

## Perlakuan Benih dengan Agen Hayati dan Pemupukan P untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman, Hasil, dan Mutu Benih Padi

### *Seed Treatment with Biological Agents and P Fertilizer to Increase Plant Growth, Yield, and Quality of Rice Seed*

Agustiansyah<sup>1\*</sup>, Satriyas Ilyas<sup>2</sup>, Sudarsono<sup>2</sup>, dan Muhammad Machmud<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

Jl. Prof. Soemantri Brodjonegoro No.1 Bandar Lampung 35145, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

<sup>3</sup>Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian  
Jl. Tentara Pelajar No. 3A Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu, Bogor 16111, Indonesia

Diterima 9 Oktober 2012/Disetujui 22 Maret 2013

#### ABSTRACT

The objective of the study was to determine the effect of seed treatment on growth, seed quality, P fertilizer utilization, and rice production in the glasshouse. The experiment was conducted in a split plot design with three replications from January to June 2010. The main plots were P fertilizer rates (0, 50, and 100 kg SP-36 ha<sup>-1</sup>), and sub plots were (1) negative control (seeds were not inoculated by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Xoo) and without seed treatment); (2) positive control (seeds were inoculated by Xoo); (3) seeds were inoculated by Xoo and immersed in *Pseudomonas diminuta* A6 suspension; (4) seeds were inoculated by Xoo and immersed in *Bacillus subtilis* 5/B suspension; (5) seeds were inoculated by Xoo and immersed in *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B suspension; (6) matricconditioning + *P. diminuta* A6, (7) matricconditioning + *B. subtilis* 5/B, and (8) matricconditioning + *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B. The results showed that seed treatment with biological agents *P. diminuta* A6, seed treatment with *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B were the best seed treatments to improve plant growth and yield of rice. Treatment with matricconditioning + *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B was the best treatment to enhance seed germination. Soaking the seeds in *B. subtilis* 5/B suspension or *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B suspension reduced the use of P fertilizer, based on the number of grain, total number of grain, percentage of grain per panicle. The highest seed yield obtained from both treatments was with the application of P fertilizer 50 kg ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** biopriming, matricconditioning, rhizobacteria, seed viability, seed vigor

#### ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan benih terhadap pertumbuhan tanaman, hasil panen, mutu benih padi, dan penggunaan pupuk P di rumah kaca. Percobaan ini dilakukan dalam rancangan petak terbagi mulai bulan Januari sampai dengan Juni 2010. Petak utama adalah taraf dosis pupuk P (0, 50, dan 100 kg SP-36 ha<sup>-1</sup>). Anak petak adalah 8 perlakuan benih yang terdiri atas (1) Benih padi yang tidak diinokulasi *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Xoo) dan tanpa perlakuan benih (kontrol negatif); (2) Benih diinokulasi Xoo dan tanpa perlakuan benih (kontrol positif); (3) Benih diinokulasi Xoo dan direndam isolat *P. diminuta* A6; (4) Benih diinokulasi Xoo dan direndam isolat *B. subtilis* 5/B; (5) Benih diinokulasi Xoo dan direndam dalam campuran *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B; (6) Matricconditioning + *P. diminuta* A6; (7) Matricconditioning + *B. subtilis* 5/B; (8) Matricconditioning + *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa isolat agen hayati *P. diminuta* A6 yang diperlakukan secara tunggal atau dicampur dengan *B. subtilis* 5/B dengan dan tanpa matricconditioning merupakan perlakuan benih terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen. Perlakuan matricconditioning + *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B merupakan perlakuan terbaik dalam meningkatkan daya berkecambah benih. Perendaman benih dalam *B. subtilis* 5/B dan perendaman dalam *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B mampu menurunkan penggunaan pupuk P berdasarkan peubah hasil panen yaitu jumlah gabah hernas, jumlah gabah total, persentase gabah hernas per malai. Hasil tertinggi pada kedua perlakuan tersebut didapat pada dosis pupuk 50 kg P ha<sup>-1</sup>.

**Kata kunci:** biopriming, matricconditioning, rizobakteri, viabilitas benih, vigor benih

## PENDAHULUAN

Produktivitas padi di Indonesia masih rendah. Rata-rata produktivitas padi di Indonesia saat ini adalah 5.0 ton ha<sup>-1</sup> sementara potensi produktivitas dari semua varietas padi yang dilapas di Indonesia berkisar antara 5.0-9.3 ton ha<sup>-1</sup>. Defisiensi hara fosfor (P) adalah salah satu kendala dalam peningkatan produksi tanaman padi. Menurut Bertham dan Sasantara (2011) terdapat dua penyebab rendahnya ketersediaan P dalam tanah, yaitu interaksi P anorganik dengan kation (Fe, Al, dan Ca) dan immobilisasi menjadi kompleks organik oleh jasad renik. Berbagai macam upaya perlu dilakukan untuk meningkatkan produksi padi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan agen hayati yang diperlakukan melalui benih.

Beberapa peneliti telah melaporkan bahwa agen hayati dapat meningkatkan bobot kering biomassa tanaman tomat dan okra (Adesemoye *et al.*, 2008), meningkatkan panjang akar dan tinggi tanaman (Egamberdiyeva, 2008), meningkatkan biomassa tanaman jagung (Hameceda *et al.*, 2008), serta meningkatkan panjang akar dan bobot kering tanaman mint (Kaymak *et al.*, 2008). Trivedi *et al.* (2007) melaporkan bakteri dari spesies *Bacillus megatarium*, *B. subtilis*, dan *Pseudomonas corrugata* dapat meningkatkan penampilan tanaman padi karena memperbaiki penyerapan pupuk fosfat dan meningkatkan hasil gabah. Mehruvraz dan Chaichi (2008) melaporkan kenaikan kandungan fosfat pada daun dan peningkatan kualitas biji barley setelah benih diinokulasi dengan *Pseudomonas putida* dan mikoriza. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan benih dan pemupukan P terhadap pertumbuhan tanaman, hasil panen, dan mutu fisiologis benih padi.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian di Bogor dan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih, Departemen Agronomi dan Hortikultura, IPB. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Januari sampai dengan Juni 2010.

Percobaan ini menggunakan rancangan petak terbagi (*split plot design*). Petak utama adalah 3 taraf dosis pupuk SP-36, yang terdiri atas (1) kontrol (0), (2) 50, dan (3) 100 kg SP-36 ha<sup>-1</sup>. Anak petak adalah delapan perlakuan benih yang terdiri atas (1) benih padi yang tidak diinokulasi *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Xoo) dan tanpa perlakuan benih (kontrol negatif), (2) benih diinokulasi Xoo dan tanpa perlakuan benih (kontrol positif), (3) benih diinokulasi Xoo dan direndam isolat *P. diminuta* A6, (4) benih diinokulasi Xoo dan direndam isolat *B. subtilis* 5/B, (5) benih diinokulasi Xoo direndam dalam campuran *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B, (6) *matriconditioning* + *P. diminuta* A6, (7) *matriconditioning* + *B. subtilis* 5/B, dan (8) *matriconditioning* + *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B. Suspensi agen hayati *P. diminuta* A6 dibiakkan pada medium

King'S B sedangkan isolat *B. subtilis* 5/B dibiakkan pada medium nutrisi agar, masing-masing selama 48 jam. Kedua suspensi agen hayati diencerkan hingga mencapai kerapatan  $4.5 \times 10^8$  sel ml<sup>-1</sup>.

Bubuk arang sekam yang telah dihaluskan (lolos saringan 32 mesh) dan disterilisasi dalam oven dengan suhu 100 °C selama 24 jam digunakan untuk perlakuan *matriconditioning*. Perlakuan *matriconditioning* dilakukan dengan perbandingan antara benih: bubuk arang sekam: larutan pelembab (suspensi agen hayati) = 1.0 : 0.8 : 1.2 (v/v/v). Perlakuan ini dilakukan dengan cara melembabkan 25 g benih padi terinfeksi Xoo dengan suspensi agen hayati (30 mL) di dalam botol transparan ukuran 300 mL (diameter = 7.14 cm, tinggi = 7.5 cm), kemudian ditambahkan bubuk arang sekam (20 g botol<sup>-1</sup>) ke dalam botol. Selanjutnya, benih dicampur dengan arang sekam hingga benih terlapisi secara merata, kemudian botol plastik ditutup. Benih yang diberi perlakuan *matriconditioning* diaduk setiap 12 jam dan *matriconditioning* dilakukan selama 30 jam dalam ruangan berpendingin udara dengan suhu 25 °C.

Benih padi yang telah diberi perlakuan benih ditanam dalam ember plastik berisi tanah sebanyak 8 kg ember<sup>-1</sup>. Tanah yang digunakan disterilisasi dengan pemanasan pada suhu 120 °C dan tekanan 1.2 kg detik<sup>-1</sup> selama 3 jam menggunakan autoklaf. Setelah bibit padi tumbuh dan berumur dua minggu dilakukan seleksi bibit, setiap ember percobaan disisakan satu bibit. Pemupukan dilakukan dua minggu setelah tanam dengan dosis setara 200 kg urea ha<sup>-1</sup>, 100 kg KCl ha<sup>-1</sup>, dan SP-36 sebagai sumber fosfat sesuai dengan perlakuan.

Pengamatan pertumbuhan yang dilakukan meliputi tinggi tanaman dan jumlah anakan. Produksi benih yang diamati meliputi jumlah gabah bernas, jumlah gabah total, dan persentase gabah bernas per malai. Selanjutnya setelah dipanen, benih diuji mutu fisiologisnya yang meliputi daya berkecambah, kecepatan tumbuh, indeks vigor, potensi tumbuh maksimum, dan bobot kering kecambah normal.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pertumbuhan Tanaman

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan benih dengan agen hayati baik dengan maupun tanpa *matriconditioning* secara nyata dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Saat umur 5, 6 dan 7 minggu setelah semai (MSS), perlakuan *matriconditioning* + agen hayati dapat meningkatkan tinggi tanaman walaupun pada umur 7 MSS tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya kecuali dengan kontrol. Pada akhir pengamatan (8 MSS), tanaman tertinggi dihasilkan perlakuan perendaman dalam suspensi isolat *B. subtilis* 5/B, perendaman dalam *P. diminuta* A6, dan perendaman dalam *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B (Tabel 1). Tiga perlakuan menghasilkan jumlah anakan yang tidak berbeda nyata yaitu *matriconditioning* + *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B, *matriconditioning* + *P. diminuta* A6, dan *matriconditioning* + *B. subtilis* 5/B (Tabel 2).

Tabel 1. Pengaruh perlakuan benih terhadap tinggi tanaman padi umur 4-8 minggu setelah semai (MSS)

Perlakuan benih	Tinggi tanaman (cm)				
	4 MSS	5 MSS	6 MSS	7MSS	8 MSS
	59.2	69.0c	79.7c	88.2b	99.6b
	62.1	72.3ab	82.5b	93.9a	101.2b
	62.7	73.2ab	82.3b	95.5a	103.6ab
	62.1	73.1ab	84.8ab	95.5a	113.9a
	63.1	71.9b	83.5ab	95.1a	103.0ab
	62.3	74.3a	84.3ab	94.4a	101.7b
	62.8	73.6ab	84.4ab	94.2a	101.0b
	63.1	74.2a	85.4a	96.5a	102.6b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan BNT pada taraf  $\alpha = 5\%$ ; P1 = Tanpa perlakuan benih, tanpa Xoo (kontrol negatif); P2 = Tanpa perlakuan benih, Inokulasi Xoo (kontrol positif); P3= Perendaman dalam *P. diminuta* A6; P4 = Perendaman dalam *B. subtilis* 5/B; P5 = Perendaman dalam *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B; P6 = *Matricoditioning* + *P. diminuta* A6; P7 = *Matricoditioning* + *B. subtilis* 5/B; P8 = *Matricoditioning* + *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B

Tabel 2. Pengaruh perlakuan benih terhadap jumlah anakan padi umur 4-8 minggu setelah semai (MSS)

Perlakuan benih	Jumlah anakan				
	4 MSS	5 MSS	6 MSS	7MSS	8 MSS
	4.1c	7.3b	14.5b	15.6c	16.2c
	5.0ab	8.7ab	16.8b	18.0ab	18.5bcd
	4.4bc	7.4b	15.5b	16.6bc	17.3cde
	4.6bc	8.0ab	16.0b	16.8bc	17.2cde
	4.5bc	8.6ab	14.6b	16.0bc	16.8de
	5.6a	9.7a	18.2b	19.6a	19.8ab
	5.4a	9.4a	18.2b	19.2a	19.2abc
	5.7a	9.3a	25.4a	20.0a	20.8a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan BNT pada taraf  $\alpha = 5\%$ ; P1 = Tanpa perlakuan benih, tanpa Xoo (kontrol negatif); P2 = Tanpa perlakuan benih, Inokulasi Xoo (kontrol positif); P3= Perendaman dalam *P. diminuta* A6; P4 = Perendaman dalam *B. subtilis* 5/B; P5 = Perendaman dalam *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B; P6 = *Matricoditioning* + *P. diminuta* A6; P7 = *Matricoditioning* + *B. subtilis* 5/B; P8 = *Matricoditioning* + *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B

Secara umum, perlakuan benih dengan *P. diminuta* yang diperlakukan secara tunggal atau dicampur dengan *B. subtilis* 5/B ataupun yang dikombinasikan dengan *matricoditioning* cukup efektif meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah anakan. Budiman (2009) melaporkan bahwa perlakuan benih *matricoditioning* mampu dapat meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah anakan padi. Perbaikan pertumbuhan dan jumlah anakan benih diduga disebabkan agen hayati yang mampu menghasilkan IAA yang berfungsi pemacu pertumbuhan. Hasil analisis agen hayati yang digunakan, yaitu *P. diminuta* A6 dan *B. subtilis* 5/B memproduksi IAA masing-masing sebesar 8,68 dan 22,10  $\mu\text{g ml}^{-1}$ . Budiman (2009) melaporkan bahwa perlakuan benih dengan agen hayati dapat meningkatkan pertumbuhan bibit dan pertumbuhan bibit cabai.

### Hasil dan Komponen Hasil

Perlakuan benih dengan agen hayati baik dengan maupun tanpa *matricoditioning* juga dapat meningkatkan hasil panen berdasarkan jumlah gabah bernas per malai, jumlah gabah total, dan persentase gabah bernas per malai. Pemberian pupuk dengan dosis 50 kg SP-36 ha<sup>-1</sup> menyebabkan jumlah gabah bernas tertinggi dihasilkan melalui perlakuan benih dengan *B. subtilis* 5/B meskipun tidak berbeda nyata dengan perlakuan benih perendaman *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B. Pemberian pupuk dengan dosis 100 kg SP-36 ha<sup>-1</sup> menyebabkan jumlah gabah bernas tertinggi dihasilkan melalui perlakuan benih *matricoditioning* + *P. diminuta* A6, dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan perendaman dalam isolat *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B, perendaman benih dalam *B. subtilis* 5/B, dan kontrol (Tabel 3).

Tabel 3. Interaksi antara perlakuan benih dan dosis pupuk P terhadap jumlah gabah bernas per malai di rumah kaca

Perlakuan benih	Dosis SP-36 (kg ha <sup>-1</sup> )		
	0	50	100
P1	114.0Aa	115.5Abc	105.4Aabc
P2	24.0Bd	79.8ABde	96.8Abcd
P3	91.1Abc	101.1Abc	95.4Acd
P4	88.4Cbc	141.6Aa	110.7Babc
P5	106.6Aab	126.2Aab	117.8Aab
P6	74.3Bc	88.1Bde	119.3Aa
P7	72.6Ac	96.5Acd	96.1Abcd
P8	83.5Ac	75.8Ae	83.1Ad

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf besar yang sama pada baris yang sama dan angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan BNT pada  $\alpha = 5\%$ ; P1 = Tanpa perlakuan benih, tanpa Xoo (kontrol negatif); P2 = Tanpa perlakuan benih, Inokulasi Xoo (kontrol positif); P3 = Perendaman dalam *P. diminuta* A6; P4 = Perendaman dalam *B. subtilis* 5/B; P5 = Perendaman dalam *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B; P6 = *Matriconditioning* + *P. diminuta* A6; P7 = *Matriconditioning* + *B. subtilis* 5/B; P8 = *Matriconditioning* + *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B

Tabel 4. Interaksi antara perlakuan benih dan dosis pupuk P terhadap jumlah gabah total per malai di rumah kaca

Perlakuan benih	Dosis SP-36 (kg ha <sup>-1</sup> )		
	0	50	100
P1	152.3Aa	154.0Aabc	157.4Aabc
P2	162.0Aa	127.0Bc	143.6ABabcd
P3	144.9Aabc	148.0Abc	133.8Abcd
P4	148.1Bab	179.4Aa	150.7ABabcd
P5	156.2Aa	163.0Aab	166.5Aa
P6	113.1Bd	141.7ABb	161.2Aab
P7	116.4Bed	148.7Abc	129.4ABcd
P8	124.2Abcd	136.7Abc	127.0Ad

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf besar yang sama pada baris yang sama dan angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan BNT pada  $\alpha = 5\%$ ; P1 = Tanpa perlakuan benih, tanpa Xoo (kontrol negatif); P2 = Tanpa perlakuan benih, Inokulasi Xoo (kontrol positif); P3 = Perendaman dalam *P. diminuta* A6; P4 = Perendaman dalam *B. subtilis* 5/B; P5 = Perendaman dalam *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B; P6 = *Matriconditioning* + *P. diminuta* A6; P7 = *Matriconditioning* + *B. subtilis* 5/B; P8 = *Matriconditioning* + *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B

Benih yang diperlakukan dengan perendaman dalam *B. subtilis* 5/B menghasilkan jumlah gabah total tertinggi, dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan *matriconditioning* + *P. diminuta* A6, dan kontrol pada dosis SP-36 50 kg ha<sup>-1</sup>. Jumlah gabah total tertinggi dihasilkan perlakuan campuran *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B, dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan *matriconditioning* + *P. diminuta* A6, dan kontrol pada dosis SP-36 100 kg ha<sup>-1</sup> (Tabel 4).

Perlakuan perendaman dalam *B. subtilis* 5/B menghasilkan rata-rata persentase gabah bernas tertinggi dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan perendaman dalam *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B pada dosis SP-36 50 kg ha<sup>-1</sup>. Perlakuan *matriconditioning* + *P. diminuta* A6 dan *matriconditioning* + *B. subtilis* 5/B menghasilkan rata-rata persentase gabah bernas tertinggi pada dosis SP-36 100 kg ha<sup>-1</sup> (Tabel 5). Hasil penelitian Yukti *et al.* (2008) menunjukkan bahwa *matriconditioning* yang dikombinasikan dengan inokulan *B. subtilis* pada benih padi dapat meningkatkan tinggi bibit dan bobot gabah bernas.

Perlakuan benih dengan agen hayati dapat menurunkan penggunaan pupuk P. Hal ini dapat dilihat dari peubah hasil panen yang diamati seperti jumlah gabah bernas, jumlah gabah total, persentase gabah bernas baik per malai. Perlakuan perendaman benih dalam *B. subtilis* 5/B dan perendaman dalam *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B pada peubah-peubah di atas secara konsisten merupakan perlakuan terbaik pada dosis pupuk 50 kg SP-36 ha<sup>-1</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa

Tabel 5. Interaksi antara perlakuan benih dan dosis pupuk P terhadap persentase gabah bernas hasil panen di rumah kaca

Perlakuan benih	Dosis SP-36 (kg ha <sup>-1</sup> )		
	0	50	100
P1	75.2Ab	74.5ABb	66.4Babc
P2	76.6Aa	55.5Cd	67.4Babc
P3	63.3Acd	69.0Ab	71.5Aabc
P4	59.5Bd	79.0Aa	73.4Aabc
P5	68.1Bbc	77.5Aab	70.5ABabc
P6	65.5Bed	62.2Bed	73.9Aa
P7	63.3Bed	68.9Bbc	73.8Aab
P8	67.4Abcd	64.9Bc	65.3Ac

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf besar yang sama pada baris yang sama dan angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan BNT pada  $\alpha = 5\%$ ; P1 = Tanpa perlakuan benih, tanpa Xoo (kontrol negatif); P2 = Tanpa perlakuan benih, Inokulasi Xoo (kontrol positif); P3 = Perendaman dalam *P. diminuta* A6; P4 = Perendaman dalam *B. subtilis* 5/B; P5 = Perendaman dalam *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B; P6 = *Matriconditioning* + *P. diminuta* A6; P7 = *Matriconditioning* + *B. subtilis* 5/B; P8 = *Matriconditioning* + *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B

agen hayati yang diaplikasikan mampu berperan dalam ketersediaan fosfat. Tanah yang digunakan pada penelitian ini bersifat masam (pH = 5). Unsur P terikat oleh Al (Al-P) dan Fe (Fe-P) pada tanah yang bersifat masam. Kehadiran asam organik secara langsung dapat melarutkan fosfat yang terikat oleh anion  $PO_4^{2-}$  oleh anion asam organik. Terjadinya pengikatan ion Fe dan Al yang sebelumnya mengikat unsur P (Rodriguez dan Fraga, 1999). Menurut Ilyas *et al.* (2009) peningkatan kelarutan fosfat adalah hasil interaksi antara penurunan pH tanah dan produksi asam organik dari bakteri pelarut fosfat yang diberikan, sedangkan kemampuan melarutkan fosfat oleh mikroba pelarut fosfat ditentukan oleh enzim fosfatase dan asam organik yang dihasilkan.

**5.2. Fisiologi Benih**

Panen benih pada percobaan ini dilakukan saat benih telah mencapai masak fisiologis. Menurut Ilyas (2009) bobot kering benih, vigor, dan viabilitas mencapai maksimum pada saat benih masak fisiologis. Perlakuan benih *matriconditioning* + *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B menghasilkan daya kecambah tertinggi, diikuti dengan perlakuan *matriconditioning* + *P. diminuta* A6, dan perlakuan perendaman dalam *P. diminuta* A6. Ketiga perlakuan tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan perendaman dalam *B. subtilis* 5/B, perendaman dalam *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B, dan *matriconditioning* + *B. subtilis* 5/B. Kecepatan tumbuh dan bobot kering kecambah normal tidak berbeda antara semua perlakuan benih. Perlakuan *matriconditioning* + *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B menghasilkan rata-rata tertinggi pada peubah

potensi tumbuh maksimum, tetapi tidak berbeda dengan enam perlakuan lainnya kecuali dengan kontrol negatif. Perlakuan benih *matriconditioning* + *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B menghasilkan indeks vigor tertinggi tetapi juga tidak berbeda nyata dengan enam perlakuan lainnya kecuali kontrol positif (Tabel 6).

Secara umum perlakuan *matriconditioning* + *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B menghasilkan rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan kontrol pada semua peubah mutu fisiologis benih. *Matriconditioning* berperan mengatur masuknya air ke dalam benih sehingga masuknya air dan zat-zat lainnya akan memperbaiki perkecambahan dan pertumbuhan awal tanaman. Perbaikan perkecambahan dan pertumbuhan awal berkontribusi pada hasil tanaman. Hasil penelitian sebelumnya juga telah membuktikan bahwa agen hayati dan *matriconditioning* memberikan efek positif pada tanaman. Hal ini disebabkan selain menghasilkan IAA, agen hayati juga meningkatkan sintesis  $GA_3$  sebagai pemicu aktivitas enzim amilase yang berperan dalam perkecambahan jagung (Gholami *et al.*, 2009). Kepezynska *et al.* (2003) melaporkan bahwa *matriconditioning* dapat memperbaiki perkecambahan, meningkatkan bobot basah dan bobot kering kecambah bawang merah.

Benih yang dihasilkan dari tanaman yang diberi pupuk P pada awal pertumbuhannya dengan dosis 50 kg SP-36 ha<sup>-1</sup> dan 100 kg SP-36 ha<sup>-1</sup> memiliki rata-rata viabilitas dan vigor yang tidak berbeda dibandingkan tanpa pupuk P (Tabel 7). Hasil penelitian ini berbeda dengan yang dilaporkan oleh Agustin *et al.* (2010) pada tanaman cabai. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa benih cabai yang dihasilkan dari tanaman yang dipupuk dengan 100 kg P ha<sup>-1</sup> atau lebih memiliki viabilitas dan kecepatan tumbuh relatif yang lebih tinggi dibandingkan tanpa pemupukan P.

**Tabel 6.** Pengaruh perlakuan benih terhadap daya berkecambah (DB), kecepatan tumbuh (KCT), potensi tumbuh maksimum (PTM), indeks vigor (IV), dan bobot kering kecambah normal (BKKN) benih padi

Perlakuan benih	DB (%)	KCT (% per etmal)	PTM (%)	IV (%)	BKKN (g)
P1	87.8b	17.7	90.0b	79.0a	0.75
P2	88.2b	18.1	90.2ab	66.7b	0.79
P3	99.1a	20.0	99.8a	72.2ab	0.81
P4	98.7ab	20.0	99.6a	72.2ab	0.75
P5	98.4ab	20.3	99.1a	78.0ab	0.79
P6	99.3a	19.8	99.5a	84.2a	0.82
P7	98.0ab	20.1	98.4ab	77.1ab	0.79
P8	100a	20.3	100a	83.1a	0.84

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan BNT pada taraf  $\alpha = 5\%$ ; P1 = Tanpa perlakuan benih, tanpa Xoo (kontrol negatif); P2 = Tanpa perlakuan benih, Inokulasi Xoo (kontrol positif); P3 = Perendaman dalam *P. diminuta* A6; P4 = Perendaman dalam *B. subtilis* 5/B; P5 = Perendaman dalam *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B; P6 = *Matriconditioning* + *P. diminuta* A6; P7 = *Matriconditioning* + *B. subtilis* 5/B; P8 = *Matriconditioning* + *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B

Tabel 7. Pengaruh pupuk P terhadap daya berkecambah (DB), kecepatan tumbuh (KCT), potensi tumbuh maksimum (PTM), indeks vigor (IV), dan bobot kering kecambah normal (BKKN) benih padi

Dosis pupuk SP-36 (kg ha <sup>-1</sup> )	DB (%)	KCT (% per etmal)	PTM (%)	IV (%)	BKKN (g)
0	90.6	18.4	91.8	74.3	0.78
50	99.1	20.2	99.3	76.6	0.76
100	98.1	20.1	99.8	79.0	0.83

**KESIMPULAN**

Isolat agen hayati *P. diminuta* A6 yang diperlakukan secara tunggal atau dicampur dengan *B. subtilis* 5/B dengan dan tanpa *matriconditioning* merupakan perlakuan benih terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen. Perlakuan *matriconditioning* + *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B merupakan perlakuan terbaik dalam meningkatkan daya berkecambah benih. Perendaman benih dalam *B. subtilis* 5/B dan perendaman dalam *P. diminuta* A6 + *B. subtilis* 5/B mampu menurunkan penggunaan pupuk P berdasarkan jumlah hasil panen yaitu jumlah gabah bernas, jumlah gabah total, persentase gabah bernas per malai. Hasil tertinggi pada kedua perlakuan tersebut didapat pada dosis pupuk 50 kg SP-36 ha<sup>-1</sup>.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih disampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI yang telah mendanai penelitian ini melalui Program Hibah Bersaing Perguruan Tinggi 2010, dengan nomor kontrak: 2644.B/H26/KU/2010, Tanggal 14 Juni 2010.

**DAFTAR PUSTAKA**

Adhikary, A.O., M. Obin, E.O. Ugoji. 2008. Comparison of plant growth-promoting with *Pseudomonas aeruginosa* and *Bacillus subtilis* in three vegetables. *Brazilian J. Microbiol.* 39:423-429.

Amalia, W., S. Ilyas, S.W. Budi, I. Anas, F.C. Suwarno. 2010. Inokulasi fungi mikoriza arbuskula (FMA) dan pemupukan P untuk meningkatkan hasil dan mutu benih cabai (*Capsicum annum* L.). *J. Agron. Indonesia* 38:218-224.

Arifin, R.Y.H., A.D. Nusantara. 2011. Mekanisme adaptasi genotipe baru kedelai dalam mendapatkan unsur fosfor dari tanah mineral masam. *J. Agron. Indonesia* 39:24-30.

Arifin, C. 2009. Pengaruh perlakuan pada benih padi yang terinfeksi hawar daun bakteri (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) terhadap pertumbuhan tanaman dan hasil padi di rumah kaca. Skripsi. Departemen

Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Egamberdiyeva, D. 2008. Plant growth promoting properties of rhizobacteria isolated from wheat and pea grown in loamy sand soil. *Turkish J. Biol.* 32:9-15.

George, T.S., B. L. Turner, P. J. Gregory, B. J. Caden-Menun, A.E. Richardson. 2006. Depletion of organic phosphorus from Oxisols in relation to phosphatase activities in the rhizosphere. *European J. Soil Sci.* 57:47-57.

Gholami, A., S.Shahsavani, S. Nezarat. 2009. The effect of plant growth promoting rhizobacteria on germination, seedling growth and yield of maize. *World Acad Sci. Tech.* 49:19-24.

Hameeda, B., G. Harini, O.P. Rupela, S.P. Wani, G. Reddy. 2008. Growth promotion of maize by phosphate-solubilizing bacteria isolate from composts and macrofauna. *Microbiol. Res.* 163:324-242.

Ilyas, S. 2012. Ilmu dan Teknologi Benih: Teori dan Hasil-Hasil Penelitian. Bogor. IPB Press.

Kaymak, H.C., F. Yarali, I. Guvenac, M. Donmez. 2008. The effect of inoculation with plant growth rhizobacteria (PGPR) on root formation of mint (*Mentha piperata* L.). *Afr. J. Biotech.* 7:4479-4483.

Kepezynska, E., J.P. Grochala, J. Kepezynski. 2003. Effect of matriconditioning on onion seed germination, seedling emergence and associated physical and metabolic events. *Plant Growth Reg.* 41:269-278.

Khan, A.A., G. Jilani, M.S. Akhtar, S.M.S. Naqvi, M. Rasheed. 2009. Phosphorus solubilizing bacteria: occurrence, mechanisms and their role in crop production. *J. Agric. Biol. Sci.* 1:48-58.

Mehrvaz, S., M.R. Chaichi. 2008. Effect of phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus chemical fertilizer on forage and grain quality of barley. *American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 3:855-860.

ardson, A.E., J.P. Lynch, P.R. Ryan, E. Delhaize, F.A. Smith, S.E. Smith, P.R. Harvey, M.H. Ryan, E.J. Veneklaas, H. Lambers, A. Oberson, R.A. Culvenor, R.J. Simpson. 2011. Plant and microbial strategies to improve the phosphorus efficiency of agriculture. *Plant Soil* 349:121-156.

guez, H., R. Fraga. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnol. Advances* 17:319-339.

ati, G.A.K., Widodo, Sudarsono, S. Ilyas. 2006. Pengaruh perlakuan rizo-bakteri pemacu pertumbuhan tanaman terhadap viabilitas benih serta pertumbuhan bibit cabai. *Bul. Agron.* 34:46-54.

Trivedi, P., B. Kumar, A. Pandey, L.M.S. Palni. 2007. Growth promotion of rice by phosphate solubilizing bioinoculants in a Himalayan location. *Develop. Plant Soil Sci.* 102:291-299.

Yukti, A.M., S. Ilyas, Sudarsono, U.S. Nugraha. 2008. Perlakuan benih dengan *matriconditioning* plus agen hayati untuk pengendalian cendawan dan bakteri *seedborne* serta peningkatan vigor dan hasil. Hal 297-306. *Dalam* Basuki, T. Krismantoroedji, A. Suryawati (Eds.). *Prosiding Seminar Nasional dan Workshop Perbenihan dan Kelembagaan*. Yogyakarta 10-11 Nopember 2008.