

APLIKASI PUPUK HAYATI (*PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA*) YANG TELAH DISIMPAN TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG Var. BISMA

Nurul Hidayati¹⁾, Hamim²⁾, dan Nisa Rachmania Mubarik²⁾

¹⁾Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian Universitas Madura

e-mail : nurulbio41@gmail.com

²⁾Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor

Abstrak

Aplikasi pupuk hayati yang mengandung mikroba hidup dapat memacu pertumbuhan tanaman. Percobaan dimaksudkan untuk menguji viabilitas *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., *Azospirillum* sp., dan *Azotobacter* sp. yang terdapat pada pupuk hayati dikeringkan dengan metode kering beku pada beberapa bulan penyimpanan. Viabilitas sel bakteri diuji setelah disimpan 0, 1, 2, 4, dan 6 bulan. Pupuk hayati tersebut diaplikasikan pada tanaman jagung var. Bisma untuk diamati efektivitasnya. Penelitian ini dilakukan di rumah kaca dengan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 8 perlakuan dengan 5 ulangan. Perlakuan tanah tanpa pemupukan (P1); tanah dengan pupuk NPK (P2); tanah dengan kompos (P3); tanah dengan kompos dan pupuk hayati penyimpanan 0, 1, 2, 4, dan 6 bulan (P4-P8). Hasil uji menunjukkan viabilitas bakteri sedikit menurun setelah proses kering beku (*freeze drying*) kemudian stabil sampai penyimpanan 2 bulan. Setelah 2 bulan, viabilitas masing-masing bakteri yang terkandung dalam pupuk hayati menurun. Aplikasi pupuk hayati penyimpanan 0, 1, 2, 4, dan 6 bulan meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman jagung. Namun semakin lama penyimpanan menyebabkan efektivitas pupuk hayati untuk mendukung pertumbuhan dan produksi jagung menurun. Produksi jagung menurun dari 109.36 gram pada P5 menjadi 70.46 gram pada P8.

Kata kunci: Pupuk hayati, Viabilitas, Jagung

PENDAHULUAN

Daya dukung lahan pertanian, terutama di lahan-lahan marginal tergolong rendah sebagai akibat dari kandungan bahan organik yang rendah di tanah. Aplikasi pupuk kimia yang berlebihan dan terus menerus dapat membawa dampak negatif terhadap kondisi tanah dan lingkungan (Saraswati 1999) sehingga menyebabkan pertumbuhan tanaman rendah. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya pemanfaatan dan pengelolaan bahan organik untuk memperbaiki kesehatan tanah, di antaranya dengan menggunakan pupuk hayati (*biofertilizer*).

Pupuk hayati adalah substansi yang mengandung mikroorganisme hidup, yang ketika diaplikasikan pada benih, permukaan tanaman, atau tanah dapat memacu pertumbuhan tanaman tersebut (Vessey 2003). Aplikasi pupuk hayati yang mengandung mikoriza dan bakteri pengikat N (*Azotobacter chroococum*), bakteri pelarut P (*Bacillus megatherium*) dan bakteri pelarut K (*B. mucilaginosus*) telah meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays*) (Wu *et al.* 2005).

Beberapa penelitian telah berhasil mengisolasi dan memanfaatkan bakteri prospektif untuk memacu pertumbuhan tanaman. Contoh bakteri yang telah digunakan, yaitu bakteri penambat N bebas (*Azospirillum lipoverum*),

bakteri penambat N bebas dan pemantap agregat (*A. beijerinckii*), dan bakteri pemantap agregat (*Aeromonas punctata*) (Goenadi *et al.* 1995). Hasil pengujian pada tanaman pangan (padi, jagung, dan kentang) menunjukkan bahwa dengan aplikasi bakteri-bakteri tersebut mampu menurunkan dosis pupuk kimia hingga 50% (Goenadi *et al.* 1999).

Pupuk hayati mengandung organisme hidup, maka berbagai upaya untuk menjaga agar organisme tersebut tetap hidup hingga saat diaplikasikan menjadi sangat penting. Salah satu permasalahan mengenai pupuk hayati, yaitu terkait dengan viabilitas bakteri yang terkandung di dalamnya. Viabilitas bakteri harus tetap baik selama penyimpanan sehingga perlu bahan yang baik untuk mengemas bakteri-bakteri tersebut agar viabilitasnya tidak cepat menurun. Saat ini bahan dalam bentuk granul (butiran) berdiameter 2-3 mm dengan bahan pembawa alami berupa mineral liat dan bahan organik merupakan salah satu bahan yang dapat digunakan (Goenadi *et al.* 1995). Selain itu, gambut juga efektif sebagai bahan pembawa pupuk hayati (Hamim *et al.* 2008). Hal yang penting untuk dipelajari juga, yaitu upaya mengemas bakteri tersebut sehingga mudah diaplikasikan. Oleh karena itu, penelitian-penelitian yang menyangkut bahan pembawa dan

penyimpanan pupuk hayati masih sangat dibutuhkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui viabilitas pupuk hayati (*Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., *Azospirillum* sp., dan *Azotobacter* sp.) dalam media gambut pada penyimpanan 0, 1, 2, 4, dan 6 bulan dan efektivitasnya dalam memacu pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays*).

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2008 sampai dengan Desember 2008. Penelitian dilaksanakan di rumah kaca, Laboratorium Fisiologi Tumbuhan, dan Laboratorium Mikrobiologi, Departemen Biologi, FMIPA, IPB.

Bahan yang digunakan ialah benih jagung (*Zea mays*) varietas Bisma, tanah sebagai medium tanam yang diambil dari kebun Percobaan Cikabayan IPB, kompos yang berasal dari kebun Percobaan Cikabayan IPB, pupuk NPK (2:1:1), dan pupuk hayati yang terdiri atas isolat bakteri *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., *Azospirillum* sp., dan *Azotobacter* sp. hasil seleksi dan disimpan di Laboratorium Mikrobiologi, Departemen Biologi, FMIPA, IPB, Bogor (Tim Kerjasama IPB-Deptan 2006). Bahan yang digunakan untuk pembuatan pupuk hayati, yaitu gambut berasal dari Pusat Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia di Bogor, *Nutrient Broth* (medium pertumbuhan *Bacillus* sp.), *Trypticase Soy Broth* (medium pertumbuhan *Pseudomonas* sp.), NFb cair (medium pertumbuhan *Azospirillum* sp.), dan LGI cair (medium pertumbuhan *Azotobacter* sp.).

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktorial, yaitu pupuk hayati dengan berbagai lama penyimpanan (0, 1, 2, 4, dan 6 bulan). Jenis tanaman yang digunakan, ialah jagung (*Zea mays*). Perlakuan P1 menggunakan medium tanah saja, P2 menggunakan medium tanah yang diberi pupuk kimia tunggal, 0.8 gram urea + 0.4 gram TSP + 0.4 gram KCl untuk 8 kg tanah per polibag, P3 menggunakan campuran tanah dan kompos (5:1), dan P4-P8 menggunakan campuran tanah dan kompos (5:1) serta aplikasi pupuk hayati penyimpanan 0, 1, 2, 4, dan 6 bulan. Masing-masing satuan percobaan dilakukan dengan 5 ulangan. Analisis data menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dan uji lanjutan dilakukan menggunakan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%.

Masing-masing bakteri (*Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., *Azospirillum* sp., dan *Azotobacter* sp.) yang telah diremajakan dimasukkan ke dalam masing-masing media tumbuh, kemudian diinkubasi pada mesin penggoyang sampai jumlah selnya mencapai 10^8 ml/sel. Media yang telah mengandung bakteri dimasukkan ke dalam gambut steril dengan perbandingan 1:1 dan dikeringbekukan dengan menggunakan alat *Labconco Freeze Dry*. Hasilnya dimasukkan ke dalam botol steril dan disimpan pada suhu kamar.

Pupuk hayati yang disimpan 0, 1, 2, 4, dan 6 bulan diambil 1 g, diinokulasikan ke dalam tabung berisi 9 ml larutan garam fisiologis, kemudian dilakukan pengenceran serial. Penghitungan populasi sel dilakukan dengan metode cawan hitung (Hadioetomo 1993).

Media tanam dimasukkan ke dalam polibag sebanyak 8 kg per polibag, kemudian disimpan di rumah kaca. Polibag ditanami benih jagung masing-masing 5 benih dan dilakukan penjarangan sehingga hanya tersisa satu bibit. masing-masing polibag diberi perlakuan dengan pupuk hayati yang disimpan 0, 1, 2, 4, dan 6 bulan.

Pemupukan dilakukan 2 minggu setelah tanam sebanyak 20 gram pupuk hayati per polibag dan 3 minggu setelah pemupukan pertama sebanyak 30 gram pupuk hayati. Pupuk hayati diaplikasikan dengan cara memberikan pupuk tersebut disekitar perakaran tanaman.

Pemeliharaan dilakukan dengan penyiraman pada pagi hari, penyiangan, dan pemberantasan hama dan penyakit tanaman. Pengamatan pertumbuhan tanaman dilakukan setiap seminggu sekali. Parameter pertumbuhan tanaman jagung yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, lingkaran batang, dan jumlah daun senesens. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan dari pangkal batang sampai ujung daun tertinggi (Rokhmah 2008). Pengukuran luas daun dilakukan dengan cara mengalikan panjang daun, lebar daun, dan Indeks Luas Daun (ILD=0.75) (Syamsiyah 2008). Pengukuran lingkaran batang dilakukan dengan cara mengukur lingkaran batang \pm 4-5 cm dari pangkal batang (Koswara *et al.* 1999)

Pemanenan jagung dilakukan 85 hari setelah tanam. Rata-rata umur jagung varietas Bisma, yaitu 100-110 hari (Sinar Tani 2004). Selanjutnya, dilakukan pengukuran populasi bakteri pada media sekitar perakaran, berat kering tajuk, akar, biji, dan berat kering total tanaman (meliputi berat kering

tajuk, akar, dan biji). Selain itu dihitung bobot per 100 biji.

Analisis tanah dan kompos dilakukan di Laboratorium Kesuburan Tanah, Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, IPB.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Sifat Fisik dan Kimia Medium Tanam

Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa tanah yang digunakan sebagai media tanam jagung merupakan tanah masam dengan pH 4.50 (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil Analisis Sifat Kimia dan Fisik Tanah Percobaan di Kebun Percobaan Cikabayan IPB Sebelum Tanam

pH 1:1	H ₂ O		4.50 (asam)
Walkley & Black	C-org	(%)	1.76 (rendah)
Kjel-dhal	N-Total		0.19 (rendah)
Bray I	P	(ppm)	10.2 (rendah)
	Ca		4.28 (sangat rendah)
N NH ₄ OAc pH 7.0	Mg	(me/100g)	0.92 (sangat rendah)
	K		0.61 (sedang)
	Fe		3.76
0,05 N HCl	Cu	(ppm)	2.48
	Zn		25.88
	Mn		126.36
	Pasir		7.77
Tekstur	Debu	(%)	16.29
	Liat		75.94

Tanah yang digunakan sebagai media tanam jagung mempunyai kandungan C organik rendah (1.76%), kandungan N-total rendah (0.19%), P tersedia rendah (10.2 ppm) dan kandungan basa dapat ditukar seperti Ca (4.28 me/100g) dan Mg (0.92 me/100g) tergolong sangat rendah, namun K (0.61 me/100g) tergolong sedang (Tabel 1).

Tabel 2. Hasil Analisis Sifat Kimia Kompos Yang Digunakan Dalam Penelitian

Sifat	Satuan	Nilai
C		26.59
N		1.54
P	%	0.39
K		2.62
Ca		5.36
Mg		1.1
Fe		19.8
Cu	(ppm)	212.5
Zn		1287.5
Mn		1635
C/N		17.3

Hasil analisis kompos menunjukkan bahwa kompos memiliki kandungan C organik sebesar 26.59%, N sebesar 1.54% dan P tersedia 0.39%. Kandungan basa dapat ditukar seperti Ca sebesar 5.36%, Mg 1.1%, dan K 2.62% (Tabel 2).

Uji Viabilitas Pupuk Hayati dengan Berbagai Lama Simpan

Tabel 3 Viabilitas Masing-masing Bakteri Pupuk Hayati Dengan Berbagai Lama Simpan.

Nama Bakteri	Lama Simpan (Bulan)	Jumlah Bakteri (sel/ml)
<i>Bacillus</i> sp.	0	1.89×10^7
<i>Pseudomonas</i> sp.		3.4×10^7
<i>Azospirillum</i> sp.		2.8×10^4
<i>Azotobacter</i> sp.	1	1.04×10^6
<i>Bacillus</i> sp.		3.14×10^7
<i>Pseudomonas</i> sp.		7.7×10^7
<i>Azospirillum</i> sp.		7.2×10^4
<i>Azotobacter</i> sp.	2	3.5×10^5
<i>Bacillus</i> sp.		1.5×10^7
<i>Pseudomonas</i> sp.		3.2×10^7
<i>Azospirillum</i> sp.		7.2×10^3
<i>Azotobacter</i> sp.	4	1.3×10^4
<i>Bacillus</i> sp.		1.20×10^6
<i>Pseudomonas</i> sp.		3.4×10^6
<i>Azospirillum</i> sp.		5.4×10^3
<i>Azotobacter</i> sp.	6	0
<i>Bacillus</i> sp.		9.7×10^5
<i>Pseudomonas</i> sp.		1.23×10^6
<i>Azospirillum</i> sp.		2.5×10^3
<i>Azotobacter</i> sp.		0

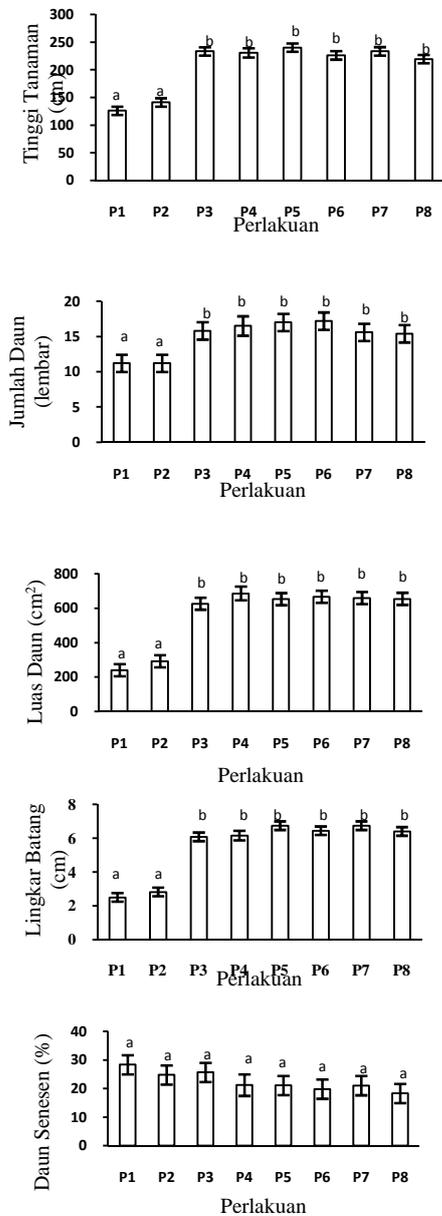
Pupuk hayati setelah disimpan selama 6 bulan menunjukkan penurunan viabilitas, walaupun masing-masing bakteri menunjukkan tingkat viabilitas yang beragam. Data menunjukkan bahwa perlakuan pengeringan (0 bulan penyimpanan) berakibat menurunnya jumlah masing-masing bakteri dari 10^8 sel/ml (sebelum di *freeze dryer*) menjadi 10^7 sel/ml pada *Bacillus* sp., 10^7 sel/ml pada *Pseudomonas* sp., 10^4 sel/ml pada *Azospirillum* sp., dan 10^6 sel/ml pada *Azotobacter* sp. (Tabel 3).

Pada penyimpanan 1 bulan, bakteri yang terkandung dalam pupuk hayati yang mengalami penurunan viabilitas, yaitu *Azotobacter* sp. sedangkan *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Azospirillum* sp. viabilitasnya hampir sama seperti pupuk hayati 0 bulan. Pada penyimpanan 2 bulan, bakteri dalam pupuk hayati yang menurun viabilitasnya, yaitu *Azospirillum* sp. dan *Azotobacter* sp. Pada penyimpanan 4 bulan dan 6

bulan semua bakteri yang terkandung dalam pupuk hayati menurun viabilitasnya (Tabel 3).

Pengamatan Pertumbuhan Tanaman Jagung

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati dengan berbagai lama penyimpanan memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan lingkaran batang jika dibandingkan dengan P1 dan P2 (Gambar 1). Pemberian pupuk hayati dengan berbagai lama penyimpanan dapat menurunkan senescensi daun, walaupun cenderung tidak berbeda nyata dengan P1, P2, dan P3 (Gambar 1).

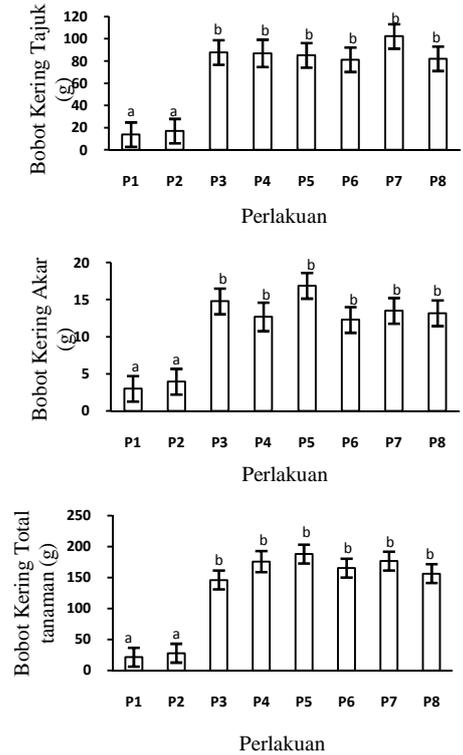


Gambar 1. Rata-Rata Respon Pertumbuhan Tanaman Jagung Pada Berbagai Perlakuan.

Keterangan:

- P1 : tanah saja;
 - P2 : tanah + NPK;
 - P3 : tanah + kompos;
 - P4-P8 : tanah + kompos dan pupuk hayati penyimpanan 0, 1, 2, 4, dan 6 bulan.
- Garis bar pada grafik menunjukkan Standard Error hasil uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%.

Pengamatan Bobot Kering Tanaman Jagung Setelah Panen



Gambar 2. Rata-Rata Bobot Kering Tanaman Jagung Setelah Panen Pada Berbagai Perlakuan

Keterangan:

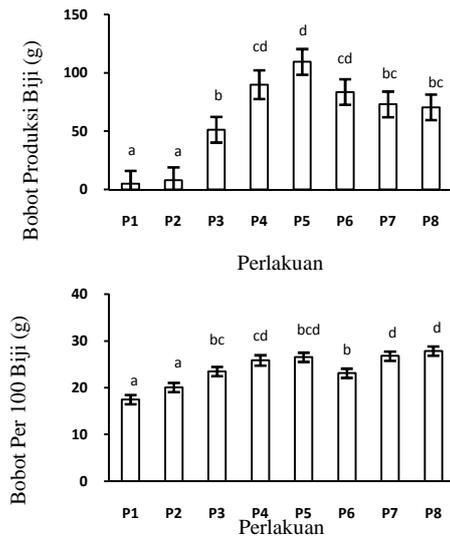
- P1 : tanah saja;
 - P2 : tanah + NPK;
 - P3 : tanah + kompos;
 - P4-P8 : tanah + kompos dan pupuk hayati penyimpanan 0, 1, 2, 4, dan 6 bulan.
- Garis bar pada grafik menunjukkan Standard Error hasil uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%.

Nilai rata-rata bobot kering tajuk, bobot kering akar, dan bobot kering total tanaman berbeda nyata dengan P1 dan P2, walaupun cenderung tidak berbeda nyata dengan P3. Nilai rata-rata bobot kering tajuk tertinggi terdapat pada perlakuan dengan pupuk hayati penyimpanan 4 bulan. Namun nilai rata-rata bobot kering akar dan bobot kering total tanaman tertinggi terdapat pada

perlakuan dengan pupuk hayati penyimpanan 1 bulan (Gambar 2).

Pengamatan Hasil Produksi Jagung

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati dengan berbagai lama penyimpanan memberikan pengaruh nyata terhadap bobot produksi biji dan bobot per 100 biji (Gambar 3).



Gambar 3. Rata-Rata Hasil Produksi Jagung Pada Berbagai Perlakuan

Keterangan:

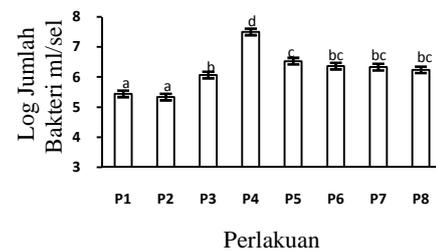
P1 : tanah saja;
 P2 : tanah + NPK;
 P3 : tanah + kompos;
 P4-P8 : tanah + kompos dan pupuk hayati penyimpanan 0, 1, 2, 4, dan 6 bulan.
 Garis bar pada grafik menunjukkan Standard Error hasil uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%.

Nilai rata-rata bobot produksi biji tertinggi terdapat pada tanaman jagung yang diberi pupuk hayati penyimpanan 1 bulan sebesar 109.36 gram dan tidak berbeda nyata dengan bobot produksi biji pada tanaman jagung yang diberi pupuk hayati penyimpanan 0 bulan dan 2 bulan. Bobot produksi biji jagung memberikan pengaruh nyata terhadap pemberian pupuk hayati 0, 1, 2, 4, dan 6 bulan berturut-turut sebesar 1654.49%, 2035.94%, 1533.20%, 1326.17%, 1276.17% dibandingkan dengan P1. Sedangkan bobot produksi biji jagung dengan P2 dan P3 hanya sekitar 57.03% dan 900.78% (Gambar 3). Bobot per 100 biji jagung tertinggi terdapat pada pemberian pupuk hayati

penyimpanan 4 bulan dan 6 bulan. Hal ini terjadi karena bulir jagungnya besar (Gambar 3).

Pengamatan Jumlah Bakteri pada Perakaran Tanaman Jagung

Nilai rata-rata jumlah bakteri tertinggi terdapat pada perakaran tanaman jagung yang diberi pupuk hayati penyimpanan 0 bulan, selanjutnya pada penyimpanan 1 bulan. Jumlah bakteri cenderung menurun akibat penyimpanan pupuk selama 2, 4, dan 6 bulan, walaupun ini cenderung masih tidak berbeda nyata dengan P3 (Gambar 4).



Gambar 4. Rata-Rata Jumlah Bakteri Pada Perakaran Tanaman Jagung Pada Berbagai Perlakuan.

Keterangan:

P1 : tanah saja;
 P2 : tanah + NPK;
 P3 : tanah + kompos;
 P4-P8 : tanah + kompos dan pupuk hayati penyimpanan 0, 1, 2, 4, dan 6 bulan.
 Garis bar pada grafik menunjukkan Standard Error hasil uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik dan Kimia Medium Tanam

Sifat fisik dan kimia tanah menunjukkan bahwa tanah yang digunakan sebagai media penanaman jagung bersifat masam dan memiliki kandungan unsur tanah yang rendah (Tabel 1). Tanah yang memiliki kandungan unsur hara yang rendah merupakan tanah yang tidak subur. Tanah yang tidak subur tersebut perlu di beri aplikasi pupuk agar bisa dijadikan lahan pertanian. Pemberian pupuk organik dan pupuk hayati merupakan suatu upaya untuk meningkatkan kesuburan tanah, sehingga dapat meningkatkan produksi pertanian (Balitbang Pertanian 2006).

Viabilitas Bakteri pada Pupuk Hayati Selama Penyimpanan

Pupuk hayati dengan bahan pembawa gambut yang dikeringbekukan rata-rata

menunjukkan penurunan viabilitas bakteri. Kecuali viabilitas *Bacillus* sp. stabil sampai penyimpanan 2 bulan (Tabel 3). *Bacillus* sp. merupakan bakteri berendospora yang dapat tahan pada kondisi kekurangan nutrisi. *Bacillus* sp. yang digunakan dalam penelitian ini menghasilkan AIA (asam indol asetat) yang tinggi dan pelarut fosfat yang baik (Widayanti 2007). Demikian pula viabilitas *Pseudomonas* sp. stabil sampai penyimpanan 2 bulan (Tabel 3). *Pseudomonas* sp. merupakan bakteri penghasil AIA dan dapat menghambat pertumbuhan fungi patogen (Astuti 2008). Viabilitas *Azospirillum* sp. dan *Azotobacter* sp. telah menurun cukup drastis saat penyimpanan 0 bulan (Tabel 3). Hal ini diduga kedua bakteri tersebut merupakan bakteri yang sensitif suhu rendah pada saat proses *freeze drying* (Snell 1991). Pertumbuhan bakteri yang sensitif suhu rendah biasanya terhambat bahkan mengalami kematian karena selnya rusak sebagai akibat terbentuk kristal es di dalam intraselulernya (Gounot 1991). *Azospirillum* sp. yang dipakai pada penelitian ini juga merupakan bakteri yang dapat mensintesis AIA yang tinggi dan dapat melarutkan fosfat (Astuti 2007), selain itu juga dapat memfiksasi nitrogen, mensintesis siderofor, dan sebagai pengendali hayati (Bashan & Bashan 2000). Sedangkan *Azotobacter* sp. merupakan bakteri pemfiksasi nitrogen dan dapat memproduksi fitohormon (Hindersah & Simarmata 2004).

Secara umum kandungan bakteri pada pupuk hayati dengan bahan pembawa gambut yang digunakan pada penelitian ini viabilitasnya mengalami penurunan selama penyimpanan pada suhu kamar. Menurut Chotiah (2006) penyimpanan bakteri pada suhu kamar dapat menurunkan viabilitas bakteri hingga 9.5×10^3 sel/ml selama 2 bulan penyimpanan. Viabilitas kultur bakteri dari isolat-isolat tunggal maupun campuran dalam bahan pembawa gambut, diantaranya dipengaruhi pH gambut, kemampuan gambut mempertahankan kandungan air, kemampuan bakteri gram positif membentuk endospora (Lema 2008), serta kemampuan bakteri gram negatif menghasilkan kapsular dan eksopolisakarida pada kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan (Santi *et al.* 2008). Namun, keberhasilan bakteri dari strategi bertahan ini bergantung pada mekanisme efisien untuk kembali ke bentuk vegetatif pada kondisi yang menguntungkan saat diaplikasikan (Wuytack *et al.* 2000).

Jumlah Bakteri pada Perakaran Tanaman dan Implikasi Bakteri terhadap Pertumbuhan serta Produksi Tanaman Jagung

Berdasarkan jumlah bakteri pada perakaran jagung, jumlah bakteri pada perlakuan dengan pupuk hayati lebih tinggi jika dibandingkan dengan kontrol (tanpa perlakuan pupuk hayati) (Gambar 4). Menurut Tilak *et al.* (2005) mikroorganisme yang hidup di tanah atau di rizosfer tanaman memegang peranan penting dalam berbagai proses di dalam tanah yang secara tidak langsung akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Aplikasi pupuk hayati yang disimpan 0, 1, 2, 4, dan 6 bulan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung (Gambar 1). Bakteri yang dapat memacu pertumbuhan tanaman dimasukkan ke dalam kelompok *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). Bakteri-bakteri tersebut merupakan kelompok mikroorganisme yang hidup bebas yang dapat memberikan keuntungan bagi pertumbuhan tanaman dengan cara mengkolonisasi bagian perakarannya atau hidup di daerah rizosfer (Woitke *et al.* 2004).

Pada perakaran tanaman jagung yang diaplikasikan dengan pupuk hayati 0 bulan dan 1 bulan memiliki jumlah bakteri yang paling banyak (Gambar 4). Hal tersebut mungkin mendorong pertumbuhan perakaran yang baik sehingga bobot kering akar jagung juga tinggi (Gambar 2). Hormon AIA yang dihasilkan oleh bakteri yang terkandung dalam pupuk hayati merupakan salah satu jenis hormon auksin yang berperan dalam pembentukan dan perpanjangan akar (Salisbury & Ross 1995). Akar memiliki peranan yang sangat penting bagi pertumbuhan dan produksi tanaman, yaitu menyerap air dan unsur hara esensial maupun nonesensial yang terdapat di rizosfer tanaman (Masdar 2003).

Jumlah bakteri pada perakaran jagung cenderung menurun pada perlakuan penyimpanan pupuk selama 2, 4, dan 6 bulan, (Gambar 4). Penurunan jumlah bakteri pada perakaran jagung menyebabkan penurunan bobot kering akar sehingga pertumbuhan dan produksi tanaman padi dan jagung juga semakin rendah. Aplikasi pupuk hayati dengan berbagai lama simpan ternyata memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung dan padi yang dapat dilihat dari respon yang diamati.

Respon Pertumbuhan dan Hasil Produksi pada Tanaman Jagung terhadap Aplikasi Pupuk Hayati

Berdasarkan lama penyimpanan, pupuk hayati yang disimpan 0, 1, 2, 4 dan 6 bulan secara umum mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung (Gambar 1) jika dibandingkan dengan kontrol tanpa pupuk hayati dan pemberian NPK (P1 dan P2). Menurut Ainy (2008) pemberian pupuk hayati yang mengandung bakteri *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Azospirillum* sp. mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung dibandingkan dengan tanpa pupuk hayati. Pada tanaman jagung, tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan lingkaran batang jagung tidak berbeda nyata dengan kontrol tanpa pupuk hayati namun diberi kompos (P3), namun menunjukkan nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan P3 (Gambar 1). Hal yang sama terjadi pada penelitian Mujib *et al.* (2006) yang menyatakan perlakuan dengan *P. putida* tidak berpengaruh nyata dalam meningkatkan tinggi tanaman, bobot kering tajuk, dan bobot kering akar selama pengamatan 45 hari karena P terlarut tidak semuanya dapat diserap oleh tanaman, tetapi sebagian masih ada di dalam tanah.

Lama penyimpanan pupuk hayati ternyata mempengaruhi respon pertumbuhan tanaman walaupun antar perlakuan cenderung tidak berbeda nyata. Pada tanaman yang diberi pupuk hayati 0 bulan dan 1 bulan, tanaman memiliki pertumbuhan paling tinggi, namun tanaman yang mendapat perlakuan pupuk hayati dengan penyimpanan 2, 4, dan 6 bulan pertumbuhannya cenderung lebih rendah.

Selain peningkatan pertumbuhan, pemberian pupuk hayati juga mampu menurunkan senesensi daun tanaman jagung antara 25% - 28,57% (Gambar 1). Nilai ini lebih besar dari hasil penelitian Rachmawati (2008) yang menunjukkan bahwa perlakuan dengan pupuk hayati mampu menurunkan senesensi daun tanaman jagung sebanyak 20% karena terdapat peningkatan kandungan AIA yang disertai dengan peningkatan sitokinin sehingga interaksi kedua hormon tersebut mampu memperlambat terjadinya senesensi. Senesensi daun merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi fotosintesis karena terjadi kerusakan klorofil dan hilangnya fungsi kloroplas sehingga terjadi penurunan laju fotosintesis (Salisbury & Ross 1995).

Pemberian pupuk hayati juga berpengaruh nyata dalam meningkatkan bobot kering tajuk,

bobot kering akar, dan bobot kering total tanaman jagung dibandingkan dengan kontrol tanpa pupuk hayati dan pemberian NPK (P1 dan P2), walaupun cenderung tidak berbeda nyata dengan kontrol tanpa pupuk hayati namun diberi kompos (P3) (Gambar 2). Hasil penelitian ini menunjukkan pemberian pupuk hayati 0 bulan dan 1 bulan mampu meningkatkan bobot kering total tanaman karena memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan P3. Peningkatan bobot kering total tanaman disebabkan oleh peningkatan bobot kering tajuk dan akar tanaman. Menurut Hindersah dan Simarmata (2004) inokulasi dengan *Azotobacter* sp. dapat memperbaiki perkembangan tajuk dan akar. Bobot kering total tanaman yang diberi pupuk hayati 2, 4, dan 6 bulan mengalami penurunan. Hal ini diduga karena tanaman yang diaplikasi dengan pupuk hayati 4 dan 6 bulan tidak mengandung *Azotobacter* sp. Sedangkan pupuk hayati 2 bulan masih mengandung *Azotobacter* sp., namun penyimpanan selama 2 bulan menyebabkan jumlah selnya menurun sehingga kurang efektif.

Pemberian pupuk hayati dengan berbagai lama penyimpanan mampu meningkatkan bobot produksi jagung, walaupun pertumbuhan vegetatifnya cenderung tidak berbeda nyata dengan kontrol tanpa pupuk hayati namun diberi kompos (P3). Hal ini diduga unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman terutama fosfor sudah terserap dengan baik oleh tanaman. Bobot produksi tertinggi terdapat pada tanaman padi yang diberi pupuk hayati 1 bulan dan tidak berbeda nyata dengan pemberian pupuk hayati 0 bulan dan 2 bulan. Peningkatan produksi biji jagung disebabkan bertambahnya ukuran tongkol dan pengisian bijinya. Bobot produksi jagung menurun pada tanaman yang diberi pupuk hayati 4 bulan dan 6 bulan. Bobot per 100 biji jagung tertinggi terdapat pada pemberian pupuk hayati penyimpanan 4 bulan dan 6 bulan (Gambar 3). Hal ini terjadi karena biji jagung pipilan berukuran besar, namun ukuran tongkol lebih kecil. Sejalan dengan hasil penelitian Kristanto *et al.* (2002) yang menunjukkan inokulasi *Azospirillum* telah meningkatkan berat kering biji/tanaman, dan berat 100 biji tanaman jagung.

Berdasarkan data hasil penelitian terbukti bahwa pupuk hayati khususnya yang disimpan selama 0 dan 1 bulan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung yang lebih besar. Walaupun pertumbuhan tajuk tidak terlalu berbeda dengan perlakuan pupuk penyimpanan 2, 4, dan 6 bulan, namun data produksi juga menunjukkan

bahwa perlakuan pupuk hayati yang disimpan 0 dan 1 bulan dapat menghasilkan produksi jagung yang lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa efek positif dari pupuk hayati terhadap perkembangan perakaran sangat penting dalam menunjang produksi tanaman.

KESIMPULAN

Viabilitas bakteri (*Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., *Azospirillum* sp., dan *Azotobacter* sp.) yang terkandung dalam pupuk hayati sedikit mengalami penurunan setelah perlakuan pengeringan dengan menggunakan *freeze dryer*. Viabilitas bakteri yang terkandung dalam pupuk hayati juga menurun setelah dilakukan penyimpanan sampai 6 bulan, yaitu antara 10^1 - 10^3 sel/ml. Jumlah bakteri pada perakaran meningkat dengan pemberian pupuk hayati yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Pemberian pupuk hayati dengan lama simpan 0, 1, 2, 4, dan 6 bulan mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman jagung. Namun semakin lama penyimpanan, responnya terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman semakin menurun. Penurunan tersebut terlihat pada bobot produksi jagung. Bobot produksi jagung tertinggi terdapat pada tanaman yang diberi pupuk hayati 1 bulan sebesar 113.43% dibandingkan dengan kontrol tanpa pupuk hayati namun diberi kompos.

SARAN

Jumlah bakteri yang dimasukkan ke dalam gambut sebaiknya ditingkatkan lebih dari 10^8 sel/ml agar pada saat *freeze drying* jumlah bakteri yang terkandung di dalam gambut masih tinggi. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui efektivitas pupuk hayati yang telah disimpan jika percobaan diaplikasikan di lapang.

DAFTAR PUSTAKA

Ainy ITE. 2008. *Kombinasi Antara Pupuk Hayati dan Sumber Nutrisi Dalam Memacu Serapan Serapan Hara Pertumbuhan, Serta Produktivitas Jagung (*Zea mays* L.) dan Padi (*Oryza sativa* L.) [tesis]*. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

Astuti A. 2007. *Isolasi dan Karakterisasi Azospirillum sp. Indigenus Penghasil Asam Indol Asetat Asal Tanah Rizosfer [skripsi]*. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

Astuti RI. 2008. *Analisis Karakter Pseudomonas sp. Sebagai Agen Pemacu Pertumbuhan Tanaman dan Biokontrol Fungi Patogen [tesis]*. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

[Balitbang] Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Departemen Pertanian. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. [Http://www.litbang.pertanian.go.id] (28 Agustus 2016).

Bashan Y, Bashan LE. 2000. *Protection of Tomato Seedling Against Infection by Pseudomonas syringae pv. Tomato by Using The Plant Growth Promoting Bacterium Azospirillum brasilense*. Appl Environ Microbiol 4: 990-991.

Chotiah S. 2006. Pengaruh proses freeze drying dan penyimpanan pada suhu kamar terhadap viabilitas dan patogenitas plasma nutfah mikroba *Pasteurella multocida*. *Bul Plasm Nutf* 12 (1): 40-44.

Goenadi DH, Saraswati R, Nganro RR, Adiningsih AS. 1995. *Mikroba Pelarut Hara dan Pemantap Agregat dari Beberapa Tanah Tropika Basa*. Menara Perkebunan 62: 60-66.

Goenadi DH *et al.* 1999. *Produksi Biofertilizer untuk Efisiensi Penggunaan Pupuk dalam Budidaya Tanaman yang Aman Lingkungan. Laporan Riset Unggulan Kemitraan II*. Jakarta: KMNRT-BPPT.

Gounot. 1991. *Bacterial Life at Low Temperature, Physiological Aspects and Biotechnological Implications*. J Appl Bacteriology 71: 386-397.

Hadioetomo RS. 1993. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Hamim, Mubarik NR, Hanarida I, Sumarni N. 2008. *Pengaruh Pupuk Hayati Terhadap Pola Serapan Hara Ketahanan Penyakit, Produksi, dan Kualitas Hasil Beberapa Komoditas Tanaman Pangan dan Sayuran Unggulan. Laporan Penelitian KKP3T*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Hindersah R, Simarmata T .2004. *Potensi Rizobakteri Azotobacter dalam Meningkatkan Kesehatan Tanah*. J Natur Indones 5(2): 127-133.
- Koswara J, Aswidinnoor H, Purwoko BS. 1999. *Pengaruh Patah Batang Terhadap Produksi Pada Jagung*. Bul Agron 16 (1): 1-16.
- Kristanto HB, SM Mimbar, T Sumarni. 2002. *Pengaruh Inokulasi Azospirillum Terhadap Efisiensi Pemupukan N Pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (Zea mays L)*. Agrivita 24 (1): 74-79.
- Lema ATH. 2008. *Viabilitas Isolat-isolat Bakteri Selulolitik Pada Bahan Pembawa Gambut [skripsi]*. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Masdar. 2003. *Pengaruh Lama dan Beratnya Defisiensi Kalium Terhadap Pertumbuhan Tanaman Durian (Durio zibethinus Murr.)*. J Akt Agron 6 (2): 60-66.
- Mujib M, Setyawati D, Arimurti S. 2006. *Efektivitas Pelarut Fosfat dan Pupuk P Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (Zea mays L.) Pada Tanah Masam [skripsi]*. Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.
- Rachmawati E. 2008. *Kandungan IAA dan Respon Tanaman Jagung dan Kedelai Terhadap Perlakuan Pupuk Hayati [skripsi]*. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Rokhmah F. 2008. *Pengaruh toksisitas Cu terhadap pertumbuhan dan produksi padi (Oryza sativa L.) serta upaya perbaikannya dengan pupuk penawar racun [skripsi]*. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Salisbury FB, Ross CW. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Dasar* Jilid 2. Lukman DR, Sumaryono, penerjemah; Niksolihin S, editor. Bandung: ITB Press. Terjemahan dari: Plant Physiology. Edisi ke 4.
- Salisbury FB, Ross CW. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Dasar* Jilid 3. Lukman DR, Sumaryono, penerjemah; Niksolihin S, editor. Bandung: ITB Press. Terjemahan dari: Plant Physiology. Edisi ke 4.
- Santi LP, Dariah A, Goenadi DH. 2008. *Peningkatan Kemantapan Agregat Tanah Mineral oleh Bakteri Penghasil Eksopolisakarida*. Menara Perkebunan 76 (2): 93-103.
- Saraswati R. 1999. *Teknologi Pupuk Multiguna Menunjang Keberlanjutan Sistem Produksi Kedelai*. J Mikrobiol Indones 4:1-9.
- Sinar Tani. 2004. *Jagung Varietas Unggul*. [Http://www.sinartani.com/pangan/serbaserbi] (24 Juni 2009).
- Snell JJS. 1991. *General Introduction to Maintenance Method*. Di dalam Kirsop BE, Doyle A (editor). *Maintenance of Microorganisms and Cultured Cell*. New York: Academic Press. Hlm 21-30.
- Syamsiyah S. 2008. *Respon Tanaman Padi Gogo (Oryza sativa L.) Terhadap Stres Air dan Inokulasi Mikoriza [skripsi]*. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Tilak KVBR, Ranganyaki N, Pal KK, De R, Saxena AK. 2005. *Diversity of Plant Growth and Soil Health Supporting Bacteria*. Curr Sci 89: 136-150.
- Vessey JK. 2003. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Biofertilizer*. Plant Soil 255: 571-586.
- Widayanti T. 2007. *Isolasi dan Karakterisasi Bacillus sp. Indigenus Penghasil Asam Indol Asetat Asal Tanah Rizosfer [skripsi]*. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Woitke M, Junge H, Schnitzler WH. 2004. *Bacillus subtilis as Promoter in Hydroponically Grown Tomatoes Under Saline Conditions. Prociding VII on Prot. Cult. Mild Winter Climates*. Editor: Cantliffe DJ, Stofella PJ, Shaw N. Act Hort 659: 363-369.
- Wu SC, Cao ZH, Cheung KC, Wong MH. 2005. *Effect of Biofertilizer Containing N-fixer, P and K Solubilizer and AM Fungi on Maize Growth: a Greenhouse Trial*. Geoderma 125: 155-166.
- Wuytack EY, Soons J, Poschet F, Michiels CW. 2000. *Comparative Study of Pressure and Nutrient-Induced Germination of Bacillus subtilis Spores*. Appl Environ Microbiol 66:257-2

