



KAJIAN PROSES PRODUKSI PUPUK HAYATI BIO-SRF DAN PENGUJIAN EFEKTIVITASNYA PADA TANAMAN BAWANG MERAH

The Assessment of Bio-SRF Biofertilizer Production Process and Its Effectivity Test on Shallot Plants

R. Bambang Sukmadi^{1,*}, Agus Supriyo², Bedah Rupaedah¹, Farida Rosana Mira¹,
Yenni Bakhtiar¹, Asep Ali¹, Mahmud Sugianto¹

¹Balai Bioteknologi BPPT, Gedung 630 Kawasan PUSPIPTEK Setu, Tangerang Selatan, Banten 15314

²Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Provinsi Jateng, Jl. BPTP No.40 Sidomulyo, Ungaran

*E-mail: bambang.sukmadi@bppt.go.id

ABSTRACT

*Bio-SRF is a biofertilizer formulation containing a mixture of several types of microbes improving soil fertility. The aims of this study were to assess the production process of Bio-SRF biofertilizer and to identify its effectivity on the growth and productivity of shallot plants. The assessment of Bio-SRF production process covering the cultivation of microbial cell biomass, granulation, and formulation of products. The effectivity test of biofertilizers on shallot plants was carried out by involving nine biofertilizers treatments and one control. The results showed that the population of cells on the granulated biofertilizer of Bio-SRF were *Corynebacterium* sp. 4×10^7 cfu/g, *Lactobacillus* sp. 3.8×10^7 cfu/g, *Burkholderia seminalis* 7.4×10^8 cfu/g, *Pseudomonas stutzeri* 4.5×10^8 cfu/g and 60 mycorrhizal spores/g products. The effectivity test showed that the biofertilizer treatments significantly affected the plant height, the number of bulbs, fresh and dry weight of bulbs. The best results was showed by the application of Bio-SRF biofertilizer on plant height of 34.80 cm, the number of bulbs per plant of 4.78 bulb, fresh weight of bulbs of 3.81 kg/m², dry weight of bulbs of 3.27 kg/m² and increased the yield of shallot production up to 55.71% compared with no biofertilizer application.*

Keywords: Biofertilizer, Bio-SRF, production process, effectivity test, shallot plant

ABSTRAK

Bio-SRF merupakan formula produk pupuk hayati yang mengandung campuran beberapa jenis mikroba penyubur tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji proses produksi pupuk hayati Bio-SRF dan mengetahui efektivitasnya terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman bawang merah. Kajian produksi pupuk hayati Bio-SRF meliputi perbanyakan biomassa sel mikroba, granulasi dan formulasi produk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi sel pada produk pupuk hayati Bio-SRF bentuk granul adalah *Corynebacterium* sp. 4×10^7 cfu/g, *Lactobacillus* sp. $3,8 \times 10^7$ cfu/g, *Burkholderia seminalis* $7,4 \times 10^8$ cfu/g, *Pseudomonas stutzeri* $4,5 \times 10^8$ cfu/g dan mikoriza 60 spora/g produk. Hasil uji efektivitas menunjukkan bahwa perlakuan pupuk hayati berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah umbi, bobot basah dan bobot kering umbi bawang merah yang dihasilkan. Aplikasi pupuk hayati Bio-SRF pada tanaman bawang merah memberikan hasil terbaik yaitu dengan tinggi tanaman saat panen 34,80 cm, jumlah umbi per tanaman 4,78 umbi, berat basah umbi 3,81 kg/m², berat kering umbi 3,27 kg/m² dan dapat meningkatkan hasil produksi bawang merah sebesar 55,71% dibandingkan dengan tanpa aplikasi pupuk hayati.

Kata kunci: Pupuk hayati, Bio-SRF, proses produksi, uji efektivitas, bawang merah

PENDAHULUAN

Pupuk dapat diartikan sebagai bahan-bahan yang diberikan pada tanaman dan tanah untuk menambah unsur-unsur hara yang diperlukan oleh tanaman untuk tumbuh dan berkembang. Jenis pupuk yang banyak digunakan oleh para petani saat ini adalah pupuk anorganik (kimia), namun penggunaan pupuk kimia secara berlebihan dan terus menerus dalam pertanian intensif sangat merugikan, karena dapat meninggalkan residu yang dapat mencemari tanah dan lingkungan, serta menyebabkan menurunnya kehidupan biologi di dalam tanah. Menurunnya kadar zat organik dan kehidupan biologi di dalam tanah pada akhirnya akan berdampak pada menurunnya produktivitas lahan. Blanco-Canqui dan Alan (2013) menyatakan bahwa pupuk anorganik jika digunakan dalam jangka panjang dapat mengeraskan tanah dan menurunkan stabilitas agregat tanah. Dalam rangka mengurangi penggunaan pupuk kimia perlu dicari alternatif pupuk yang berkualitas dan bersifat ramah lingkungan. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan memperbanyak penggunaan pupuk hayati dan pupuk organik yang bersifat ramah lingkungan.

Pupuk hayati (*biofertilizer*) adalah bahan penyubur tanah yang mengandung mikroba hidup atau sel hidup yang berfungsi untuk meningkatkan kemampuan akar tanaman menyerap unsur-unsur hara dari dalam tanah guna mendukung pertumbuhan tanaman (Mohammadi dan Sohrabi 2012; Amutha et al. 2014). Mikroba membantu menguraikan unsur-unsur yang ada pada tanah menjadi senyawa yang dapat diserap oleh akar tanaman. Menurut Goenadi (2006) pupuk hayati pada prinsipnya merupakan mikroba yang mampu meningkatkan atau memperbaiki ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Oleh karena mampu mengurangi konsumsi pupuk kimia, maka teknologi pupuk hayati ini diyakini sebagai bagian penting dalam sistem pertanian berkelanjutan. Beberapa jenis mikroba yang umum digunakan sebagai pupuk hayati adalah bakteri penambat N (simbiotik dan non simbiotik), bakteri dan fungi pelarut P, bakteri pelarut K, bakteri penghasil fitohormon dan fungi mikoriza arbuskular (Mezuen et al. 2002; Bhattacharjee dan Dey 2014). Penggunaan pupuk hayati tidak akan meninggalkan residu pada hasil tanaman

sehingga aman bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Selain itu penggunaan pupuk hayati diharapkan dapat meningkatkan kesehatan tanah, memacu pertumbuhan tanaman dan meningkatkan produktivitas tanaman. Wu et al. (2005) menambahkan bahwa penggunaan pupuk hayati tidak hanya meningkatkan kadar unsur hara pada tanaman seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), tetapi juga dapat menjaga kandungan senyawa organik dan total N dalam tanah.

Pupuk hayati majemuk Bio-SRF merupakan pupuk hayati yang diformulasi dalam bentuk granul dan mengandung konsorsia mikroba unggul yang bermanfaat untuk memperbaiki kesuburan tanah, memacu pertumbuhan tanaman, meningkatkan produktivitas tanaman pangan dan dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik hingga 50%. Kandungan mikroba dalam pupuk hayati Bio-SRF terdiri dari bakteri penambat N (*Corynebacterium* sp. dan *Lactobacillus* sp.), bakteri pelarut P (*Burkholderia seminalis*), bakteri penghasil fitohormon (*Pseudomonas stutzeri*) dan fungi mikoriza arbuskular. Mikroba sebagai bahan aktif pupuk hayati umumnya diformulasi dalam bahan pembawa berbentuk cair, serbuk atau granul. Sebagai bahan pembawa inokulan serbuk dapat digunakan bahan organik seperti gambut, arang, sekam, dan kompos (Danapriatna dan Simarmata 2011). Menurut Bhattacharjee dan Dey (2014), beberapa bahan pembawa (*carriers*) yang dapat digunakan untuk formulasi produk pupuk hayati bentuk serbuk, padat atau granul adalah mineral tanah liat, tanah diatoma, mineral karbon putih, dedak padi, dedak gandum, tanah gambut, lignite, humus, dan arang kayu.

Teknologi proses produksi pupuk hayati perlu dikaji dan dilakukan optimasi untuk mendapatkan produk pupuk hayati yang unggul dan memenuhi persyaratan mutu produk pupuk hayati. Kajian proses produksi meliputi penggunaan isolat mikroba yang unggul, komposisi medium dan kondisi proses produksi yang optimal serta formulasi produk pupuk hayati. Produk pupuk hayati yang dihasilkan perlu dilakukan pengujian aplikasi pada berbagai jenis tanaman dan kondisi lahan untuk mengetahui kualitas dan efektivitas pupuk hayati yang telah diproduksi.

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang termasuk ke dalam sayuran rempah. Bawang merah banyak digunakan sebagai pelengkap bumbu masakan dan memiliki khasiat sebagai obat tradisional. Secara umum, bawang merah memiliki kandungan gizi dan vitamin seperti protein, lemak, kalsium, fosfor, vitamin C, dan kalori (Rahayu dan Berlian 2006). Peningkatan produksi bawang merah dapat dilakukan dengan perbaikan teknologi budidayanya termasuk aplikasi produk-produk bioteknologi seperti produk pupuk hayati yang bersifat ramah lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji teknologi proses produksi pupuk hayati majemuk Bio-SRF dan mengetahui efektivitasnya terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman bawang merah dibandingkan dengan kontrol (tanpa pupuk hayati) dan delapan produk pupuk hayati lainnya.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Mikroba yang digunakan sebagai bahan aktif pupuk hayati Bio-SRF adalah bakteri *Corynebacterium* sp., *Lactobacillus* sp., *Burkholderia seminalis*, *Pseudomonas stutzeri*, dan fungi mikoriza arbuskular. Mikroba tersebut merupakan koleksi Laboratorium Agromikrobiologi, Balai Bioteknologi-BPPT. Isolat bakteri *Corynebacterium* sp. dan *Lactobacillus* sp. ditumbuhkan dan dipelihara dalam medium *Nitrogen-free-bromthymol* (Nfb), sedangkan isolat bakteri *B. seminalis* dan *Pseudomonas stutzeri* ditumbuhkan dan dipelihara dalam medium *Nutrient Agar* (NA).

Tanaman yang digunakan untuk pengujian efektifitas produk pupuk hayati adalah bawang merah jenis Bima Brebes.

Kajian proses produksi

Kajian proses produksi pupuk hayati Bio-SRF dilakukan di Laboratorium Agromikrobiologi, Balai Bioteknologi-BPPT, Kawasan Puspiptek Setu, Tangerang Selatan.

Perbanyakan sel bakteri penambat N

Isolat bakteri penambat N yang digunakan adalah *Corynebacterium* sp. dan *Lactobacillus* sp. Kedua jenis bakteri

tersebut masing-masing diperbanyak dengan cara yang sama, baik pada tahap pembuatan inokulum/kultur starter maupun pada perbanyakan biomassa sel bakteri.

Pembuatan kultur starter dilakukan dengan menginokulasikan isolat murni bakteri *Corynebacterium* sp. atau *Lactobacillus* sp. dari media agar Nfb sebanyak 2 ose ke dalam labu Erlenmeyer 500 mL yang berisi 100 mL medium Malat Broth (MB) steril, selanjutnya diinkubasi dalam *rotary shaker incubator* pada kecepatan 150 rpm, suhu kamar (28°C) selama 48 jam.

Perbanyakan biomassa sel bakteri dilakukan secara fermentasi cair. Medium yang digunakan adalah Malat Broth (MB) dengan komposisi per liter akuades terdiri dari: 5 g asam malat, 6 g K_2HPO_4 , 4 g KH_2PO_4 , 0,2 g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 0,1 g NaCl, 0,02 g $CaCl_2$, 0,01 g $FeCl_3$, 0,002 g Na_2MoO_4 . Nilai kemasaman medium diatur pada pH 6,8. Kultur starter sebanyak 60 mL (10% v/v) diinokulasikan ke dalam 540 mL medium MB dalam labu Erlenmeyer 2000 mL. Medium kemudian diinkubasi dalam *rotary shaker incubator* dengan kecepatan 150 rpm pada suhu 28°C, selama 5 hari.

Perbanyakan sel bakteri pelarut P

Pembuatan kultur starter dilakukan dengan menginokulasikan isolat murni bakteri *B. seminalis* dari media NA miring secara aseptik sebanyak 1 ose ke dalam labu Erlenmeyer 500 mL yang berisi 100 mL medium Pikovskaya cair steril, kemudian diinkubasi dalam *rotary shaker incubator* pada kecepatan 150 rpm, suhu 28°C, selama 24 jam.

Perbanyakan biomassa sel bakteri *B. seminalis* dilakukan secara fermentasi cair menggunakan medium Pikovskaya dengan modifikasi sumber C dan N. Komposisi medium tersebut dalam 1 liter akuades terdiri dari 10 g glukosa teknis, 0,136 g urea, 0,5 g $(NH_4)_2SO_4$, 2,5 g $Ca_3(PO_4)_2$, 0,2 g NaCl, 0,2 g KCl, 0,1 g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 0,0025 g $MnSO_4 \cdot 7H_2O$, 0,0025 g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. Nilai kemasaman medium diatur pada pH 7. Sebanyak 25 mL (5% v/v) kultur starter dimasukkan ke dalam 475 mL medium Pikovskaya dalam labu Erlenmeyer 2000 mL. Medium kemudian diinkubasi dalam *rotary shaker incubator* dengan kecepatan 150 rpm pada suhu 28°C, selama 48 jam.

Perbanyak sel bakteri penghasil fitohormon

Pembuatan kultur starter dilakukan dengan menginokulasikan isolat murni bakteri *P. stutzeri* dari media NA miring secara aseptik sebanyak 1 ose ke dalam labu Erlenmeyer 500 mL yang berisi 100 mL medium King's Broth steril, kemudian diinkubasi dalam *rotary shaker incubator* pada kecepatan 150 rpm, suhu 28°C selama 24 jam.

Perbanyak biomassa sel bakteri *P. stutzeri* dilakukan secara fermentasi cair. Medium yang digunakan adalah medium King's Broth Modifikasi dengan komposisi per 1 liter akuades adalah 10 g glukosa teknis, 15 g skim milk, 5 g protease pepton, 1,5 g K₂HPO₄, 1,5 g MgSO₄·7H₂O. Nilai kemasaman medium diatur pada pH 6,8-7. Sebanyak 25 mL (5% v/v) kultur starter diinokulasikan ke dalam 475 mL medium produksi dalam labu Erlenmeyer 2000 mL. Medium kemudian diinkubasi dalam *rotary shaker incubator* dengan kecepatan 150 rpm pada suhu 28°C selama 48 jam.

Granulasi

Cairan kultur hasil perbanyak biomassa sel bakteri penambat N, bakteri pelarut P dan bakteri penghasil fitohormon selanjutnya masing-masing dibuat dalam bentuk granul. Bahan pembawa (*carriers*) yang digunakan untuk granulasi terdiri dari bahan-bahan organik dan mineral seperti: tepung kompos, tepung gambut, zeolit, gypsum dan molases. Seluruh bahan pembawa dicampur merata, kemudian dimasukkan ke dalam granulator yang sedang berputar dan ditambahkan cairan kultur bakteri sebagai bahan aktif pupuk hayati. Granulator terus diputar sampai terbentuk granul-granul dengan ukuran sesuai yang diinginkan. Masing-masing jenis bakteri dibuat granul secara terpisah. Selanjutnya granul dikeringkan sampai kadar airnya sekitar 15%.

Perbanyak fungi mikoriza arbuskular

Fungi mikoriza arbuskular diperbanyak menggunakan tanaman inang sorgum (*Sorghum bicolor* L.) dengan media tanam berupa zeolit. Mula-mula zeolit dicuci lalu disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C, tekanan 1 atm selama 20

menit. Selanjutnya zeolit dimasukan ke dalam beberapa bak plastik.

Benih sorgum yang telah dikecambahkan selama 3-5 hari ditanam pada media tanam, lalu ke dalam lubang tanam diinokulasikan starter mikoriza. Starter mikoriza yang digunakan minimal mempunyai jumlah spora 10-20 spora per gram bahan pembawa. Benih sorgum sebagai tanaman inang selanjutnya ditumbuhkan dan dipelihara selama 3 bulan dalam greenhouse yang cukup sinar matahari. Pemeliharaan meliputi penyiraman dan pemupukan tanaman sorgum. Setelah tanaman sorgum berumur 3 bulan dilakukan *stressing* dengan cara tanaman tidak disiram selama 7-12 hari. *Stressing* dilakukan agar fungi mikoriza yang bersimbiosis dengan akar tanaman sorgum mengalami tekanan dan membentuk spora. Spora mikoriza tersebut yang akan dipanen.

Pemanenan spora mikoriza dilakukan dengan cara memotong akar tanaman inang dari bagian batangnya. Akar tanaman inang yang mengandung spora mikoriza dipotong kecil-kecil lalu dicampur dengan media tanamnya hingga tercampur merata dan siap digunakan sebagai bahan aktif pupuk hayati.

Formulasi produk

Formulasi produk pupuk hayati Bio-SRF (Gambar 1) dilakukan dengan mencampur granul masing-masing jenis mikroba yang telah dibuat yaitu granul bakteri penambat N, granul bakteri pelarut P, granul bakteri penghasil fitohormon dan ditambah serbuk zeolit yang mengandung fungi mikoriza arbuskular. Pencampuran dilakukan dengan perbandingan tertentu disesuaikan dengan jenis tanaman yang akan dipupuk dan kondisi lahan.



Gambar 1. Produk pupuk hayati Bio-SRF

Pengamatan produksi pupuk

Pengamatan populasi sel masing-masing cairan kultur bakteri dilakukan pada tahap perbanyakan biomassa sel, dan penghitungannya dilakukan dengan metode *Total Plate Count* (TPC) pada media spesifik untuk setiap mikroba. Populasi spora mikoriza hasil panen diamati dan dihitung di bawah mikroskop setereo dengan cara memisahkan spora dari zeolit menggunakan metode saringan basah. Jumlah sel hidup masing-masing jenis mikroba pada produk pupuk hayati Bio-SRF bentuk granul (uji mutu produk) diamati dan dihitung jumlah sel hidupnya dengan metode TPC.

Pengujian efektivitas pupuk

Pengujian efektivitas pupuk hayati Bio-SRF pada tanaman bawang merah dilakukan pada lahan petani di Desa Pulutan, Kecamatan Penawangan, Kabupaten Grobogan, Jawa Tengah. Pengujian efektivitas menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 9 perlakuan jenis produk pupuk hayati, 1 kontrol dan 5 kali ulangan. Sembilan perlakuan produk pupuk hayati yang diuji aplikasi pada tanaman bawang merah adalah BioPadjar, Provibio, Beyonic+, Agrifit, SuperBiost, BioTricho, Bio-SRF, Bion UP dan BioPF. Dosis penggunaan dan cara aplikasi sesuai dengan rekomendasi dari produk pupuk hayati masing-masing.

Pelaksanaan budidaya tanaman bawang merah sejak persiapan benih, penanaman umbi benih di lahan sampai pemanenan dilakukan sesuai dengan metode petani setempat tetapi ditambah dengan perlakuan aplikasi pupuk hayati berdasarkan rancangan percobaan yang telah dibuat. Pupuk dasar yang digunakan untuk luas lahan 1 ha adalah: 150 kg urea, 200 kg Phonska dan 500 kg Petroganik. Varietas Benih bawang merah yang digunakan adalah Bima Brebes, ditanam dengan jarak tanam 15 cm × 20 cm pada petak-petak percobaan dengan ukuran masing-masing petak 1 m × 5 m. Pemeliharaan tanaman meliputi pembersihan rumput gulma, pengendalian hama penyakit dan pengairan dilakukan berdasarkan rekomendasi Balitsa.

Peubah yang diamati adalah: tinggi tanaman pada saat panen bawang merah, jumlah umbi per tanaman, berat basah umbi

bawang merah dan berat kering umbi bawang merah hasil panen. Data hasil pengamatan dianalisis dengan sidik ragam berdasarkan uji F dan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi pupuk

Hasil pengamatan populasi sel bakteri pada masing-masing cairan kultur perbanyakan biomassa sel bakteri dan fungi mikoriza diperoleh hasil yang cukup tinggi (Tabel 1). Populasi sel yang dihasilkan pada tahap perbanyakan biomassa sel mikroba (bakteri penambat N, bakteri pelarut P, bakteri penghasil fitohormon dan fungi mikoriza) sudah cukup tinggi, hal ini menunjukkan bahwa teknologi produksi yang digunakan sudah cukup baik. Selain itu, komposisi medium dan kondisi proses produksi yang digunakan sudah cukup optimal. Kultur perbanyakan sel bakteri penambat N diproduksi menggunakan medium *Malat Broth* (MB), dengan waktu inkubasi 5 hari, diperoleh jumlah sel *Corynebacterium* sp. $4,6 \times 10^8$ cfu/mL dan *Lactobacillus* sp. $7,2 \times 10^9$ cfu/mL. Jumlah sel tersebut sudah cukup untuk dilakukan granulasi dan formulasi dengan penambahan bahan pembawa sehingga kandungan mikrobanya masih memenuhi standar mutu pupuk hayati sesuai Permentan No. 70 (2011). Kultur perbanyakan sel *B. seminalis* sebagai bakteri pelarut fosfat (BPF) diproduksi menggunakan medium Pikovskaya dengan modifikasi sumber C dan N. Populasi yang diperoleh mencapai $5,6 \times 10^{11}$ cfu/mL. Jumlah tersebut lebih banyak dibandingkan dengan populasi BPF hasil penelitian Stephen et al. (2015) dengan jumlah BPF

Tabel 1. Populasi sel mikroba pada cairan kultur perbanyakan biomassa sel

Kultur sel mikroba	Jumlah sel hidup
<i>Corynebacterium</i> sp.	$4,6 \times 10^8$ cfu/mL
<i>Lactobacillus</i> sp.	$7,2 \times 10^9$ cfu/mL
<i>B. seminalis</i>	$5,6 \times 10^{11}$ cfu/mL
<i>P. stutzeri</i>	$2,4 \times 10^{13}$ cfu/mL
Mikoriza	100 spora/g media

yang dihasilkan $8,1 \times 10^6$ cfu/mL. Kultur perbanyak biomassa sel *P. stutzeri* sebagai bakteri penghasil fitohormon mencapai $2,4 \times 10^{13}$ cfu/mL. Hasil tersebut merupakan perolehan yang sangat tinggi. Demikian juga pada kultur produksi fungi mikoriza arbuskular, total jumlah spora yang dihasilkan cukup tinggi yaitu mencapai 100 spora/g media tanam.

Produk pupuk hayati yang baru diproduksi dan akan dipasarkan atau diaplikasikan secara luas pada lahan pertanian harus memenuhi standar mutu atau memenuhi persyaratan teknis minimal sebagai pupuk hayati. Persyaratan teknis minimal pupuk hayati majemuk adalah total sel hidup masing-masing jenis bakteri $\geq 10^7$ cfu per gram berat kering contoh. Untuk fungi mikoriza arbuskular sebagai bahan aktif pupuk hayati maka standar mutunya adalah ≥ 50 spora per gram berat kering contoh. Hasil pengamatan populasi sel dalam produk pupuk hayati Bio-SRF bentuk granul diperoleh jumlah masing-masing jenis bakteri $\geq 10^7$ cfu/g berat produk. Demikian juga hasil pengamatan jumlah spora fungi mikoriza arbuskular diperoleh 60 spora per gram produk (Tabel 2). Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa produk pupuk hayati Bio-SRF memenuhi standar mutu atau persyaratan teknis minimal pupuk hayati majemuk menurut Permentan No. 70/Permentan/SR.140/10/2011. Saraswati (1999) menyatakan bahwa suatu sistem teknik produksi yang unggul diperlukan untuk menghasilkan pupuk mikroba yang bermutu unggul sesuai perannya yang sangat penting bagi sistem pertanian yang berkelanjutan. Sistem teknik produksi yang unggul dan ekonomis dapat diperoleh dengan menggunakan galur mikroba yang efektif dengan formula bahan pembawa yang sesuai melalui proses produksi yang sederhana.

Tabel 2. Mutu produk pupuk hayati Bio-SRF

Jenis mikroba dalam pupuk hayati Bio-SRF	Jumlah sel hidup
<i>Corynebacterium</i> sp.	$4,0 \times 10^7$ cfu/g produk
<i>Lactobacillus</i> sp.	$3,8 \times 10^7$ cfu/g produk
<i>B. seminalis</i>	$7,4 \times 10^8$ cfu/g produk
<i>P. stutzeri</i>	$4,5 \times 10^8$ cfu/g produk
Mikoriza arbuskular	60 spora/g produk

Pengujian efektifitas produk pupuk

Hasil pengujian efektivitas menunjukkan bahwa seluruh produk pupuk hayati yang diuji aplikasi dapat menghasilkan tanaman bawang merah yang lebih tinggi, jumlah umbi per tanaman yang lebih banyak, bobot basah umbi dan bobot kering umbi bawang merah yang lebih berat dibandingkan dengan kontrol. Antarperlakuan produk pupuk hayati yang dicoba juga terdapat perbedaan pada nilai pengamatan parameter yang diukur tersebut (Tabel 3).

Tinggi tanaman bawang merah

Data tinggi tanaman bawang merah yang dihasilkan pada berbagai jenis pupuk hayati berkisar dari 31,66-34,80 cm. Hasil analisis ragam terhadap data tinggi tanaman bawang merah dapat diketahui bahwa tinggi tanaman bawang merah dipengaruhi secara nyata oleh jenis pupuk hayati yang dicoba ($0,05 > P > 0,01$). Selanjutnya dengan menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) terhadap nilai rata-rata tinggi tanaman bawang merah (Tabel 3) dapat diketahui bahwa perlakuan pupuk hayati Bio-SRF menghasilkan tinggi tanaman yang paling tinggi yaitu 34,80 cm, tetapi hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan Beyonic+, BioPadjar, SuperBiost, Agrifit dan Bio PF. Nilai rata-rata tinggi tanaman bawang merah terkecil terdapat pada kontrol yaitu 31,66 cm.

Hasil pengamatan tinggi tanaman pada penelitian ini berbeda dengan penelitian Firmansyah et al. (2015) yang menyatakan bahwa pemberian pupuk organik dan pupuk hayati tidak nyata meningkatkan tinggi tanaman bawang merah bila dibandingkan dengan kontrol.

Jumlah umbi

Jumlah umbi bawang merah yang dihasilkan berkisar dari 2,73-4,78 umbi per tanaman. Berdasarkan hasil analisis ragam terhadap data jumlah umbi dapat diketahui bahwa perlakuan jenis pupuk hayati berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah umbi bawang merah yang dihasilkan ($P < 0,01$). Dengan menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (Tabel 3) dapat dilihat bahwa seluruh perlakuan jenis pupuk hayati menghasilkan jumlah umbi yang berbeda nyata dibanding kontrol. Perlakuan pupuk

Tabel 3. Pengaruh aplikasi pupuk hayati terhadap tanaman bawang merah

Perlakuan (jenis pupuk hayati)	Rata-rata tinggi tanaman saat panen (cm)	Rata-rata jumlah umbi per tanaman	Rata-rata bobot basah umbi (kg/m ²)	Rata-rata bobot kering umbi (kg/m ²)
BioPadjar	34,02 ^{abc}	4,38 ^a	3,64 ^a	3,08 ^{ab}
Provibio	32,34 ^{cd}	3,48 ^c	2,99 ^{cd}	2,54 ^c
Beyonic +	34,56 ^{ab}	4,56 ^a	3,71 ^a	3,16 ^{ab}
Agrifit	33,46 ^{abc}	3,92 ^b	3,41 ^{abc}	2,97 ^{ab}
SuperBiost	33,66 ^{abc}	4,48 ^a	3,59 ^{ab}	3,04 ^{ab}
BioTricho	32,60 ^{cd}	3,48 ^c	3,16 ^{bc}	2,82 ^{cb}
Bio-SRF	34,80 ^a	4,78 ^a	3,81 ^a	3,27 ^a
Bion-UP	32,82 ^{cd}	3,74 ^{bc}	3,10 ^c	2,53 ^c
Bio PF	33,14 ^{abcd}	3,96 ^b	3,40 ^{abc}	2,90 ^{abc}
Kontrol	31,66 ^d	2,73 ^d	2,57 ^d	2,10 ^d

Keterangan: Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%

hayati Bio-SRF menghasilkan jumlah umbi yang paling banyak yaitu 4,78 umbi per tanaman, tetapi hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan Beyonic+, SuperBiost dan BioPadjar. Jumlah umbi paling sedikit dihasilkan oleh perlakuan pupuk hayati Provibio dan BioTricho yaitu 3,48 umbi per tanaman.

Jumlah umbi bawang merah selain dipengaruhi oleh jenis pupuk yang digunakan juga dapat dipengaruhi oleh varietas bawang merah yang ditanam. Tambunan et al. (2014) dalam penelitiannya yang menggunakan varietas Bima Brebes dan mencoba beberapa dosis aplikasi pupuk hayati dihasilkan jumlah umbi anakan yang hampir sama dengan penelitian ini yaitu sebanyak 3,09-6,35 anakan per rumpun.

Bobot basah umbi

Hasil pengamatan bobot basah umbi pada berbagai perlakuan jenis pupuk hayati yang dicoba diperoleh nilai rata-rata antara 2,57-3,81 kg/m² lahan. Hasil analisis ragam terhadap data pengamatan bobot basah umbi menunjukkan bahwa jenis pupuk hayati yang dicoba berpengaruh sangat nyata terhadap bobot basah umbi bawang merah yang dihasilkan ($P < 0,01$). Berdasarkan uji *Duncan Multiple Range Test* (Tabel 3) dapat diketahui bahwa dari 9 jenis perlakuan pupuk hayati yang dicoba seluruhnya menghasilkan bobot basah umbi yang berbeda nyata dibanding kontrol, kecuali pupuk hayati Provibio yang menghasilkan

bobot basah umbi terkecil (2,99 kg/m² lahan) dan tidak berbeda nyata dengan kontrol. Perlakuan pupuk hayati Bio-SRF menghasilkan bobot basah umbi yang paling besar yaitu 3,81 kg/m² lahan. Bobot basah umbi bawang merah yang dihasilkan pada penelitian ini lebih besar dibandingkan hasil penelitian Firmansyah et al. (2015), yang menghasilkan bobot basah umbi bawang merah sebesar 27,33-33,00 kg/15 m² atau 1,82-2,20 kg/m² lahan dengan perlakuan aplikasi pupuk organik dan pupuk hayati.

Bobot kering umbi

Hasil pengamatan bobot kering umbi pada berbagai perlakuan jenis pupuk hayati yang dicoba diperoleh nilai rata-rata antara 2,10-3,27 kg/m² lahan. Hasil analisis ragam terhadap data pengamatan bobot kering umbi menunjukkan bahwa jenis pupuk hayati yang dicoba berpengaruh sangat nyata terhadap bobot kering umbi bawang merah yang dihasilkan ($P < 0,01$). Berdasarkan uji *Duncan Multiple Range Test* (Tabel 3) dapat diketahui bahwa seluruh perlakuan jenis pupuk hayati yang dicoba menghasilkan bobot kering umbi yang berbeda nyata dibanding kontrol. Perlakuan pupuk hayati Bio-SRF menghasilkan bobot kering umbi yang paling besar yaitu 3,27 kg/m² lahan, tetapi hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan Beyonic+, BioPadjar, SuperBiost, Agrifit dan Bio PF. Bobot kering umbi paling sedikit dihasilkan oleh perlakuan pupuk hayati Bion-UP yaitu 2,53 kg/m²

lahan. Bobot kering umbi bawang merah yang dihasilkan pada penelitian ini lebih besar dibandingkan hasil penelitian Firmansyah et al. (2015), yang menghasilkan bobot kering umbi bawang merah sebesar 15,31-23,22 kg/15 m² atau 1,02-1,55 kg/m² lahan dengan perlakuan aplikasi pupuk organik dan pupuk hayati. Berdasarkan perolehan nilai rata-rata bobot kering umbi bawang merah pada perlakuan pupuk hayati Bio-SRF (3,27 kg/m²), jika dibandingkan dengan kontrol (2,10 kg/m²) maka aplikasi Bio-SRF dapat meningkatkan hasil produksi umbi kering bawang merah sebesar 55,71% dibandingkan dengan kontrol (tanpa aplikasi pupuk hayati).

KESIMPULAN

Pupuk hayati Bio-SRF hasil kajian produksi memenuhi standar mutu pupuk hayati majemuk. berdasarkan Permentan No. 70/Permentan/SR.140/10/2011. Teknologi proses produksi pupuk hayati cukup sederhana, dapat diterapkan di masyarakat atau kelompok tani untuk menyediakan pupuk yang ramah lingkungan dan untuk mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia. Aplikasi pupuk hayati Bio-SRF efektif dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah. Dibandingkan dengan beberapa produk pupuk hayati lainnya pupuk hayati Bio-SRF dapat memberikan hasil terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil panen umbi bawang merah.

DAFTAR PUSTAKA

- Amutha R, Karunakaran S, Dhanasekaran S, Hemalatha K, Monika R, Shanmugapriya P, Sornalatha T (2014) Isolation and mass production of biofertilizer (*Azotobacter* and *Phosphobacter*). *Int J Latest Res Sci Technol* 3:79-81
- Bhattacharjee R, Dey U (2014) Biofertilizer, a way towards organic agriculture: A review. *Afr J Microbiol Res* 8:2332-2342. doi: 10.5897/AJMR2013.6374
- Blanco-Canqui H, Alan JS (2013) Implications of inorganic fertilization of irrigated corn on soil properties: Lessons learned after 50 years. *J Environ Quality* 42:861-164
- Danapriatna N, Simarmata T (2011) Viabilitas pupuk hayati penambat nitrogen (*Azotobacter* dan *Azospirillum*) ekosistem padi sawah pada berbagai formulasi bahan pembawa. *J Agribisnis Pengemb Wil* 3:1-10
- Firmansyah I, Liferdi, Khaririyatun N, Yufdy MP (2015) Pertumbuhan dan hasil bawang merah dengan aplikasi pupuk organik dan pupuk hayati pada tanah alluvial. *J Hort* 25:133-141
- Goenadi DH (2006) Pupuk dan teknologi pemupukan berbasis hayati, dari cawan petri ke lahan petani. Yayasan John Hi-Tech Idetama, Jakarta
- Mezuen IP, Handayani, Inorah E (2002) Penerapan formulasi pupuk hayati untuk budidaya padi gogo: Studi rumah kaca. *J Ilmu-Ilmu Pertan* 4:27-34
- Mohammadi K, Sohrabi Y (2012) Bacterial biofertilizers for sustainable crop production: A review. *ARNP J Agr Biol Sci* 7:307-316
- Menteri Pertanian (2011) Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011 tentang Pupuk organik, pupuk hayati dan pembenah tanah. <http://perundangan.pertanian.go.id/admin/file/Permentan-70-11.pdf>. Dikunjungi 5 September 2016.
- Rahayu E, Berlian N (2006) Bawang Merah. PT. Penebar Swadaya. Depok
- Saraswati R (1999) Teknologi pupuk mikroba multiguna menunjang keberlanjutan sistem produksi kedelai. *J Mikrobiol Indones* 4:1-9
- Stephen J, Shabanamol, Rishad KS, Jisha MS (2015) Growth enhancement of rice by phosphate solubilizing *Gluconacetobacter* sp. and *Burkholderia* sp. under greenhouse conditions. *Biotechnol* 5:831-83
- Tambunan WA, Siayung R, Sitepu FE (2014) Pertumbuhan dan produksi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) dengan pemberian pupuk hayati pada berbagai media tanam. *J Online Agroekotekol* 2:825-836
- Wu SC, Cao ZH, Li ZG, Cheung KC, Wong MH (2005) Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: A greenhouse trial. *Geoderma* 125:155-166