

## PENGARUH PUPUK HAYATI BIOBUS DALAM UPAYA PENINGKATAN PRODUKTIVITAS TANAMAN PADI

Tita Rustiati

Balai Besar Tanaman Padi Sukamandi

### ABSTRACT

**The Aspect Of Biofertilizer Biobus In Ingcreasing Rice Productivity.** Biofertilizer Biobus is shaped granular type of fertilizer which is equipped with three types of microbes are: *Azotobacter*, *Azospirillum*, and *Aspergillus*. Both belong to the first microbial bacteria that can tie up N air freely (free living N fixer). The third microbe is a fungus that can parse P is bound in soil particles. Based on preliminary test results show that the use of biological fertilizers Biobus with a dose of 75 kg/ha of inorganic fertilizer combined with 50% and 75% dose recommendation can produce grain that is not significantly different from giving 100% dose recommendations. These preliminary results need to be established again through field trials conducted in the Central Rice Research. Research on MH 2008, using a randomized block design. The treatments include (a) without the provision of fertilizer as a control, (b) provision of appropriate fertilizer recommendation is the local fertilizer (300 kg/ha urea, 150 kg/ha SP36 and 50 kg/ha KCl), (c) 75% dosage of local recommendations + 75 kg/ha biofertilizer Biobus (225 kg/ha urea, 112.5 kg/ha SP36, 37.5 kg/ha KCl + 75 kg/ha Biobus) and (d) 50% dosage recommendations + 75 local biofertilizer Biobus kg /ha (150 kg/ha urea, 75 kg/ha SP36, 25 kg/ha KCl + 75 kg/ha Biobus). The results showed that administration of biofertilizer Biobus as much as 75 kg/ha plus the provision of inorganic fertilizers (urea, SP36 and KCl) 50% of the dosage recommendations on the rice plant varieties capable of delivering grain yield Ciherang are not significantly different with the provision of fertilizer in accordance with 100% dose recommendations. Large decrease in the use of inorganic fertilizers reached 50% of the recommended or equivalent to saving the cost of using fertilizer to Rp,410,000/ha/season, but should add biofertilizer Biobus by 75 kg/ha/season. The growth of rice plants on biological fertilizer nutrient Biobus not experience famine than the rice plants obtain nutrients from the fertilizer as recommended (100% fertilizer recommendation) is characterized by the number of tillers, plant height and leaf color levels are not significantly different statistically.

**Key word :** *Biofertilizer Biobus, paddy*

### ABSTRAK

Pupuk hayati Biobus merupakan jenis pupuk berbentuk granuler yang dilengkapi dengan tiga jenis mikroba yakni: *Azotobacter*, *Azospirillum*, dan *Aspergillus*. Kedua mikroba pertama tergolong bakteri yang dapat menambat N udara secara

bebas (*free living N fixer*). Mikroba ketiga adalah jamur yang dapat mengurai P yang terikat dalam partikel tanah. Berdasar hasil uji pendahuluan menunjukkan bahwa penggunaan pupuk hayati Biobus dengan takaran 75 kg/ha dikombinasikan dengan pupuk anorganik 50% dan 75% dosis rekomendasi mampu menghasilkan gabah yang tidak berbeda nyata dengan pemberian 100% takaran rekomendasi. Hasil pendahuluan tersebut perlu dimantapkan lagi melalui uji lapang yang dilakukan di Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Penelitian pada MH 2008, menggunakan rancangan acak kelompok. Perlakuan meliputi (a) tanpa pemberian pupuk sebagai kontrol, (b) pemberian pupuk sesuai takaran rekomendasi pemupukan setempat (300 kg/ha urea, 150 kg/ha SP36 dan 50 kg/ha KCl), (c) 75% takaran rekomendasi setempat + 75 kg pupuk hayati Biobus/ha (225 kg/ha urea, 112,5 kg/ha SP36, 37,5 kg/ha KCl + 75 kg/ha Biobus) dan (d) 50% takaran rekomendasi setempat + 75 kg/ha pupuk hayati Biobus (150 kg/ha urea, 75 kg/ha SP36, 25 kg/ha KCl + 75 kg/ha Biobus). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati Biobus sebanyak 75 kg/ha ditambah pemberian pupuk anorganik (urea, SP36 dan KCl) 50% dari dosis rekomendasi pada tanaman padi varietas Ciherang mampu memberikan hasil gabah yang tidak berbeda nyata dengan pemberian pupuk sesuai dengan 100% takaran rekomendasi. Besar penurunan penggunaan pupuk anorganik mencapai 50% dari anjuran atau setara dengan penghematan biaya penggunaan pupuk sampai Rp.410.000/ha/musim namun harus menambahkan pupuk hayati Biobus sebanyak 75 kg/ha/musim. Pertumbuhan tanaman padi pada pemberian pupuk hayati Biobus tidak mengalami kahat hara dibanding tanaman padi yang memperoleh hara dari pupuk sesuai rekomendasi (100% rekomendasi pemupukan) ditandai dengan jumlah anakan, tinggi tanaman dan tingkat warna daun yang tidak berbeda nyata secara statistik.

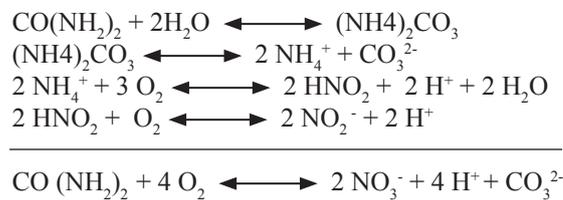
## PENDAHULUAN

Pupuk Biobus merupakan salah satu pupuk hayati yang potensial dikembangkan untuk memperbaiki kesuburan tanah dan peningkatan hasil gabah. Hasil pengujian pendahuluan dilaporkan bahwa penggunaan pupuk hayati Biobus dengan takaran 75 kg/ha dikombinasikan dengan pupuk kimia 50% dan 75% dari takaran rekomendasi pemupukan mampu menghasilkan gabah yang tidak berbeda nyata dibanding pemberian pupuk kimia 100%. Berdasar hasil tersebut menunjukkan bahwa pupuk hayati Biobus mampu mensubstitusi pupuk kimia berkisar 25–50%. Mengingat adanya masalah kelangkaan pupuk di beberapa daerah seperti yang dilaporkan selama ini, penggunaan pupuk hayati Biobus diharapkan menjadi sumber pupuk yang dapat dikembangkan guna peningkatan hasil gabah.

Sejumlah besar hara diperlukan oleh tanaman padi berasal dari tanah. Namun suplai hara tersebut tidak mencukupi untuk mendapatkan kebutuhan hara guna mencapai hasil tinggi (Dobermann and Fairhurst 2000). Oleh karena itu, efisiensi penggunaan pupuk menjadi faktor penting untuk mengisi kekurangan antara kebutuhan hara bagi tanaman dan suplai hara dari tanah. Rekomendasi pemupukan nasional yang dicanangkan oleh pemerintah saat ini didasarkan pula pada kebutuhan hara tanaman, sumbangan hara berasal dari tanah dan target

hasil gabah yang ingin dicapai. Dengan model rekomendasi pemupukan tersebut diharapkan terjadi efisiensi penggunaan pupuk yang tinggi (Anonim 2006).

Banyak petani, khususnya tanaman pangan menggunakan pupuk tidak rasional lagi terutama penggunaan pupuk urea. Kisaran penggunaan pupuk urea sebanyak 100 kg/ha sampai 600 kg/ha, sedangkan penggunaan pupuk SP36 dan KCl masing-masing 0–200 kg/ha setiap musim (Anonim 2006). Penggunaan pupuk anorganik dengan takaran tinggi dan dilakukan secara terus menerus tanpa pengembalian jerami padi ke sawah dapat menimbulkan pengaruh buruk pada tanah terutama penurunan kemasaman tanah. Sebagai gambaran satu molekul urea yang diberikan ke dalam tanah akan membentuk 4 atom hidrogen yang berpotensi menurunkan pH tanah dengan reaksi sbb:



Suplai hara berasal dari tanah merupakan hara potensial yang belum dimanfaatkan secara optimal. Pada tanaman padi sawah beririgasi, besar sumbangan hara dari tanah berkisar 30–70 kg/ha N, 10–20 kg/ha P dan 50–100 kg/ha K tergantung pada tingkat kesuburan tanah dan kecocokan musim. Sementara itu kebutuhan hara tanaman padi berkisar 44–87,5 kg/ha N, 7,5–15 kg/ha P dan 42,5–85 kg/ha K tergantung dari hasil gabah yang diperolehnya dengan kisaran hasil gabah 2,5–5,0 t/ha (Dobermann and Fairhurst 2000). Dengan demikian secara potensial bila kesuburan tanah rendah maka suplai hara berasal dari tanah mampu mencukupi sebanyak 68%, 75% dan 85% kebutuhan hara N, P dan K, sedangkan bila tanah sangat subur maka hara tanah dapat mensuplai 80% N, 75% P dan semua kebutuhan kalium. Namun demikian hara-hara tersebut dalam tanah bukanlah hara yang siap tersedia bagi tanaman seperti hara berasal dari pupuk anorganik namun perlu beberapa mekanisme untuk dapat diserap oleh tanaman. Dengan demikian pemberian hara dari luar tanah masih diperlukan.

Pupuk organik dalam bentuk padat mempunyai kandungan hara dalam jumlah yang sangat kecil bila dibandingkan dengan kandungan hara pupuk anorganik. Dengan demikian bila disetarakan dengan penggunaan pupuk anorganik untuk takaran yang sama, maka diperlukan pupuk organik dalam jumlah besar. Secara teoritis kebutuhan hara tanaman padi tidak mungkin terpenuhi bila hanya menggunakan pupuk organik. Dengan demikian pemberian penggunaan pupuk hayati dalam bentuk pupuk Biobus perlu dikombinasikan dengan pupuk anorganik dalam upaya peningkatan hasil gabah.

Sampai saat ini anjuran untuk mencapai keseimbangan hara tanaman diarahkan pada penambahan unsur hara yang dianggap kurang. Intensifikasi

padi sawah di Jawa dengan pemupukan NPK pada takaran tinggi menyebabkan terjadinya penumpukan P dalam tanah. Dalam kurun waktu 14 tahun dari tahun 1974 sampai 1988 luas lahan dengan status P tanah sedang-tinggi naik dari 1.755.800 menjadi 3.109.069 hektar yang berasal dari status P tanah rendah (Adiningsih *et al.* 1989). Kemungkinan penambahan status P tanah sedang ke tinggi lebih banyak lagi pada tahun-tahun belakangan ini. Kandungan P dalam tanah dengan status sedang-tinggi diperkirakan dapat menekan ketersediaan unsur Zn dalam tanah yang pada akhirnya dapat menurunkan potensi tanah untuk mendapatkan hasil gabah yang tinggi.

Akhir-akhir ini peningkatan produksi padi nasional mengalami pelandaian (*leveling off*). Hal ini diduga karena tidak tepatnya perawatan dan pengelolaan tanah. Penggunaan pupuk N dan P terus menerus dapat mempercepat pengurasan hara lain seperti K, S dan Mg sehingga kandungan hara dalam tanah menjadi tidak seimbang (Adiningsih *et al.* 1988). Pemberian N berlebih atau tidak seimbang sedangkan P dan K rendah dapat menurunkan hasil gabah. Hal ini disebabkan adanya daun yang tumpang tindih akibat pertumbuhan vegetatif yang pesat menyebabkan terbentuknya anakan tidak produktif yang bersifat benalu bagi tanaman padinya. Disamping itu bisa menimbulkan kerebahan sehingga dapat meningkatkan jumlah gabah hampa ataupun penurunan kualitas butiran gabah.

Efisiensi pemupukan saat ini dirasakan masih rendah. Efisiensi penggunaan pupuk N yang diberikan secara sebar (*broadcast*) ke permukaan tanah berkisar 30–40%, sedangkan pupuk P berkisar 20–30% dan pupuk K sebesar 30–40% (Craswell *et al.* 1991). Upaya untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk, khususnya pupuk N, dapat dilakukan dengan penggunaan bagan warna daun maupun cara pemberian pupuk bertahap (*split*), mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk menjadi 40% dari total pupuk N yang diberikan. Sementara itu peningkatan efisiensi penggunaan pupuk P dilakukan dengan melihat peta status P tanah ataupun hasil analisis tanah, demikian pula dengan pupuk K. Besar penghematan penggunaan pupuk P dan K mencapai 50 kg/ha untuk masing-masing penggunaan pupuk tersebut (Makarim *et al.* 2005). Penggunaan pupuk hayati dapat juga ditujukan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk. Interaksi penggunaan pupuk, penanaman varietas padi unggul modern dan kecukupan air irigasi mampu mendukung peningkatan hasil gabah sampai 75% (Fagi *et al.* 1996).

Tujuan penelitian untuk menguji pengaruh pupuk hayati Biobus terhadap peningkatan hasil gabah padi sawah beririgasi sekaligus memberi informasi kemungkinan kearah rekomendasi pemakaian pupuk tersebut.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Instalasi Kebun Percobaan Sukamandi pada MH 2008 dengan jenis tanah Ultisol (Typic Kanhaplaquults), tipe iklim menurut Oldeman kategori E dengan lama bulan basah 3 bulan dan bulan kering 4 bulan. Instalasi kebun penelitian Balitpa di Sukamandi berada 15 m dari permukaan laut.

Penelitian menggunakan rancangan acak blok (RBD), 6 ulangan. Perlakuan takaran pemupukan yaitu :

- A. Tanpa pemberian pupuk
- B. Urea pril 300 kg/ha + SP36 150 kg/ha + KCl 50 kg/ha
- C. Urea pril 225 kg/ha + SP36 112,5 kg/ha + KCl 37,5 kg/ha + 75 kg/ha Biobus
- D. Urea pril 150 kg/ha + SP36 75 kg/ha + KCl 25 kg/ha + 75 kg/ha Biobus

Pupuk SP36 dan KCl diberikan sekaligus pada 7 hari setelah tanam (HST), sedangkan pupuk hayati Biobus diberikan satu hari sebelum tanam dengan cara pembedaan ke dalam tanah. Pupuk urea pril diberikan secara sebar (*broadcast*) pada umur tanaman 7, 21 dan 42 hari setelah tanam (HST). Ukuran petak: 5 m x 6 m dengan pembatas petak berupa galengan dengan lebar 20–30 cm, tinggi 30 cm.

Padi varietas Cihayang ditanam pindah pada 15 hari setelah sebar dengan sistem legowo 2 : 1 dengan jarak tanam 12,5 cm x 25 cm x 50 cm, satu bibit per lubang tanam. Tanah diolah secara sempurna dengan bajak rotari tangan (*hand tractor*). Data yang dikumpulkan antara lain analisis tanah sebelum percobaan dengan mengambil sampel tanah sebanyak 15 tempat secara zig-zak dan dikompositkan untuk dianalisis sifat kimia tanahnya. Perkembangan jumlah anakan dan tinggi tanaman pada 7, 14, 21, 42, dan 63 HST dengan mengambil sampel sebanyak 10 rumpun per petak. Pada waktu yang bersamaan juga diukur tingkat kehijauan daun dengan alat klorofil meter. Hasil gabah diambil secara keseluruhan per petak ukuran 5 m x 6 m, serta komponen hasil berupa jumlah malai per rumpun, jumlah gabah per malai, persentase gabah isi dan bobot 1000 butir diambil dari 10 rumpun per petak. Analisis hara N, P dan K gabah dan jerami untuk mengetahui besar serapan hara N, P dan K.

Serapan hara N, P dan K dihitung dengan rumus :

Serapan N = (hasil gabah x kandungan N gabah) + (hasil jerami x kandungan N jerami)

Serapan P = (hasil gabah x kandungan P gabah) + (hasil jerami x kandungan P jerami)

Serapan K = (hasil gabah x kandungan K gabah) + (hasil jerami x kandungan K jerami)

Hasil gabah dalam satuan kg dan hasil jerami dalam satuan kg juga. Sementara itu efisiensi penggunaan pupuk dihitung :

$$\text{Efisiensi penggunaan pupuk N} = \frac{(\text{hasil gabah pemberian N} - \text{hasil gabah tanpa N})}{\text{Jumlah N yang diberikan (kg)}} \times 100\%$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Tanah Sebelum Penelitian Dan Air Irigasi

Hasil analisis tanah sebelum penelitian menunjukkan bahwa tanah di lokasi percobaan mempunyai tingkat kesuburan tanah yang rendah. Hal ini ditunjukkan dari kandungan N-total, C-organik, P-tersedia dan susunan kation yang rendah (Tabel 1). Jenis tanah di lokasi percobaan adalah Ultisol dengan horizon penciri epipedon okrik, terjadi penimbunan liat di horizon yang lebih bawah. Berdasar atas susunan mineral liat, tanah ditempat percobaan terdominasi oleh mineral liat kaolinit dengan tekstur tanah lempung liat berdebu dan kemasaman tanah termasuk agak masam. Menurut Doberman dan Fairhurst (2000), tanah dengan tingkat kesuburan rendah biasanya mempunyai kemampuan mensuplai hara N, P dan K masing-masing 30 kg/ha, 10 kg/ha dan 50 kg/ha. Tanah dengan karakteristik seperti ini perlu pengelolaan tanah yang lebih baik khususnya penambahan bahan organik baik berupa kompos jerami ataupun pemberian pupuk kandang.

**Tabel 1.** Analisis tanah dan air irigasi sebelum penelitian, Sukamandi MH 2008

Karakteristik tanah	Nilai	Harkat	Metode analisis
Tekstur tanah		Klas tekstur :	Pipet
Liat (%)	40,7	Lempung liat berdebu	
Debu (%)	52,9		
Pasir (%)	6,4		
pH H <sub>2</sub> O (1:2,5)	5,3	Agak masam	pH meter
pH KCl (1:2,5)	4,3		
N-total (%)	0,18	Rendah	Micro Kjeldahl
C-organik (%)	1,01	Rendah	Walkey & Black
P-tersedia (ppm)	1,50	Rendah	P-bray I
K-dd (me/100 g)	0,15	Rendah	NH <sub>4</sub> Oac pH 7
Ca-dd (me/100 g)	6,12	Sedang	NH <sub>4</sub> Oac pH 7
Mg-dd (me/100 g)	1,46	Rendah	NH <sub>4</sub> Oac pH 7
Na-dd (me/100 g)	0,31	Rendah	NH <sub>4</sub> Oac pH 7
KTK (me/100 g)	15,7	Sedang	NH <sub>4</sub> Oac pH 7
Air irigasi			
NH <sub>4</sub> (ppm)	0,25		
NO <sub>3</sub> (ppm)	1,48		
PO <sub>4</sub> (ppm)	0,09		
K (ppm)	3,19		
Ca (ppm)	2,74		
Mg (ppm)	3,84		

Hasil analisis air irigasi yang mengalir ke petakan menunjukkan adanya pengkayaan hara yang cukup potensial. Bila diasumsikan bahwa kebutuhan air irigasi untuk padi sawah sebesar 1000 mm/musim, maka besar pengkayaan hara N sebanyak 2,5 kg/ha/musim NH<sub>4</sub>, 14,8 kg/ha/musim NO<sub>3</sub>; 0,9 kg/ha/musim PO<sub>4</sub>; 31,9 kg/ha/musim K; 27,4 kg/ha/musim Ca dan 38,4 kg/ha/musim Mg atau setara

dengan 37,6 kg/ha/musim urea; 5,73 kg/ha/musim SP36, 63,8 kg/ha/musim KCl, 128 kg/ha/musim dolomit.

### Hasil Gabah

Hasil analisis statistik menunjukkan perbedaan yang nyata diantara perlakuan pemberian pupuk hayati Biobus (Tabel 2). Rata-rata hasil gabah varietas Ciherang berkisar 5,39–9,02 t/ha termasuk tinggi. Berdasar deskripsi padi, varietas Ciherang mempunyai potensi hasil sebesar 8,5 t/ha. Berdasar hal tersebut tampak bahwa penggunaan pupuk hayati Biobus mampu memstimulasi varietas Ciherang untuk mencapai bahkan melebihi potensi hasilnya.

Pemberian pupuk hayati Biobus sebanyak 75 kg/ha dikombinasikan dengan pemberian pupuk NPK sebanyak 50% dari takaran rekomendasi memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata dengan hasil gabah yang diberi pupuk NPK sesuai dengan takaran rekomendasi. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati Biobus mampu untuk menstimulasi hara-hara di dalam tanah menjadi tersedia bagi tanaman padi. Keadaan ini cukup baik untuk budidaya padi yang ramah lingkungan karena penggunaan pupuk anorganik dalam jangka panjang apalagi dengan takaran yang cukup tinggi terbukti memberi dampak yang tidak baik bagi lingkungan tanah seperti penurunan pH tanah, struktur tanah menjadi lebih padat dan lain-lain.

**Tabel 2.** Hasil gabah pada perlakuan pemberian pupuk hayati Biobus, Sukamandi MH 2008

Perlakuan	Hasil gabah kering giling ka 14% (t/ha)
A	5,39 a
B	9,02 b
C	8,47 b
D	8,53 b
CV (%)	13,4

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

Pemberian pupuk hayati Biobus mampu mensubstitusi pemakaian pupuk sampai 50 % berarti terjadi efisiensi penggunaan pupuk yang cukup signifikan. Komponen yang berperan dalam penurunan biaya saprodi tersebut meliputi pengurangan penggunaan (1) urea sebanyak 150 kg (Rp.225.000), (2) SP36 sebanyak 75 kg (Rp.135.000), dan (3) KCl sebanyak 25 kg (Rp.50.000). Dengan demikian apabila disetarakan antara penghematan saprodi pertanian dalam hal ini pengurangan penggunaan pupuk NPK tunggal sebesar Rp.410.000 dan penambahan biaya untuk pupuk hayati *Biobus* sebanyak 75 kg dengan harga Rp.2.250/kg, maka diperoleh efisiensi biaya pupuk sebesar 29,4%.

Pupuk hayati Biobus dilengkapi dengan tiga jenis mikroba yakni: *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Aspergillus*, dan jamur yang dapat mengurai P yang terikat dalam partikel tanah. Setelah pupuk hayati diberikan ke dalam tanah, mikroorganisme dalam pupuk tersebut aktif masuk ke dalam tanah sesuai fungsinya masing-masing. Dengan mekanisme tersebut, unsur hara yang sebelumnya tidak tersedia akan menjadi bentuk tersedia bagi tanaman. *Aspergillus* sp. merupakan genus fungi yang diketahui memiliki kemampuan tinggi dalam melarutkan fosfat (Goenadi & Saraswati 1993; Narsian *et al.* 1995; Nahas 1996; Omar 1998; Goenadi *et al.* 1999; dan Santi *et al.* 2000). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Santi *et al.* (2000) diketahui bahwa asam sitrat, suatu metabolit primer yang dihasilkan oleh *A. niger* memegang peran penting dalam pelarutan sumber P sukar larut. Secara visual dari pertanaman yang diberi pupuk hayati menunjukkan warna daun yang relatif lebih hijau dibanding tanpa pemberian pupuk hayati sejak awal tumbuh sampai 63 hari setelah tanam dimana warna daun tersebut dimonitor dengan alat klorofil meter.

Berdasar hasil gabah pada Tabel 2, dapat diketahui besar sumbangan hara N, P dan K dari tanah. Menurut Dobermann and Fairhurst (2000) besar sumbangan hara dari tanah dalam percobaan ini masing-masing sebesar 70,1 kg/ha N (setara dengan 152 kg/ha urea), 12,4 kg/ha P (setara 78,9 kg/ha SP36) dan 70,1 kg/ha K (setara 140,2 kg/ha KCl). Bila rata-rata hasil gabah varietas Ciherang secara umum sebesar 7,85 t/ha, maka besar sumbangan hara dari tanah mampu mencukupi kebutuhan N, P, dan K bagi tanaman padi masing-masing sebesar 50,9%, 52,6% dan 52,5%. Kekurangan hara N, P dan K untuk memenuhi kebutuhan tanaman padi diperoleh dari penambahan pupuk anorganik maupun pupuk hayati yang mampu untuk menjadikan hara-hara tidak tersedia di dalam tanah menjadi hara tersedia bagi tanaman. Menurut Dobermann and Fairhurst (2000) setiap ton gabah yang dihasilkan tanaman padi memerlukan hara N, P dan K masing-masing sebanyak 17,5 kg N, 3 kg P dan 17 kg K. Berdasar hal tersebut tampaknya pemberian pupuk hayati Biobus sangat bagus untuk diberikan pada tanah-tanah dengan kesuburan yang rendah seperti tanah di lokasi penelitian di Sukamandi.

### **Komponen Hasil**

Komponen hasil yang diamati dari jumlah malai per rumpun, jumlah gabah per malai, persentase gabah isi dan bobot 1000 butir tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan pemberian pupuk sesuai takaran rekomendasi dan pemberian pupuk hayati Biobust kecuali dibanding tanpa pemberian pupuk (Tabel 3).

Jumlah malai per rumpun berkisar 9,3 (tanpa pemberian pupuk) sampai 13,2 (50% pupuk rekomendasi ditambah 75 kg pupuk hayati Biobus) yang mana tergolong normal. Jumlah gabah per malai berkisar 133–161 bulir tergolong wajar. Tampak pada Tabel 3, pemberian pupuk mempengaruhi pembentukan bulir dimana semakin tinggi takaran pupuk yang digunakan semakin banyak bulir gabah/malainya.

Persentase gabah isi pada perlakuan tanpa pemberian pupuk menghasilkan persentase gabah tertinggi walaupun secara statistik tidak berbeda nyata dibanding pemberian pupuk sesuai rekomendasi ataupun pemberian pupuk hayati Biobus. Sementara itu bobot 1000 butir tidak menunjukkan perbedaan yang nyata baik tanpa pemberian pupuk maupun adanya pemberian pupuk. Bobot 1000 butir bersifat genetik yang tidak dipengaruhi oleh adanya pemupukan. Menurut Dobermann and Fairhurst (2000) untuk menghasilkan gabah sebanyak 8 t/ha diperlukan komponen hasil tertentu dimana banyaknya malai per rumpun sebanyak 15–24 tergantung jarak tanam yang digunakan atau 12 bila menggunakan cara tanam legowo 2:1, jumlah gabah per malai sebanyak 100 bulir, persentase gabah isi sebesar 90% dan bobot 1000 bulir sebesar 23 gram. Berdasar pernyataan di atas wajar bila rata-rata hasil gabah pada perlakuan pemberian pupuk N, P dan K sesuai rekomendasi mencapai 9,02 t/ha maupun pemberian pupuk hayati Biobus mencapai rata-rata 8,47–8,53 t/ha.

**Tabel 3.** Komponen hasil gabah pada perlakuan pemberian pupuk hayati Biobus, Sukamandi MH 2008

Perlakuan	Komponen hasil gabah			
	Jumlah malai per rumpun	Jumlah gabah per malai	Persentase gabah isi	Bobot 1000 butir gabah isi (g)
A	9,3 a	133 a	90,7 a	24,3 a
B	12,7 b	161 b	86,3 a	25,1 a
C	12,7 b	158 b	86,5 a	25,0 a
D	13,2 b	159 b	89,5 a	25,2 a
CV (%)	9,4	8,4	6,8	3,2

Ket : Angka-angka dalam tiap kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT 5%

### Jumlah Anakan dan Tinggi Tanaman

Jumlah anakan menunjukkan perbedaan yang nyata pada perlakuan pemberian pupuk hayati Biobus pada 42 HST, 63 HST dan waktu menjelang panen, kecuali pada 14 HST bila dibandingkan dengan tanpa pemberian pupuk (kontrol). Namun demikian, pada pemberian pupuk sesuai dengan rekomendasi tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dalam hal jumlah anakan dibanding 50% dan 75% pemberian pupuk rekomendasi ditambah 75 kg/ha hayati Biobus (Tabel 4). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati Biobus mampu mensuplai hara yang diperlukan tanaman padi guna pembentukan anakan dalam jumlah yang memadai untuk tumbuh normal seperti halnya pemberian pupuk sesuai dengan takaran rekomendasi. Rata-rata jumlah anakan padi varietas Ciherang berkisar 9,3 per rumpun (tanpa pemberian pupuk) sampai 13,2 per rumpun (65,5 kg/ha N, 27 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15 kg/ha K<sub>2</sub>O + 75 kg/ha Biobus). Dalam kondisi normal, varietas Ciherang mempunyai anakan berkisar 14–17 per rumpun. Jumlah anakan yang lebih rendah dalam penelitian ini dibanding normalnya disebabkan cara tanam

yang digunakan adalah tanam legowo 2:1 dimana populasi tanaman mencapai 213 ribu rumpun/hektar atau 33 % lebih tinggi daripada cara tanam tegel 25 cm x 25 cm. Oleh karena populasi lebih banyak maka persaingan dalam hal mendapatkan hara untuk pertumbuhan tanaman semakin besar sehingga pembentukan anakan yang terjadi semakin berkurang.

Berdasarkan Tabel 4, diperkirakan *Azospirillum sp.* dan *Azotobacter sp.* sebagai bahan aktif pupuk hayati *Biobus* bekerja efektif menambat nitrogen secara non simbiotik. Penambatan N<sub>2</sub> dengan bantuan mikroorganisme tanah telah lama dikenal, bahkan telah banyak dimanfaatkan dalam praktek pertanian dan perkebunan di Indonesia. Dari beberapa hasil penelitian di lapang telah banyak dilaporkan bahwa bakteri penambat-N bukan pensimbiosis seperti *Azospirillum sp* dan *Azotobacter sp* terbukti efektif untuk meningkatkan produktivitas tanaman pangan dan perkebunan (Isherwood 2000; Okon & Labandera-Gonzales 1994; Goenadi *et al.* 1995). Nitrogen banyak diperlukan tanaman untuk proses pembentukan anakan dan tumbuh kembang tanaman seperti halnya tinggi tanaman. Seperti halnya jumlah anakan, tinggi tanaman berbeda secara nyata pada umur tanaman 42 HST sampai menjelang panen dibanding tanpa pemberian pupuk, namun tidak berbeda nyata diantara perlakuan pemberian pupuk NPK dan pemberian pupuk hayati *Biobus* (Tabel 5).

Berdasar Tabel 5, diperkirakan hara yang cukup banyak disuplai dari pupuk hayati *Biobus* adalah nitrogen. Hal ini disebabkan nitrogen banyak diperlukan tanaman untuk proses pembentukan anakan dan tumbuh kembang tanaman seperti halnya tinggi tanaman.

Rata-rata tinggi tanaman varietas Ciherang dalam penelitian ini berkisar 96,2 cm (tanpa pemberian pupuk)–114,9 cm (135 kg/ha N + 54 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 30 kg/ha K<sub>2</sub>O + 75 kg/ha *Biobus*). Tinggi tanaman dalam hal ini termasuk normal artinya tanaman tidak mengalami gangguan pertumbuhan seperti kerdil. Berdasar hal tersebut tampak bahwa pemberian pupuk hayati *Biobus* mampu untuk memberikan pertumbuhan yang normal dibanding pemberian pupuk rekomendasi. Penurunan pemakaian pupuk dapat mencapai 50% dibanding pemberian pupuk rekomendasi yang mana merupakan penghematan penggunaan pupuk anorganik yang cukup nyata. Hal ini didukung pula dengan pengamatan tingkat hijau daun yang dimonitor dengan alat klorofil meter (Tabel 6).

**Tabel 4.** Jumlah anakan pada berbagai perlakuan pemberian pupuk hayati Biobus, Sukamandi MH 2008

Perlakuan	Jumlah anakan pada umur (perumpun)			
	14 HST	42 HST	63 HST	Panen
A	7,5 a	14,2 a	10,1 a	9,3 a
B	7,1 a	19,3 b	12,4 b	12,7 b
C	7,8 a	19,5 b	12,5 b	12,7 b
D	7,8 a	19,8 b	13,1 b	13,2 b
CV (%)	9,0	5,6	8,3	9,4

Ket : Angka-angka dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT 5%

**Tabel 5.** Tinggi tanaman pada berbagai perlakuan pemberian pupuk hayati Biobus, Sukamandi MH 2008

Perlakuan	Tinggi tanaman pada umur (cm)			
	14 HST	42 HST	63 HST	Panen
A	30,6 a	36,8 a	78,3 a	96,2 a
B	33,7 c	68,7 c	106,6 b	114,9 c
C	32,1 bc	66,1 b	103,4 c	113,6 c
D	31,4 ab	64,9 b	99,0 b	109,9 b
CV (%)	4,4	2,2	2,7	3,2

Ket : Angka-angka dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT 5%

### Tingkat Kehijauan Warna Daun

Tingkat kehijauan warna daun dimonitor dengan alat klorofil meter SPAD Minolta 520. Berdasar monitoring kehijauan daun yang menggambarkan banyak/sedikitnya kandungan klorofil daun dapat diketahui apakah tanaman mengalami kahat (defisiensi) hara N atau tidak kahat. Bila pembacaan alat menunjukkan angka <35 tanaman padi mengalami kahat hara N sehingga tanaman padi harus segera diberi pupuk N. Untuk level target hasil maksimum, konsentrasi hara N pada daun yang sudah berkembang penuh harus dipertahankan sama atau lebih tinggi daripada 1,4 g/m<sup>2</sup> N (diekspresikan pada dasar luas daun) (Dobermann and Fairhurst 2000). Daun-daun dengan N pada level kritis ini ditunjukkan pada level SPAD 35. Berdasar monitoring tingkat hijau daun dengan SPAD 520 sejak 14 hari setelah tanam sampai umur 63 HST (fase bunting) menunjukkan tanaman padi tidak mengalami kahat hara N kecuali pada perlakuan tanpa pemberian pupuk (Tabel 6).

**Tabel 6.** Tingkat hijau daun pada berbagai perlakuan pemberian pupuk hayati Biobus, Sukamandi MH 2008

Perlakuan	14 HST	42 HST	63 HST
Tanpa pemberian pupuk	35,5 a	33,1 a	35,9 a
Urea pril 300 kg/ha + SP36 150 kg/ha + KCl 50 kg/ha	41,0 b	36,9 b	41,2 b
Urea pril 225 kg/ha + SP36 112,5 kg/ha + KCl 37,5 kg/ha + 75 kg/ha Biobus	40,9 b	37,1 b	40,8 b
Urea pril 150 kg/ha + SP36 75 kg/ha + KCl 25 kg/ha + 75 kg/ha Biobus	40,5 b	37,0 b	40,5 b
CV (%)	1,6	2,8	2,3

Angka-angka dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT 5%.

Perlakuan pemberian pupuk takaran rekomendasi (pemberian urea sebanyak 300 kg/ha, SP36 sebanyak 150 kg/ha dan KCl sebanyak 50 kg/ha) menunjukkan tingkat hijau daun yang lebih tinggi daripada perlakuan pemberian 50% takaran rekomendasi ditambah 75 kg pupuk hayati Biobus ataupun 75% takaran rekomendasi ditambah 75 kg pupuk hayati Biobus, walaupun secara statistik tidak berbeda nyata. Keadaan hal tersebut wajar karena hara N, P dan K yang diberikan sangat berbeda dalam hal banyak (kuantitas). Berdasar hal tersebut tampak bahwa pemberian pupuk hayati Biobus mampu mensubstitusi hara yang diperlukan tanaman padi untuk tumbuh normal seperti halnya tanaman padi yang disuplai hara secara normal.

#### Serapan Hara

Serapan hara N, P dan K pada berbagai perlakuan pemberian pupuk Biobus secara statistik berbeda nyata diantara perlakuan (Tabel 7). Serapan hara N berkisar 80,08 kg/ha (tanpa pemberian pupuk) sampai 150,90 kg/ha (pemberian pupuk sesuai dengan takaran rekomendasi). Menurut Dobermann dan Fairhurst (2000) tanaman padi memerlukan hara N sebanyak 17,5 kg untuk menghasilkan 1 (satu) ton gabah. Berdasar pernyataan tersebut bila hasil gabah rata-rata 7,85 t/ha, maka besar serapan hara N sebanyak 137,4 kg/ha. Dengan demikian serapan hara N dalam percobaan ini masih tergolong normal. Semakin banyak takaran pupuk N yang diberikan ke tanaman, semakin banyak pula hara N terserap tanaman. Pada perlakuan tanpa pemberian hara N, ternyata tanaman mampu untuk menyerap N sebanyak 80,08 kg/ha, hal ini mengindikasikan bahwa sumbangan hara N dari tanah cukup potensial untuk memenuhi kebutuhan N tanaman.

**Tabel 7.** Serapan hara N, P, dan K pada pemberian pupuk hayati Biobus, Sukamandi MH 2008

Perlakuan	Serapan hara N (kg/ha)	Serapan hara P (kg/ha)	Serapan hara K (kg/ha)
Tanpa pemberian pupuk	80,08 a	13,61 a	62,77 a
Urea pril 300 kg/ha + SP36 150 kg/ha + KCl 50 kg/ha	150,90 c	25,18 c	117,54 b
Urea pril 225 kg/ha + SP36 112,5 kg/ha + KCl 37,5 kg/ha + 75 kg Biobust/ha	131,93 b	20,47 b	116,43 b
Urea pril 150 kg/ha + SP-36 75 kg/ha + KCl 25 kg/ha + 75 kg Biobust/ha	135,01 b	19,29 b	113,11 b
CV (%)	9,8	10,6	8,8

Angka-angka dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT 5%.

Serapan hara P berkisar 13,61 kg/ha (tanpa pemberian pupuk) sampai 25,18 kg/ha (Pemberian pupuk sesuai rekomendasi), termasuk kategori normal. Menurut Dobermann dan Fairhurst (2000) setiap ton gabah yang dihasilkan, tanaman padi memerlukan 3 kg P, dengan demikian bila rata-rata hasil gabah sebesar 7,85 t/ha maka besar serapan hara P sebanyak 23,55 kg/ha P. Sementara itu serapan hara K berkisar 62,77 kg/ha (tanpa pemberian pupuk)–117,54 kg/ha (pemberian pupuk sesuai dosis rekomendasi). Serapan hara K untuk perlakuan pemberian pupuk tidak berbeda nyata, hal ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati Biobus mampu mensuplai hara kalium untuk memenuhi kebutuhan hara K tanaman.

#### **Efisiensi Penggunaan Pupuk :**

Efisiensi penggunaan pupuk ditujukan untuk mengetahui besarnya peningkatan hasil gabah yang dapat diperoleh setiap kg pupuk diberikan. Efisiensi penggunaan pupuk N secara statistik berbeda nyata (Tabel 8). Efisiensi penggunaan pupuk berkisar 26,9 kg gabah/kg N (pemberian pupuk sesuai takaran rekomendasi) sampai 46,5 kg gabah/kg N (pemberian 50% takaran pupuk sesuai rekomendasi + 75 kg/ha Biobus). Menurut Dobermann dan Fairhurst (2000) efisiensi penggunaan pupuk N berkisar 32–58 kg gabah/kg N, dengan rata-rata 44 kg gabah/kg N. Berdasar hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati Biobus mampu memperbaiki efisiensi

**Tabel 8.** Efisiensi penggunaan pupuk N, P dan K pada pemberian pupuk hayati Biobus, Sukamandi MH 2008

Perlakuan	Efisiensi penggunaan pupuk N (kg gabah/kg N)	Efisiensi penggunaan pupuk P (kg gabah/kg P)	Efisiensi penggunaan pupuk K (kg gabah/kg K)
Tanpa pemberian pupuk	-	-	-
Urea pril 300 kg/ha + SP36 150 kg/ha + KCl 50 kg/ha	26,9 a	67,3 a	121,1 a
Urea pril 225 kg/ha + SP36 112,5 kg/ha + KCl 37,5 kg/ha + 75 kg/ha Biobust	30,4 a	68,4 a	228,0 b
Urea pril 150 kg/ha + SP36 75 kg/ha + KCl 25 kg/ha + 75 kg/ha Biobust	46,5 b	116,8 b	348,5 c
CV (%)	13,2	11,4	10,6

Angka-angka dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT 5%.

Penggunaan pupuk N sehingga setiap N dari pupuk anorganik (urea) yang diberikan mampu memberikan tambahan hasil gabah sebesar 46,6 kg untuk pemberian 50% dari takaran rekomendasi, sedangkan bila pupuk yang digunakan 75% dari takaran rekomendasi maka setiap kg N dari pupuk urea yang digunakan menghasilkan tambahan peningkatan hasil gabah sebesar 30,4 kg. Semakin rendah pemberian N nya, dengan adanya penambahan pupuk hayati Biobus menjadi semakin tinggi penambahan hasil gabahnya. Hal ini mengindikasikan bahwa pemberian pupuk hayati Biobus mampu menstimulasi penyerapan hara N baik dari pupuk maupun tanah.

Efisiensi penggunaan pupuk P mempunyai kecenderungan yang sama dengan efisiensi penggunaan pupuk K. Besar efisiensi penggunaan pupuk P berkisar 67,25 kg gabah/kg (100% takaran rekomendasi) sampai 116,8 kg gabah/kg yang diberikan (50% takaran rekomendasi). Berdasar hal tersebut tampak bahwa pemberian pupuk hayati Biobus sebanyak 75 kg/ha mampu menstimulasi penyerapan P oleh tanaman sehingga terjadi penambahan hasil gabah yang cukup tinggi. Hal tersebut terlihat dalam Tabel 8 bahwa pengurangan pemberian pupuk P sampai 75% namun ada penambahan pupuk hayati Biobus sebanyak 75 kg/ha diperoleh tambahan hasil gabah yang secara statistic berbeda nyata dibanding 100% takaran pupuk.

Efisiensi penggunaan pupuk K berkisar 121,1 kg gabah/kg yang diberikan (100% takaran pupuk)–348,5 kg gabah/kg yang diberikan (50% takaran pupuk) dimana secara statistik berbeda nyata diantara perlakuan pemberian pupuk. Berdasar hal tersebut tampak bahwa semakin rendah hara K yang diberikan semakin tinggi gabah yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian

pupuk hayati Biobus mampu menstimulasi penyerapan hara K yang diperlukan tanaman sehingga tanaman mampu menghasilkan gabah yang tinggi. Hara kalium dalam larutan tanah berada pada keadaan kesetimbangan antara kalium tersedia, dan kalium tidak tersedia bagi tanaman. Adanya cendawan dalam pupuk hayati Biobus diduga mampu menstimulasi kalium tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman. Hal ini ditunjukkan dari perlakuan pemberian pupuk 50% dari takaran rekomendasi yang mampu menghasilkan tambahan hasil gabah yang tinggi

#### **Analisis Tanah Setelah Penelitian :**

Hasil analisis tanah setelah penelitian menunjukkan bahwa kandungan N total secara statistik berbeda nyata diantara perlakuan. Kandungan N total berkisar dari 0,129% (tanpa pemberian pupuk)–0,148% (pemberian pupuk sesuai takaran rekomendasi). Namun demikian, pemberian pupuk 50% dan 75% dari takaran rekomendasi ditambah 75 kg pupuk hayati Biobus diperoleh data bahwa kandungan N total tanah tidak berbeda nyata dengan pemberian N sesuai takaran rekomendasi (Tabel 9). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati Biobus mampu mempertahankan kandungan N tanah pada kondisi yang sama dengan pemberian N sesuai rekomendasi. Bila dibandingkan dengan hasil analisis tanah sebelum percobaan tampak terjadi penurunan kandungan N, dimana kandungan N sebelum penelitian sebesar 0,18%.

Kandungan P tersedia setelah penelitian secara statistik berbeda nyata diantara perlakuan. Kandungan P tersedia berkisar 1,817 ppm (tanpa pemberian pupuk)–3,380 ppm (pemberian pupuk sesuai takaran rekomendasi). Kandungan P-tersedia pada pemberian pupuk takaran pupuk 75% rekomendasi ditambah 75 kg pupuk hayati Biobus maupun pemberian pupuk takaran 50% ditambah pupuk hayati Biobus 75 kg/ha tidak berbeda nyata dengan pemberian takaran pupuk sesuai rekomendasi. Kandungan P tersedia setelah percobaan lebih tinggi dibanding sebelum percobaan yaitu 1,50 ppm.

Kalium dapat dipertukarkan berkisar 0,10 me/100 g (tanpa pemberian pupuk) sampai 136 me/100 g dan secara statistik berbeda nyata diantara perlakuan pemberian pupuk. Rata-rata kalium dapat dipertukarkan setelah penelitian meningkat dibanding sebelum penelitian yaitu 0,15 me/100 g. Berdasar hal tersebut tampak bahwa pemberian pupuk hayati Biobus mampu menambah konsentrasi kalium dapat dipertukarkan di dalam tanah yang mana tersedia bagi tanaman padi.

**Tabel 9.** Kandungan hara N, P dan K setelah penelitian pada berbagai perlakuan pemberian pupuk dan pemberian pupuk hayati Biobus, Sukamandi MH 2008

Perlakuan	N-total (%)	P-tersedia (ppm)	K-dapat dipertukarkan (me/100 g)
Tanpa pemberian pupuk	0,129 a	1,817 a	0,100 a
Urea pril 300 kg/ha + SP36 150 kg/ha + KCl 50 kg/ha	0,148 b	3,380 b	0,136 b
Urea pril 225 kg/ha + SP36 112,5 kg/ha + KCl 37,5 kg/ha + 75 kg/ha Biobust	0,143ab	2,445 ab	0,136 b
Urea pril 150 kg/ha + SP36 75 kg/ha + KCl 25 kg/ha + 75 kg/ha Biobust	0,133 ab	2,349 ab	0,116 a
CV (%)	5,3	10,4	11,1

Angka-angka dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT 5%.

#### KESIMPULAN

1. Pemberian pupuk hayati Biobus sebanyak 75 kg/ha ditambah pemberian pupuk anorganik (urea, SP36 dan KCl) minimal 50% dari dosis rekomendasi pada tanaman padi varietas Ciherang mampu memberikan hasil gabah yang tidak berbeda nyata dengan pemberian pupuk sesuai dengan 100% takaran rekomendasi.
2. Besar penurunan penggunaan pupuk anorganik 50% dari anjuran atau setara dengan penghematan biaya penggunaan pupuk sampai Rp.410.000/ha/musim. Namun demikian untuk memperoleh hasil yang setara harus menambahkan pupuk hayati Biobus sebanyak 75 kg/ha/musim.
3. Pertumbuhan tanaman padi pada pemberian pupuk hayati Biobus tidak mengalami kahat hara dibanding tanaman padi yang memperoleh hara dari pupuk sesuai rekomendasi ditandai dengan jumlah anakan, tinggi tanaman dan tingkat warna daun yang tidak berbeda nyata secara statistik.

#### DAFTAR PUSTAKA

Adiningsih, J.S, S. Rochayati, D. Setyorini, dan M. Sudjadi. 1988. Efisiensi penggunaan pupuk pada lahan sawah. Simposium Tanaman Pangan II, Ciloto, 21–23 Maret 1988.

Badan Litbang Pertanian (2006). Rekomendasi pemupukan berdasar SK Mentan.

- Craswell, E.T, S.K. De Datta, M. Hartantyo, dan N. Obcemea. 1991. Time and Mode Of Nitrogen Fertilizer Application To Tropical Wetland Rice. *Fert. Res.* 2:2 47–59.
- Dobermann, A dan T. Fairhurst. 2000. Rice: Nutrient Disorder & Nutrient Management. Potash And Phosphate Institute of Canada and International Rice Research Institute (IRRI). 191 p.
- Fagi, A.M, I. Las, M. Syam, A.K. Makarim, dan A. Hasanuddin, 2003. Penelitian Padi Menuju Revolusi Hijau Lestari. Balai Penelitian Tanaman Padi, 68 p.
- Goenadi, D.H. dan R. Saraswati. 1993. Kemampuan melarutkan fosfat dari beberapa isolat fungi pelarut fosfat. *Menara Perkebunan*, 61 (3): 61–66.
- Goenadi, D.H., R. Saraswati, N.N. Nganro dan J.A.S. Adiningsih. 1995. Nutrient-solubilizing and agregat-stabilizing microbes isolated from selected humic tropical soils. *Menara Perkebunan*. 63(2):60–66.
- Goenadi, D.H., R.A. Pasaribu, Isroi, H.Hartono, & R. Misman. 1999. Phosphate-solubilizing fungi isolated from tropical forest soils. *Menara Perkebunan* 67(1):40–51.
- Isherwood, K.F. 2000. Fertilizer use and the environment. International Fertilizer Industry Association. Paris.
- Makarim, A.K, D. Pasaribu, Z. Zaini, dan I. Las. 2005. Analisis dan Sintesis Pengembangan Model Pengelolaan Tanaman Terpadu Padi Sawah. Balai Penelitian Tanaman Padi, 18 p.
- Nahas, E. 1996. Factors Determining Rock Phosphate Solubilization By Microorganisms Isolated From Soil. *World. J. Microbiol. Biotech.* (12):567–572.
- Narsian, V., J. Thakkar, dan H.H. Patel. 1995. Mineral phosphate solubilization by *Aspergillus aculeatus*. *Indian Journal of Experimental Biology.* (33): 91–93.
- Okon, Y., Labandera-Gonzales C.A. 1994. Review. Agronomic application of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years world wide field evaluation. *Soil Sci. Biochem.* 26: 1591–1601.
- Omar, S.A. 1998. The role of rock-phosphate-solubilizing fungi and vesicular-arbuscular-mycorrhiza (VAM) in growth of wheat plants fertilized with rock phosphate. *World J Microbiol Biotechnol.* 14(2): 211–218.
- Santi, L.P., D.H. Goenadi, Siswanto, I. Sailah, dan Isroi. 2000. Solubilization of insoluble phosphates by *Aspergillus niger*. *Menara Perkebunan*. 68(2): 37–47.

**Gambar Lampiran 1.**



**Gambar 1.** Demplot Percobaan *Biobus*



**Gambar 2.** Sistem tanam Legowo 2:1



**Gambar 3.** Kenampakan fisik pertumbuhan tanaman padi 63 HST



**Gambar 4.** Kenampakan fisik tanaman padi perlakuan D pada saat panen