

PENGARUH MIKROBA KONSORSIA *Azotobacter* sp. dan *Pseudomonas* sp. TERHADAP HASIL CAISIM PADA TANAH MASAM ULTISOL JASINGA

Jati Purwani
Balai Penelitian Tanah, Bogor

Abstrak

*Tingkat produktivitas lahan masam umumnya rendah, kendala yang dihadapi diantaranya pH rendah, keracunan Al, Mn atau Fe serta kekahatan unsur-unsur hara penting seperti N, P, Ca, dan atau Mg. Upaya untuk meningkatkan produktivitas dan kesuburan tanah masam telah dilakukan, diantaranya pemupukan, penggunaan bahan organik, dan pengapuran. Demikian pula upaya untuk mengatasi kesuburan tanah dengan menggunakan jasad renik telah banyak dilakukan, diantaranya dengan memanipulasi jasad renik dalam tanah dan proses metabolisme untuk mengoptimalkan produktivitas pertanian. Penggunaan pupuk mikroba dapat meningkatkan efisiensi pemupukan, karena dapat sebagai penyedia hara, penghasil hormon, dan zat anti patogen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas mikroba *Azotobacter* sp. dan *Pseudomonas* sp. Pupuk hayati dengan formula mikroba *Azotobacter* sp. dan *Pseudomonas* sp. telah diuji keefektifannya pada tanaman caisim (*Brassica* sp.). Mikroba pada pupuk tersebut dapat menambat N, melarutkan P, dan memacu pertumbuhan tanaman. Pengujian efektivitas terhadap tanaman caisim dengan berbagai kombinasi tingkat pemupukan N (Urea), P (SP36), dan K (KCl) menunjukkan bahwa 1). Aplikasi konsorsia mikroba menunjukkan pengaruh yang sama terhadap NPK standar pada pertumbuhan tanaman caisim di tanah Ultisol Jasinga. 2). Relative Agronomy Effectiveness (RAE) konsorsia mikroba *Azotobacter* sp. dan *Pseudomonas* sp. sebesar 0.66% apabila tidak dikombinasikan dengan pupuk NPK, 3). Hasil caisim tertinggi dicapai pada perlakuan 3/4 NPK + AP yaitu sebesar 175 g/tanaman dengan nilai RAE sebesar 199,45%.*

Kata kunci : *Azotobacter* sp., *Pseudomonas* sp., lahan masam, caisim, pupuk N, P, K

PENDAHULUAN

Sebagai upaya untuk meningkatkan efisiensi pemupukan pemanfaatan pupuk hayati merupakan peluang yang baik untuk dapat memperoleh keuntungan yang layak dan ramah lingkungan. Berbagai mikroba tanah dapat berperan dalam penyediaan hara, penghasil hormon tumbuh, dan penghasil zat anti penyakit, sehingga bisa dimanfaatkan untuk membantu tanaman dalam penyediaan dan pengambilan hara, serta meningkatkan pertumbuhan, dan hasil tanaman.

Anas (2010) mengelompokkan jenis pupuk hayati meliputi: (1) Mikroba penambat N₂-udara baik secara simbiotik maupun non simbiotik, (2) Mikroba pelarut fosfat (bakteri maupun fungi), (3) Mikroba penghasil senyawa pengatur tumbuh, (4) Mikroba yang dapat memperluas permukaan akar, (5) Mikroba perombak bahan organik (dekomposer), dan (6) Mikroba pelindung tanaman terhadap hama-penyakit. Produk pupuk hayati saat ini telah berkembang tidak saja dengan inokulan tunggal, namun telah diproduksi dengan inokulan mikroba ganda yaitu pupuk hayati yang terdiri atas beberapa jenis mikroba dengan fungsi yang berbeda.

Bakteri *Azotobacter* sp. merupakan salah satu bakteri penambat N bebas dari kelompok bakteri penambat nitrogen non-simbiotik yang mampu menambat nitrogen dalam jumlah cukup tinggi sehingga mampu meningkatkan ketersediaan nitrogen dalam tanah. Unsur N diperlukan untuk membentuk senyawa penting di dalam sel, termasuk protein. Bakteri *Pseudomonas* sp. merupakan salah satu bakteri tanah yang dapat melepas P dari ikatan Fe, Al, Ca, dan Mg, sehingga P yang tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman.

Upaya mempertahankan kesehatan tanah sekaligus produktivitas tanaman dengan inokulasi *Azotobacter* sp. perlu dilakukan karena rizobakteri ini berperan sebagai agen untuk peningkatan pertumbuhan tanaman melalui produksi fitohormon. Menurut Murdiyarso (2003) pemanfaatan bakteri dalam suatu ekosistem pertanian sejalan dengan konsep mekanisme pembangunan bersih (*Clean Development Mechanism*, CDM) yang penting diupayakan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan meningkatkan serapan karbon (*carbon sequestration*), sehingga karbon dalam bentuk yang lebih stabil.

Pengelolaan tanah masam untuk pertanian mempunyai kendala yaitu pH rendah, keracunan Al, Mn, dan Fe, serta kekahatan unsur hara N, P, Ca, Mg (Ritchie. 1989) dan Mo (Foy. 1984). Teknologi pupuk hayati merupakan upaya memanipulasi jasad renik tanah dalam mengoptimalkan proses metabolik sehingga meningkatkan produktivitas tanah dan tanaman.

Terdapat produk pupuk hayati mengandung 2 jenis mikroba yang terdiri atas *Pseudomonas* sp. dan *Azotobacter* sp., tetapi kemampuan dalam memperbaiki pertumbuhan dan peningkatan hasil tanaman masih memerlukan pengujian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas mikroba *Pseudomonas* sp. dan *Azotobacter* sp. Penelitian ini dilakukan di Rumah Kaca dengan tanaman indikator caisim (*Brassica* sp.).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Rumah Kaca Balittanah, Cimanggu, Bogor, mulai bulan April sampai Juli 2011, menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 9 (sembilan) perlakuan dan 6 (enam) ulangan. Pupuk hayati yang digunakan merupakan campuran 2 jenis mikroba yaitu *Azotobacter* sp. dan *Pseudomonas* sp. (AP). Adapun perlakuan sebagaimana pada Tabel 1.

Tabel 1. Sembilan perlakuan yang digunakan pada penelitian ini.

Kode	Perlakuan	AP	Urea	SP-36	KCl
	 kg/ha*			
P1	Kontrol	0	0	0	0
P2	NPK-rekomendasi	0	200	100	100
P3	AP (pupuk hayati)	1	0	0	0
P4	1/4 NPK-rekomendasi + AP	1	50	25	25

P5	1/2 NPK-rekomendasi + AP	1	100	50	50
P6	3/4 NPK-rekomendasi + AP	1	75	75	75
P7	3/4 NPK-rekomendasi + 75% AP	0,75	75	75	75
P8	3/4 NPK-rekomendasi + 50% AP	0,50	75	75	75
P9	3/4 NPK-rekomendasi + 25% AP	0,25	75	75	75

Keterangan: * dosis urea 200 kg/ha, SP-36 100 kg/ha dan KCl 100 kg/ha,
dosis pupuk hayati (AP) 1kg/ha, kapur 5 t/ha, bahan organik 2 ton/ha
AP: *Azotobacter* sp. dan *Pseudomonas* sp.

Penelitian ini diawali dengan pengambilan contoh tanah *Ultisol* yang berasal dari Jasinga Bogor. Tanah diambil dari lapisan olah pada kedalaman 0-20 cm, dikering-anginkan, dan diayak dengan saringan 2 mm. Selanjutnya tanah hasil pengayakan tersebut diisikan ke masing-masing pot sebanyak 3 kg setara berat kering (oven 105⁰C). Pupuk hayati diaplikasikan sesuai perlakuan, yaitu dosis 0.01 g/tanaman diberikan dengan cara melarutkan dalam air pada konsentrasi 1 g/100mL, kemudiandisiramkan di sekitar tanaman sebanyak 1 mL bersamaan dengan waktu tanam.

Pemeliharaan tanaman pada kapasitas lapang, dilakukan setiap hari. Selama percobaan dilakukan pencegahan dan pemberantasan hama/penyakit dengan cara pengamatan terhadap hama/penyakit setiap hari. Jika secara visual diketahui ada serangan hama secara terbatas (<5%) maka penanggulangannya secara *hand picking* (diambil dengan alat/tangan). Jika serangan hama/penyakit terlalu banyak (>5%), maka pemberantasan dilakukan dengan penyemprotan menggunakan pestisida yang sesuai jenis hama/penyakit tersebut.

Parameter yang diamati meliputi:

- Analisis kimia tanah dan mikroba sebelum percobaan.
- Pertumbuhan tanaman, meliputi tinggi dan jumlah daun setiap 1 minggu.
- Hasil tanaman (bobot segar).
- Nilai *Relatif Agronomic Effectiveness* (RAE) (Machay *et al.*, 1984) pupuk hayati (AP), masing-masing adalah:

$$RAE = \frac{\text{Hasil Pupuk Hayati} - \text{Hasil Kontrol}}{\text{Hasil Pupuk Rekomendasi} - \text{Hasil Kontrol}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Mikroba Pupuk Hayati

Pupuk hayati yang terdiri atas 2 jenis mikroba yaitu *Azotobacter* sp. dan *Pseudomonas* sp. didominasi oleh *Pseudomonas* sp. Hasil uji ulang tampak bahwa konsorsia bakteri dalam pupuk hayati didominasi oleh *Pseudomonas* sp. dengan populasi sebesar 1,6 x 10⁷ CFU/g (Tabel 2).

Tabel 2. Populasi *Azotobacter* sp. dan *Pseudomonas* sp.

Nomor	Jenis Mikroba	Populasi (CFU/g)	
		Pupuk Hayati	Tanah Ultisol Jasinga
1.	<i>Azotobacter</i> sp.	$2,0 \times 10^2$	$1,4 \times 10^9$
2.	<i>Pseudomonas</i> sp.	$1,6 \times 10^7$	$4,3 \times 10^9$

Keterangan: CFU (*Colony Forming Unit*)

Analisis mikroba dan kesuburan tanah *Ultisol* Jasinga

Populasi *Azotobacter* sp. dan *Pseudomonas* sp. dalam tanah *Ultisol* Jasinga menunjukkan populasi yang cukup tinggi. Populasi *Azotobacter* sp. sebanyak $1,4 \times 10^9$ CFU/g tanah, sedangkan populasi *Pseudomonas* sp. sebanyak $4,3 \times 10^9$ CFU/g tanah (Tabel 2). Populasi tersebut melebihi populasi *Azotobacter* sp. dan *Pseudomonas* sp. yang terdapat dalam pupuk hayati (AP).

Hasil analisis kimia tanah *Ultisol* Jasinga menunjukkan bahwa reaksi tanah sangat masam, kandungan bahan organik rendah, N sangat rendah, kandungan P terekstrak HCl 25% (13 mg/100g) termasuk sangat rendah, hara P terekstrak Bray 1 (4,9 ppm) termasuk sangat rendah. Kandungan Al tinggi yaitu 16,27 (cmol/kg), dengan demikian kemungkinan hara P diikat oleh Al menjadi ikatan Al-P yang sulit larut. Kompleks jerapan didominasi oleh Al, sehingga basa-basa tertukar sangat rendah (20%) (Tabel 3).

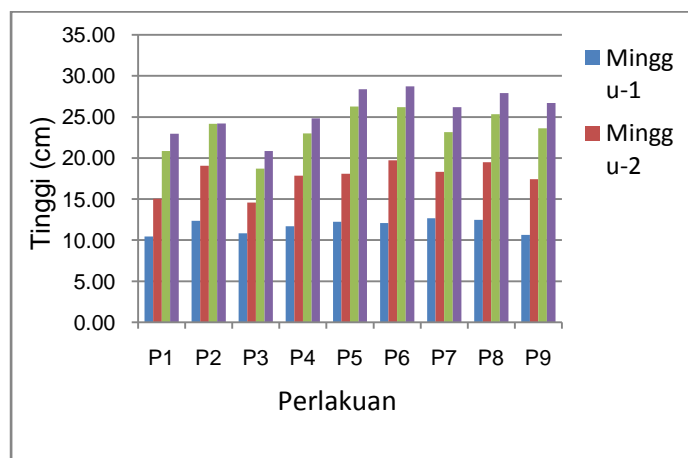
Tabel 3. Sifat Kimia Tanah *Ultisol* Jasinga

No.	Penetapan	Metode	Hasil
1.	Tekstur	Pipet	IV.
	Pasir		24
	Debu		34
	Liat		38
2.	pH	Ekstrak 1 : 5	V.
	H ₂ O		4,3
	KCl		3,5
3.	Bahan Organik		
	C (%)	Walkley dan Black	1,21
	N (%)	Kjelahld	0,09
	C/N		13
4.	P ₂ O ₅ (mg/100g)	HCl 25%	13
	K ₂ O (mg/100g)	HCl 25%	14
5	P ₂ O ₅ (Bray 1-ppm)		4,9
	K ₂ O (Morgan-ppm)		89
6.	Nilai Tukar Kation	(NH ₄ -Acetat 1N, pH7)	VI.

	Ca (cmol/kg)		5,42
	Mg (cmol/kg)		1,26
	K (cmol/kg)		0,17
	Na (cmol/kg)		0,10
	Jumlah		6,95
	KTK (cmol/kg)		34,33
7.	Kejenuhan Basa (%)		20
8.	Al ³⁺ (cmol/kg)		16,27
	H ⁺ (cmol/kg)		3,63

Pertumbuhan Tanaman

Pengamatan terhadap pertumbuhan tinggi tanaman menunjukkan bahwa perlakuan P2 (NPK-rekomendasi) pada minggu ke 1 menunjukkan tinggi tanaman yang tertinggi dibandingkan perlakuan yang lain (Gambar 1). Namun pada pertumbuhan selanjutnya perlakuan tinggi tanaman tertinggi adalah perlakuan P6 (3/4 NPK-rekomendasi + AP) yaitu 19,73 cm. Dibandingkan dengan perlakuan P3 yang hanya menggunakan AP maka dengan menambahkan pupuk sebesar 3/4 NPK rekomendasi tinggi tanaman caisim meningkat sebesar 37,30%. Tinggi tanaman tertinggi pada 3 MST (Minggu Setelah Tanam) adalah pada perlakuan P5 (1/2 NPK-rekomendasi + AP) sebesar 26,25 cm. Kenaikan tinggi tanaman pada P5 diikuti oleh banyaknya jumlah daun sebesar 11,50 helai/tanaman, namun ini tidak menunjukkan perbedaan jumlah daun secara nyata dibandingkan dengan seluruh perlakuan dengan berbagai kombinasi pupuk NPK dan pupuk hayati AP (Tabel 4). Hal ini menunjukkan bahwa jumlah daun dan tinggi tanaman pada dosis rekomendasi hasilnya setara dengan pemberian pupuk AP dengan dosis antara 25-100% atau setara dengan 0,25-1,0 kg/ha yang dibarengi dengan penggunaan pupuk kimia NPK.



Gambar 1. Pertumbuhan tinggi tanaman caisim pada minggu ke 1, 2, 3 dan saat panen pada berbagai perlakuan

Pertumbuhan tinggi tanaman yang cepat pada berbagai perlakuan terjadi pada minggu ke 2 dan minggu ke 3, sedangkan menjelang panen pertumbuhan tinggi tanaman sudah mulai melambat (Gambar 1). Pengamatan terhadap perlakuan P1 (Kontrol lengkap), P2 (NPK-rekomendasi), dan P3 (AP), terdapat perbedaan nyata antara P1 dan P3 dibandingkan dengan P2. Tinggi tanaman pada perlakuan P5, P6, P7, P8, dan P9 tidak berbeda nyata dengan perlakuan N, P, K dosis rekomendasi. Perlakuan AP (25-100%) yang dibarengi dengan pemupukan NPK menunjukkan jumlah daun yang tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan dosis rekomendasi (Tabel 4).

Tabel 4. Rata-rata tinggi tanaman dan jumlah daun pada saat panen

No.	Kode	Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)
1.	P1	Kontrol lengkap	22,95 ab	7,84 a
2.	P2	NPK-rekomendasi	22,99 bc	10,50 b
3.	P3	AP	20,83 a	8,34 a
4.	P4	1/4 NPK-rekomendasi + AP	24,82 abc	10,84 b
5.	P5	1/2 NPK-rekomendasi + AP	28,37 c	11,50 b
6.	P6	3/4 NPK-rekomendasi + AP	28,73 c	10,67 b
7.	P7	3/4 NPK-rekomendasi + 75% AP	26,18 bc	10,34 b
8.	P8	3/4 NPK-rekomendasi + 50% AP	27,90 c	10,67 b
9.	P9	3/4 NPK-rekomendasi + 25% AP	26,70 bc	11,17 b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata 5% uji DMRT

Bobot Segar

Hasil caisim pada perlakuan P2 (NPK-rekomendasi) menunjukkan peningkatan hasil caisim yang nyata dibandingkan dengan kontrol (P1) dan perlakuan pupuk hayati AP (P3). Perlakuan AP tidak menunjukkan hasil caisim secara nyata dibandingkan dengan kontrol, hal ini diduga karena populasi mikroba *Azotobacter* sp. dan *Pseudomonas* sp. di dalam tanah (mikroba native) sudah cukup tinggi sehingga penambahan inokulan saja tanpa dibarengi pupuk kimia belum mampu meningkatkan hasil caisim. Hasil caisim tertinggi pada perlakuan P6 (3/4 NPK-rekomendasi + AP) yaitu sebesar 175 g/tanaman (Tabel 5).

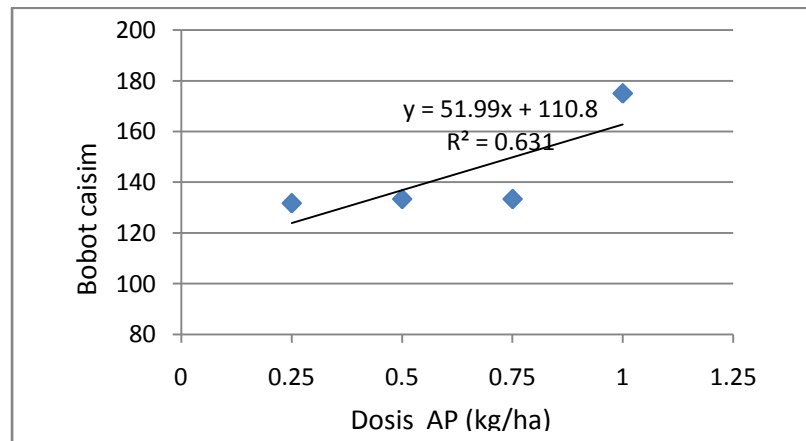
Tabel 5. Bobot tanaman caisim saat panen

No.	Kode	Perlakuan	Bobot segar caisim (g/tanaman)	RAE (%)
1.	P1	Kontrol lengkap	46,67 a	0
2.	P2	NPK-rekomendasi	125,00 bc	100
3.	P3	AP	48,33 a	2,12
4.	P4	¼ NPK-rekomendasi + AP	88,33 b	62,53
5.	P5	½ NPK-rekomendasi + AP	138,33 bc	141,52
6.	P6	¾ NPK-rekomendasi + AP	175,00 c	199,45

7	P7	¾ NPK-rekomendasi + 75% AP	133,33 bc	133,62
8	P8	¾ NPK-rekomendasi + 50% AP	133,33 bc	133,62
9	P9	¾ NPK-rekomendasi + 25% AP	131,67 bc	130,99

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata 5% uji DMRT

Dari hasil analisis persamaan regresi berbagai dosis AP pada kombinasi dengan ¾ NPK rekomendasi menunjukkan bahwa dosis optimal tertentu penggunaan AP untuk bobot segar tanaman tidak dapat ditentukan secara pasti. Hal ini dikarenakan nilai R^2 yang rendah (Gambar 2), sehingga penentuan dosis optimal AP dengan kombinasi ¾ NPK rekomendasi yang hasilnya setara dengan NPK rekomendasi adalah 100% AP atau setara dengan pemberian 1 kg/ha AP. Ini diduga populasi *Azotobacter* sp. dan *Pseudomonas* sp. pada tanah Ultisol Jasinga sudah cukup tinggi (10^9 CFU/g), sehingga pemberian pupuk hayati perlu dosis yang tinggi pula (100%).



Gambar 2. Persamaan regresi bobot segar caisim pada pemupukan ¾ NPK rekomendasi pada berbagai dosis AP

RAE (Relative Agronomy Effectiveness)

Efektivitas agronomi (RAE) pada lahan kering masam *Ultisol* Jasinga sebesar 2,12% dan tidak menunjukkan perbedaan nyata dibandingkan dengan kontrol, hal ini menunjukkan bahwa penggunaan AP tidak dapat digunakan secara sendiri (Tabel 5), harus dibarengi dengan penggunaan pupuk kimia. Pemberian AP secara sendiri menunjukkan RAE yang negatif, diduga disebabkan oleh adanya persaingan antara mikroba natif dalam tanah dan mikroba yang berasal dari AP, namun tidak berbeda nyata dengan kontrol.

RAE pada perlakuan ¾ NPK-rekomendasi + AP sebesar 199,45% menunjukkan nilai yang tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan pupuk hayati AP dapat efektif meningkatkan produksi caisim dengan tambahan pupuk kimia, karena peningkatan hasil ditunjukkan oleh sinergi antara kedua bahan tersebut yaitu pupuk kimia dan pupuk hayati.

KESIMPULAN

1. Aplikasi formula pupuk hayati konsorsia *Azotobacter* sp. + *Pseudomonas* sp. menunjukkan pengaruh yang tidak nyata terhadap pertumbuhan tanaman caisim di tanah *Ultisol* Jasinga dibandingkan pemupukan NPK rekomendasi.
2. Penggunaan pupuk hayati konsorsia *Azotobacter* sp. + *Pseudomonas* sp. saja tidak dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan hasil tanaman caisim pada tanah *Ultisol* Jasinga.
3. Pupuk hayati konsorsia *Azotobacter* sp. + *Pseudomonas* sp. dapat meningkatkan hasil tanaman caisim bila dikombinasikan dengan pupuk NPK. Hasil caisim tertinggi dicapai pada perlakuan P6 (3/4 NPK-rekomendasi + 100% AP) yaitu sebesar 175 g/tanaman dengan nilai RAE sebesar 199,45%.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M. 1977. *Introduction to Soil Microbiology*. John Wiley and Sons. New York, Chicaster Brisbane, Toronto, Singapura. 467 p.
- Anas, I. 2010. Peranan pupuk Organik dan Pupuk Hayati dalam Peningkatan Produktivitas Beras Berkelanjutan. Seminar Nasional Peranan Pupuk NPK dan Organik dalam Meningkatkan Produktivitas dan Swasembada Beras Berkelanjutan, BB Libang Sumberdaya Lahan Pertanian, 24 Februari 2010, 20 p.
- Foy, C.D. 1984. Physiological Effect of Hydrogen, aluminium and manganese toxicities in Acid Soil. *In* : Soil Acidity and Liming. F. Adams (Ed). Agron Monograph. 12. Madison, p. 57-97
- Murdiyarmo. 2003. CDM. Mekanisme Pembangunan Bersih. Jakarta. Penerbit ; Buku Kompas
- Rao, N.S.S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. UI. Press. 353 p.
- Ritchie. G.S.P. 1989. The Chemical Behavior Aluminium, Hydrogen and Manganese in Acid Soils. *In* Soil Acidity and Plant Growth. A.D. Robson (Ed). Acad. Press. Sydney. 1-49
- Sarief, E.S. 1985. *Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian*. Pustaka Buana.. 182 p.