sel tanaman⁻¹) sebesar 16.42 g (Tabel 5). Peningkatan bobot 100 biji kedelai ini disebabkan keduanya mampu meningkatkan ketersediaan dan serapan P, dimana P merupakan sumber utama dalam proses pembentukan biji pada kedelai. Unsur P merupakan salah satu unsur penyusun cadangan energi dalam tanaman yaitu penyusun ATP dalam tanaman. Selanjutnya ATP ini merupakan sumber utama dalam penyusunan maupun pembentukan biji pada tanaman khususnya kedelai, dengan demikian maka dengan semakin meningkat ketersediaan dan serapan P dalam tanaman, maka proses pembentukan biji juga meningkat yang selanjutnya berat persatuan biji juga akan meningkat.

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh interaksi yang meningkat antara perlakuan inokulasi Mikrobia pelarut fosfat dan Azotobacter terhadap variabel ketersediaan N dan P dan bobot 100 biji kedelai. Sedangkan terhadap variabel berat brangkasan kering, serapan N dan P, dan berat total biji pertanaman hanya sifat mandirinya yang berbeda nyata.

Nilai tertinggi untuk interaksi didapat pada kombinasi perlakuan Mikrobia pelarut fosfat (15 mL tanaman⁻¹) dan Azotobacter (6.75 x 10⁶ sel tanaman⁻¹) masing-masing sebesar 3.713 mg per 100 g (meningkat 14,44%), dan 20.00 ppm (meningkat 2.21%). Sedangkan bobot 100 biji kedelai dicapai pada perlakuan Mikrobia pelarut fosfat (5 mL tanaman⁻¹) dan Azotobacter (6.75 x 10⁶ sel tanaman⁻¹) sebesar 16.42 g (meningkat 22.90%).

DAFTAR PUSTAKA

- Brotonegoro, S. 1974. Nitrogen Fixation and Nitrogenase Activity of *Azotobacter chroococcum*. Laboratory of Microbiology

- Agricultural University Wageningen. The Netherlands.
- Hussain, A., M. Arshad A. Hussain and F. Hussain 1987. Respons of Mize to Azotobacter Inoculation Under Fertilized Conditions. *Biology and Fertility of Soil*. 4:73-77.
- Meshram, S.U. and S.T. Shende. 1982. Response of Mize to *Azotobacter chroococcum*. *Plant and Soil* 69:265-273
- National Academy of Sciences. 1979. Microbial Processes. Promisy Technologies for Developing Countries Washington D.C.
- Subba-Rao, N.S. 1982. Biofertilizers in Agriculture. Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi, Bombay, Calcutta.
- Walker, N. 1975. Soil Microbiology. Butterworth, London.
- Swardjo dan Naik Sinukaban. 1986. Masalah Erosi dan Kesuburan Tanah di Lahan Kering PMK di Indonesia. Lokakarya Usahatani Konservasi di Lahan Alang-alang PMK. Palembang.