J. Hort. 21(1):40-50, 2011

Pengendalian Penyakit Layu *Fusarium* pada Subang Gladiol dengan Pengasapan dan Biopestisida

Nuryani, W., E. Silvia Yusuf, I Djatnika, Hanudin, dan B. Marwoto
Balai Penelitian Tanaman Hias, Jl. Raya Ciherang-Pacet, Cianjur 43253
Naskah diterima tanggal 7 Februari 2011 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 29 Februari 2011

ABSTRAK. Gladiol (*Gladiolus hybridus* L.) merupakan komoditas tanaman hias yang mempunyai prospek pengembangan yang cukup cerah untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun ekspor. Salah satu penyakit utama yang menyerang tanaman tersebut ialah layu yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli.* Di Indonesia, kehilangan hasil akibat serangan patogen tersebut hampir mencapai 100%. Tujuan penelitian ialah mengendalikan *F. oxysporum* f. sp. *gladioli* serta mendorong pertumbuhan tunas subang gladiol melalui pengasapan dan aplikasi biopestisida. Penelitian dilaksanakan di Rumah Kaca Balai Penelitian Tanaman Hias Segunung (1.100 m dpl.) dari bulan Januari sampai Desember 2009. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok dengan sembilan perlakuan dan tiga ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengasapan dari hasil pembakaran tempurung kelapa yang ditambah dengan Prima BAPF dapat merangsang pertumbuhan tunas pada subang gladiol, tetapi tidak mampu menekan jumlah subang terinfeksi dan intensitas penyakit busuk *Fusarium* di gudang penyimpanan. Untuk percobaan yang dilakukan di lapangan, perlakuan gabungan antara pengasapan dari hasil pembakaran tempurung kelapa yang ditambah dengan belerang dan Prima BAPF merupakan perlakuan terbaik untuk mengendalikan penyakit layu *Fusarium*. Aplikasi perlakuan tersebut menurunkan jumlah tanaman layu, menurunkan nilai AUDPC perlakuan, dan dapat meningkatkan produksi bunga gladiol. Hasil penelitian ini diharapkan dapat diadopsi oleh petani guna mengendalikan *F. oxysporum* f. sp. *gladioli* secara luas.

Katakunci: *Gladiolus hybridus; Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli;* Pengendalian; Pengasapan; Biopestisida.

ABSTRACT. Nuryani, W., E. Silvia Yusuf, I Djatnika, Hanudin, and B. Marwoto. 2011. Control of *Fusarium* Wilt on Gladiolus by Using Fumigation and Biopesticide. Gladiolus (*Gladiolus hybridus* L*)* is one of the most economically important cut flowers in Indonesia. The crops is commonly cultivated in the highland. Cultivations of the crops in the production centers have faced various problems especially wilt disease caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* as the most important one. Based on the field observations, it was known that the disease can reduce plant production and its yield quality up to 100%. The experiment was aimed to determine the effect of fumigation by using smoke produced by burned up coconut shell and biopesticide on gladioulus bud growth and fusarial wilt incidence. The expereiment was carried out at the Laboratory, Glasshouse and the field of Indonesian Ornamental Crops Research Institute (1,100 m asl.) since January to December 2009. A randomized block design with nine treatments and three replications was used. The results indicated that fumigation by using smoke of burned up coconut shell combined with biopesticide Prima BAPF stimulated gladiolus bud growth, but did not suppress infection of the bulb and fusarial disease intensity at the storage. Base on the field trial, fumigation by smoke of burned up coconut shell combined with sulphur and Prima BAPF was proven to be the best treatment. Application of the treatment significantly reduced disease intensity, AUDPC value, and increased flower production. This research result is expected to be adopted by farmers in order to widely control the *F. oxysporum* f. sp. *gladioli*.

Keywords: *Gladiolus hybridus; Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli;* Control; Fumigation; Biopesticide

Gladiol (*Gladiolus hybridus*) merupakan komoditas tanaman hias yang mempunyai prospek pengembangan yang cerah, baik untuk memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri maupun ekspor. Salah satu penyakit yang menyerang tanaman ini ialah layu yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* (Djatnika *et al.* 1994). Di Indonesia, kehilangan hasil akibat serangan patogen ini hampir mencapai 100% (Dwiastuti 2009) dan di Florida kerugian hasil mencapai 1,5-2,0 juta US$/tahun (Littrell dan Waters 1967).

Berdasarkan pengamatan di lahan petani, diketahui bahwa penggunaan pestisida sintetik di sentra produksi gladiol untuk mengendalikan penyakit layu *Fusarium* tergolong tinggi. Bahkan beberapa laporan menyebutkan bahwa residu pestisida mencapai ambang yang mengkhawatirkan (Nuryani dan Silvia 2007). Oleh karena itu perlu dicari alternatif lain untuk mengendalikan patogen tanaman tanpa merusak lingkungan. Salah satu alternatif yang paling prospektif ialah menggunakan pengasapan dan pengaplikasian biopestisida.

Pengasapan untuk mengendalikan *F. oxysporum* pada subang gladiol sering digunakan oleh petani. Petani menerapkan metode pengasapan dengan menyimpan bibit gladiol di atas tungku api di dapur, yang waktunya disesuaikan dengan saat memasak makanan. Bahan bakar yang digunakan untuk pengasapan bervariasi, bergantung pada kebiasaan petani. Metode tersebut dinilai kurang efektif untuk mengendalikan penyakit layu *Fusarium* pada gladiol karena bahan bakar dan lama periode aplikasi sulit distandardisasikan. Dalam penelitian ini dicoba beberapa sumber bahan bakar berupa tempurung kelapa dan sekam padi yang dikombinasikan dengan belerang dan biopestisida.

Asap yang bermutu tinggi dihasilkan dari pembakaran jenis kayu yang keras seperti kayu bakau, rasamala, serbuk dan serutan kayu jati, serta tempurung kelapa (Pranata 2009). Tempurung kelapa dikategorikan sebagai kayu keras, tetapi mempunyai kadar lignin yang lebih tinggi dan kadar selulose lebih rendah dengan kadar air sekitar 6-9% (Tilman 1981 *dalam* Pranata 2009).

Sekam padi memiliki kadar selulose cukup tinggi, dapat memberikan pembakaran yang merata, stabil, dan memiliki karakteristik asap yang sesuai dengan kebutuhan pengasapan yaitu asap tebal, tanpa nyala api, dan 1 kg sekam dapat mengasapi selama 1 jam 20 menit (Andriani 2005).

Belerang adalah unsur kimia yang sering digunakan sebagai bahan pupuk, insektisida, dan fungisida. Gunadi *et al.* (2006) menganjurkan pengasapan belerang untuk mengendalikan penyakit tepung yang disebabkan oleh *Oidiopsis capsici* pada paprika. Kandungan H_2S yang tergolong tinggi sebagai salah satu gas beracun dan dianggap berbahaya bila dosis melebihi 20 ppm.

Pada tahun 2003 Balai Penelitian Tanaman Hias (Balithi) merakit biopestisida ramah lingkungan yang diberi nama dagang Prima BAPF. Biopestisida ini berbahan aktif *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* dan telah mendapat sertifikat paten dari Kementerian Hukum dan Hak Azasi Manusia Republik Indonesia melalui Direktorat Jenderal Hak Kekayaan Intelektual (Dirjen Haki). Hak paten tersebut diberikan untuk formulasi biopestisida dalam bentuk suspensi yang efektif mengendalikan berbagai patogen tanaman. Adapun nomor sertifikat patennya yaitu ID. 0 022 384, 12 Januari 2009 (Hanudin *et al.* 2009). Berdasarkan hasil uji lapangan yang dilakukan pada tahun 2004, biopestisida ini dapat menekan penyakit layu *F. oxysorum* f. sp. *dianthi* pada anyelir sebesar 63,63% (Hanudin 2007a). Untuk meningkatkan pengendalian penyakit layu, biopestisida tersebut perlu dikombinasikan dengan metode pengendalian yang lain seperti pengasapan dengan sumber bahan bakar yang berbeda.

Penelitian bertujuan mengendalikan *F. oxysporum* f. sp. *gladioli* dengan pengasapan dan biopestisida. Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini ialah pengasapan dan biopestisida diduga dapat mengendalikan *F. oxysporum* f. sp. *gladioli.*

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Biokontrol, gudang penyimpanan, dan Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Hias Segunung (1.100 m dpl.) mulai Januari sampai Desember 2009. Kegiatan meliputi penyiapan bahan pengasapan, pengadaan subang gladiol, perlakuan dengan biopestisida, lahan pertanaman, perlakuan subang gladiol, dan penanaman. Percobaan dibagi menjadi dua subkegiatan yaitu (1) pengujian di gudang penyimpanan dan (2) di lapangan.

Percobaan di Gudang Penyimpanan

Subang gladiol varietas Holland Merah yang baru dipanen diperoleh dari petani gladiol Salabintana, Sukabumi. Subang dijemur di bawah terik sinar matahari (selama 5 hari) sampai kulitnya agak mengering. Selanjutnya subang diberi perlakuan sesuai dengan tujuan percobaan, yaitu pengasapan, belerang, dan biopestisida (Prima BAPF) serta kontrol (Tabel 1). Subang gladiol yang telah mendapat perlakuan pengasapan, kemudian disimpan di dalam ruangan yang dibatasi dengan penyekat tertutup. Setiap tempat pengasapan diisi dengan subang gladiol (Gambar 1).

Pengasapan dilakukan mulai pukul 08.00 hingga bahan pengasap habis. Jumlah bahan bakar pengasapan yang digunakan masing-masing 1 kg. Pengasapan diulangi selama 7 hari berturut-turut.

Gambar 1. Metode pengasapan subang gladiol di gudang penyimpanan (*Method of incense burner of gladiolus bulb at storehouse)*

Setelah selesai pengasapan, subang dibiarkan di tempat penyimpanan selama 2 bulan sampai siap untuk ditanam. Aplikasi belerang dilakukan dengan cara material perlakuan (tempurung kelapa atau sekam padi) di bakar, kemudian taburkan belerang sebanyak 2% pada bara api. Asap yang terbentuk pada perlakuan tersebut ditampung dalam cerobong perlakuan yang di atasnya terdapat subang glaodiol yang diperlukan. Subang yang mendapatkan perlakuan biopestisida Prima BAPF atau fungisida Benomil dicelupkan ke dalam suspensi tersebut selama 15 menit. Pencelupan dilakukan 1 hari sebelum proses pengasapan.

Percobaan di Lapangan

Petak percobaan berukuran 1 x 1 m, jarak tanam 20 x 20 cm dengan seluk tanam 10 cm dan jarak antarpetak 50 cm. Populasi bibit gladiol yang digunakan 25 subang/plot, sehingga total bibit yang digunakan 675 subang.

Pemupukan pertama menggunakan K_2O dan P_2O sebanyak 5 g per lubang tanam, kemudian bibit subang gladiol dimasukkan ke dalam lubang tanam lalu ditutup dengan tanah. Pemupukan kedua dilakukan setelah daun kedua atau ketiga terbentuk, menggunakan pupuk Urea sebanyak 5 g per tanaman, dengan cara dimasukkan ke dalam lubang di sekitar tanaman. Pemupukan ini dilakukan setelah penyiangan gulma, yaitu 30 hari setelah tanam (HST). Pemupukan ketiga dilakukan pada saat primordia bunga muncul (60 HST), menggunakan pupuk Urea dan K_2O masing-masing sebanyak 5 g per tanaman dengan cara sama seperti pemupukan kedua. Pemupukan ini dilakukan pada saat penyiangan gulma kedua. Pemupukan keempat menggunakan Urea sebanyak 5 g per tanaman yang dilakukan 1 hari setelah semua bunga dipanen (Badriah *et al*. 2007). Pengendalian hama dilakukan dengan menyemprotkan insektisida berbahan aktif abamektin 18 EC (0,2 ml/l) sesuai keperluan, terutama untuk pengendalian kutudaun *Rophalosiphum sanbornii* dan trips.

Rancangan Percobaan dan Perlakuan

Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok dengan sembilan perlakuan dan tiga

Tabel 1. Perlakuan yang diuji *(Treatments tested)*

Perlakuan (*Treatments)*	
Kode (*Code)*	**Jenis (*Type)***
ATK	Pengasapan dengan bahan bakar tempurung kelapa
ATK+BAPF	Pengasapan dengan tempurung kelapa + Prima BAPF 10 ml/l air
ATK+S	Pengasapan dengan tempurung kelapa + belerang (2%)
ATK+S+BAPF	Pengasapan tempurung kelapa + belerang + Prima BAPF 10 ml/l air
ASP+S	Pengasapan dengan sekam padi + belerang (2%)
ASP+S+BAPF	Pengasapan dengan sekam padi+ belerang + Prima BAPF 10 ml/l air
Prima BAPF	Biopestisida Prima BAPF 10 ml/l air
Benomil	Kontrol (positif), subang dicelup ke dalam fungisida Benomil 2 g/l selama 5 menit
Kontrol	Kontrol negatif (dicelup ke dalam air)

ulangan. Perlakuan dan metode pengasapan sama dengan yang dilakukan di gudang pengasapan (percobaan ke-1), bedanya hanya setelah dilakukan pengasapan dan penyimpanan selama 2 bulan, subang gladiol langsung ditanam di lapangan. Perlakuan-perlakuan tersebut disajikan pada Tabel 1.

Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan pada percobaan di gudang penyimpanan, yaitu (1) jumlah subang yang terinfeksi *F. oxysporum,* (2) indeks penyakit dari 0 sampai 5, yang mana 0 = tidak tampak adanya bercak pada subang, 1 = 1-20% bercak, 2 = 21-40% bercak, 3 = 41-60% bercak, 4 = 61-80% bercak, dan 5 = bercak lebih dari 80%, dan (3) jumlah dan waktu tumbuh tunas.

Intensitas penyakit dihitung berdasarkan indeks penyakit (IP) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$IP\ (\%) = (\Sigma(\ vi \times ni)/N) \times 100\ \%$$

di mana:

vi = Indeks penyakit ke-i,

ni = Jumlah umbi gladiol yang menunjukkan gejala sesuai dengan indeks penyakit ke-i,

N = Jumlah total gladiol yang diamati.

Pengolahan data dilakukan menggunakan program IRISTAT pada tingkat kepercayaan 95%. Uji beda antarperlakuan menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%. Selain parameter pengamatan tersebut, pada percobaan di lapangan dilakukan pula pengamatan terhadap (a) jumlah tanaman sehat, (b) jumlah tanaman layu, (c) produksi bunga, dan (d) persentase penekanan/peningkatan dibanding kontrol. Persentase penekanan/peningkatan sebagai bahan pertimbangan kriteria efikasi, penekanan dihitung berdasarkan rumus:

$$PP = ((K-T/K)) \times 100\%,$$

di mana:

PP = Persentase penekanan,
K = Kontrol,
T = Perlakuan.

Sedangkan peningkatan dihitung berdasarkan rumus:

$$PPnk = ((T-K)/T) \times 100\%$$

di mana:

PPnk = Persentase peningkatan,
K = Kontrol,
T = Perlakuan.

Luas Areal di bawah Kurva Perkembangan Penyakit dan Laju Infeksi *F. oxysporum* f.sp. *gladioli*

Luas areal di bawah kurva perkembangan penyakit (AUDPC) pada percobaan ini mencerminkan kemangkusan suatu perlakuan dalam menekan patogen. Apabila angka AUDPC

$$AUDPC = \sum_{i}^{n-1} \left| \frac{(Y_{i+1}+Y_1)}{2} \right| t_{i+1}-t_1$$

semakin rendah, maka perlakuan tersebut semakin efektif dalam mengendalikan patogen, dan sebaliknya. AUDPC dihitung menggunakan integrasi trapezoidal dengan rumus Jeger dan Viljanen-Rollinson (2001).

di mana :

Y_{i+1} = Data pengamatan ke-i + 1,
Y_i = Data pengamatan ke-i,
t_{i+1} = Waktu pengamatan ke-i + 1,
t_i = Waktu pengamatan ke-i,
n = Jumlah total pengamatan.

Analisis sidik ragam dilakukan sesuai dengan rancangan percobaan yang digunakan. Jika nilai F hitung lebih besar daripada F tabel, maka dilakukan uji beda nyata taraf 5% menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian di Gudang Penyimpanan

Perkembangan jumlah subang gladiol terinfeksi penyakit busuk *Fusarium*

Gejala serangan *F. oxysporum* pada subang gladiol diawali dengan bercak coklat, yang semakin lama semakin meluas dan pada akhirnya subang mengalami busuk kering serta ukurannya menyusut menjadi setengah dari ukuran semula (Nuryani dan Silvia 2007).

Sejalan dengan hal tersebut, Magie (1971) melaporkan bahwa gejala infeksi *Fusarium* pada gladiol di tempat penyimpanan ialah busuk kering seperti mumi, mengeriput, liat, dan jika

Gambar 2. Gejala serangan *F. oxysporum* pada subang gladiol (*Symptoms of F. oxysporum infection on gladiolus bulb)*

dijatuhkan berbunyi seperti batu. Kerusakan jaringan tersebut disebabkan oleh adanya asam fusarat yang disekresikan patogen (Davis 1969). Senyawa kimia ini dapat memengaruhi fungsi mitokondria dan menghambat enzim katalase, serta mengganggu membran sel yang dapat mengakibatkan kebocoran ion. *Fusarium* selain dapat memproduksi asam fusarat, juga dapat menghasilkan enzim pektin metilesterase, poligalakturonase, dan enzim penghancur lainnya. Enzim-enzim tersebut menyebabkan kerusakan pada dinding sel, sehingga terlihat diskolorisasi pada jaringan yang terinfeksi dan gangguan pertumbuhan yang mengakibatkan tanaman mati (Waggoner dan Dimond 1985).

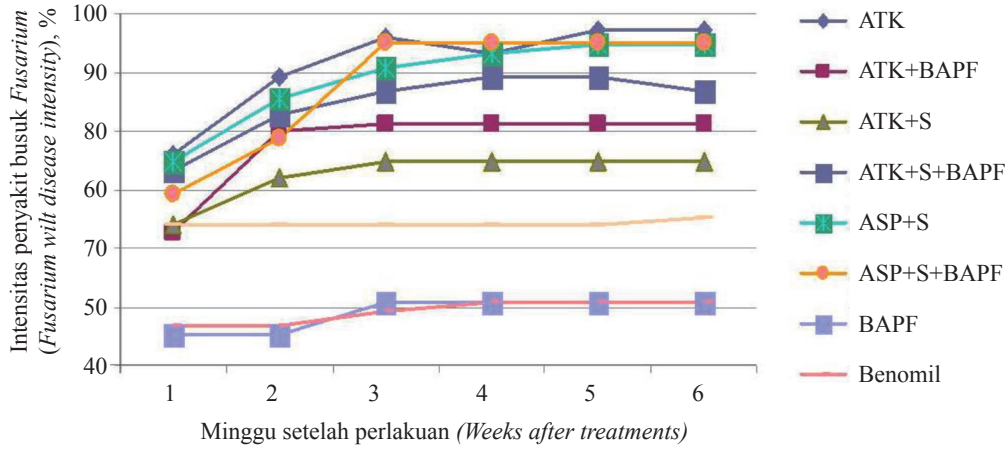
Pada Gambar 3 tampak bahwa jumlah subang yang terinfeksi *F. oxysporum* bervariasi bergantung pada kemangkusan masing-masing perlakuan. Persentase subang terinfeksi tersebut berkisar antara 45,33 - 97,33%.

Pada pengamatan 1-3 minggu setelah perlakuan (MSP) terlihat bahwa perlakuan benomil lebih mangkus bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya, tetapi secara statistik tidak berbeda nyata dengan perlakuan biopestisida Prima BAPF. Jumlah subang terinfeksi pada perlakuan benomil dan biopestisida masing-masing sebesar 49,33 dan 50,67%.

Pada pengamatan 3-6 MSP, kedua perlakuan tersebut masih menunjukkan jumlah subang terinfeksi yang paling rendah. Jumlah subang terinfeksi pada kedua perlakuan tersebut tidak berbeda, yaitu sebesar 50,67%.

Perkembangan intensitas penyakit busuk *Fusarium*

Perlakuan pencelupan subang gladiol ke dalam suspensi biopestisida Prima BAPF, dan benomil pada pengamatan minggu kesatu menunjukkan intensitas serangan terendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Intensitas penyakit kedua perlakuan tersebut masing-masing sebesar 16,00 dan 17,78%. Begitu juga pada pengamatan minggu ke-2 sampai dengan minggu ke-6 setelah perlakuan. Kedua perlakuan tersebut masih



Gambar 3. Perkembangan jumlah subang terinfeksi *Fusarium* di gudang penyimpanan *(Development of gladiolus bulb number infected by F. oxysforum* f. sp. *gladioli at storehouse)*

Tabel 2. Waktu tumbuh tunas, jumlah tunas, jumlah subang terinfeksi, dan intensitas penyakit busuk subang (*Time of gladioulus bud growth, number of bud infected, number of bulb infected, and disease intensity at gladiolus bud)*

Perlakuan (*Treatments*)	Subang gladiol di tempat penyimpanan (*Gladiolus bulb at storehouse*)			
	Waktu tumbuh (*Time of growth*) Hari/days	Jumlah tunas (*Number of gladiolus buds)**	Jumlah subang terinfeksi *(Number of bulb infected)**	Intensitas penyakit busuk subang *(Disease intensity)**
ATK	11,67 bcd	53,00 ab	97,33 a	50,67 a
ATK+BAPF	19,00 ab	59,00 a	81,33 abc	38,67 ab
ATK+S	8,33 d	57,00 a	74,67 bc	39,11 ab
ATK+S+BAPF	18,33 abc	55,33 ab	86,67 abc	36,89 ab
ASP+S	10,00 cd	22,17 cd	94,97 ab	43,11 ab
ASP+S+BAPF	20,67 a	44,00 abc	92,00 ab	41,78 ab
Prima BAPF	8,33 d	27,00 bcd	52,00 d	20,89 b
Benomil (kontrol positif)	21,33 a	10,67 d	50,67 d	23,56 b
Kontrol (kontrol negatif)	22,33 a	16,00 cd	65,33 d	31,11 ab
KK (*CV*), %	32,22	65,67	16,30	36,07

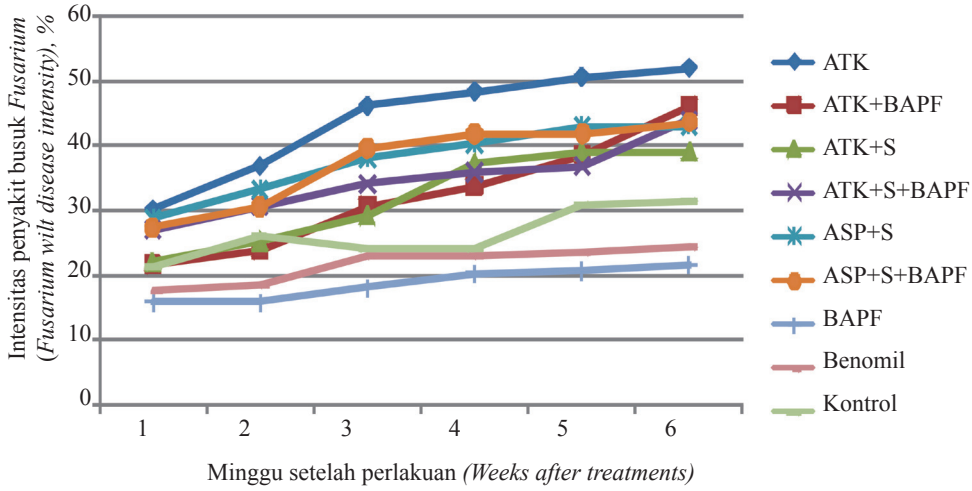
*Angka rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata *5% (Means followed by the same letters are not significantly different at 5% level according to Duncan Multiple Range Test)*

* * Diamati pada 6 minggu setelah perlakuan (*Observed at 6 weeks after applications)*

memperlihatkan jumlah subang terinfeksi dan intensitas penyakit terendah, masing-masing sebanyak 21,78 dan 24,44% (Gambar 4).

Waktu tumbuh tunas subang gladiol, jumlah tunas, jumlah subang terinfeksi, dan intensitas penyakit busuk *Fusarium*

Pengasapan dengan bahan bakar tempurung kelapa yang dikombinasikan dengan biopestisida Prima BAPF dan tempurung kelapa+sulfur menunjukkan jumlah tunas terbanyak (53,00-59,00), pada kurun waktu 8,33-19 hari. Jumlah tunas terbanyak kedua ditunjukkan oleh perlakuan Prima BAPF (27,00), dengan waktu yang paling cepat 8,33 hari (Tabel 2). Pemberian sulfur pada asap tempurung kelapa dilakukan dengan cara material perlakuan (tempurung kelapa atau sekam padi) di bakar, kemudian taburkan belerang



Gambar 4. Perkembangan intensitas penyakit busuk *Fusarium* di gudang penyimpanan (*Development of Fusarium disease intensity at storehouse)*

Tabel 3. Luas areal di bawah kurva perkembangan jumlah subang gladiol terinfeksi dan intensitas penyakit busuk *Fusarium* pada sembilan jenis perlakuan pengasapan (*Area under diseases progres curve and infection rate for the mean of nine composition of biopesticides formulations)*

Perlakuan *(Treatments)*	AUDPC subang gladiol (*Gladiolus bulb AUDPC)*		Penekanan *(Suppression)* %
	Jumlah terinfeksi (*Bulb number of infected)*	Intensitas penyakit *(Disease intensity)*	
ATK	3.238,59 a	1.563,38 b	-
ATK+BAPF	2.202,62 bc	1.127,39 b	-
ATK+S	3.593,45 a	1.132,36 b	-
ATK+S+BAPF	2.998,10 b	1.213,35 ab	-
ASP+S	3.138,35 a	1.331,84 b	-
ASP+S+BAPF	3.068,14 a	1.325,42 b	-
Prima BAPF	1.722,07 c	661,08 b	30,97
Benomil (kontrol positif)	1.722,07 c	766,85 b	22,54
Kontrol (negatif)	2.244,66 b	925,44 b	-

sebanyak 2% pada bara api. Asap yang terbentuk pada perlakuan tersebut ditampung dalam cerobong perlakuan yang di atasnya terdapat subang gladiol yang diperlakukan.

Asap yang dihasilkan dari tempurung kelapa (pembakaran kayu keras), memiliki komposisi yang berbeda dengan asap yang dihasilkan dari pembakaran kayu lunak (Tranggono *et al.* 1997 *dalam* Pranata 2009). Selain itu, diduga bahwa asap pembakaran merupakan sumber asetilen. Senyawa kimia tersebut dapat berfungsi dengan baik sebagai pemecah dormansi dari suatu jaringan tanaman apabila ditambah dengan belerang, sehingga menghasilkan tunas gladiol yang banyak, bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Selain itu perlakuan tersebut berdampak positif terhadap jumlah subang terinfeksi dan intensitas penyakit. Sejalan dengan hal tersebut Flementii *et al*. (2004) melaporkan bahwa senyawa asap cair tempurung kelapa dapat berperan sebagai perangsang dalam perkecambahan tunas karena adanya senyawa butenolide yang dikandung oleh asap tersebut.

Perlakuan ATK yang dikombinasikan dengan BAPF atau belerang menghasilkan jumlah tunas gladiol yang lebih banyak bila dibandingkan dengan perlakuan ASP yang dikombinasikan dengan belerang atau BAPF serta kontrol positif dan negatif. Hal ini diduga bahwa ATK mengandung zat pengatur tumbuh (ZPT). Sejalan dengan hal tersebut Todorovic *et al.* (2005) melaporkan bahwa asap hasil pembakaran bahan organik mengandung ZPT yang dapat menginduksi perkecambahan tanaman. Hasil percobaan Abella (2006) menunjukkan bahwa asap cair mempercepat biji pinus berkecambah 43% lebih baik dibandingkan dengan kontrol. Selanjutnya hasil percobaan Burne *et al*. (2003) memperlihatkan bahwa asap cair yang disemprotkan pada tanah merangsang terjadinya perkecambahan biji *Gravillea rudis* yang berasal dari bank benih.

Luas Areal di Bawah Kurva Perkembangan Penyakit dan Persentase Penekanannya

Pengasapan dengan ABK memberi pengaruh yang lebih untuk pertunasan. Hal tersebut ditandai dengan banyaknya tunas yang tumbuh (59 tunas) bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Namun perlakuan tersebut tidak dapat menekan jumlah subang terinfeksi dan intensitas penyakit busuk *Fusarium* di gudang penyimpanan.

Pada Tabel 3 tampak bahwa perlakuan yang dapat menekan jumlah subang terinfeksi dan intensitas penyakit busuk *Fusarium* di gudang penyimpanan ditunjukkan oleh BAPF. Perlakuan tersebut menunjukkan *slope* yang paling rendah (Gambar 3 dan 4) dan angka AUDPC yang paling rendah pula. AUDPC jumlah subang terinfeksi dan intensitas penyakit pada perlakuan tersebut masing-masing sebesar 1.722,07 dan 661,08. Perlakuan BAPF dapat menekan intensitas penyakit sebesar 30,97%, walaupun persentase jumlah tunas subang gladiol pada perlakuan tersebut dikategorikan terendah kedua (22,54%). Hal ini berarti bahwa

Tabel 4. Jumlah tanaman tumbuh dan layu *Fusarium* pada sembilan jenis perlakuan pengasapan (*Number of plant growth and wilted plants of nine composition of biopesticides formulations)*

Perlakuan (*Treatments*)	Tanaman layu *(Wilted plants)* 12 MST (*WAT*)	Tanaman tumbuh *(Plant growth)* %		
		4 MST (*WAT*)	8 MST (*WAT*)	12 MST (*WAT*)
ATK	0,00 c**	1,33 b*	26,67 c	82,67 a*
ATK+BAPF	6,66 abc	0,00 b**	12,00 c	81,33 a
ATK+S	2,66 bc	6,66 ab	54,67 b	86,67 a
ATK+S+BAPF	1,33 bc	0,00 b**	18,67 c	81,33 a
ASP+S	5,33 abc	37,33 a	76,00 ab	86,67 a
ASP+S+BAPF	8,00 abc	57,33 a	78,67 a	92,00 a
Prima BAPF	14,67 ab	17,33 ab	61,33 ab	84,00 a
Benomil (kontrol positif)	8,00 abc	20,00 a	72,00 ab	92,00 a
Kontrol (kontrol negatif)	18,67 a	21,33 a	68,00 ab	85,33 a
KK (*CV*), %	20,64	19,67	18,00	14,56

** Hasil pengamatan data ditransformasi ke dalam $\sqrt{x} + 0,5$ % (*The observation data was transformed* to $\sqrt{x + 0,5}$ %)

Prima BAPF merupakan perlakuan terbaik untuk menekan serangan penyakit busuk *Fusarium* di gudang penyimpanan. Menurut Hanudin (2010) biopestisida Prima BAPF berbahan aktif *B. subtilis* dan *P. fluorescens*. Selain perlakuan Prima BAPF dan benomil, intensitas penyakit dan jumlah subang terinfeksi *Fusarium* menunjukkan nilai yang tinggi, hal tersebut berakibat pada nilai AUDPC yang tinggi dan berbeda nyata dari kedua perlakuan tersebut.

Prima BAPF adalah biopestisida berbahan aktif *B. subtilis* dan *P. fluorescens*. Adapun mekanisme penekanan kedua isolat bakteri tersebut terhadap *F. oxysporum* f. sp. *gladioli* berupa kolonisasi dan antibiosis. Kolonisasi *B. subtilis* terbukti efektif terhadap penyakit karat tanaman buncis (*Uromyces phaseoli* Art.). Adapun mekanisme kolonisasi tersebut berupa bahan eksudat yang terdiri atas asam amino, asam organik, vitamin, alkaloid, substansi fenolik, dan unsur anorganik seperti kalium, kalsium, magnesium, dan mangan yang dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan dan perkembangan, sehingga kesempatan teliospora patogen memanfaatkan eksudat tersebut untuk perkecambahan, infeksi, dan perkembangannya menjadi berkurang (Baker *et al.* 1985).

Berbagai jenis antibiotik diproduksi oleh *P. fluorescens* seperti *pyuloteorin*, *oomycin, phenazine*-1-*carboxylic acid* atau 2,4-*diphloroglucinol*. Produksi antibiotik ini telah dibuktikan sebagai faktor utama dalam penghambatan perkembangan populasi dan penyakit yang ditimbulkan oleh *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* (Gurusidaiah *et al.* 1986, Thomashow dan Weller 1988), *Thielaiopsis basicola* (Keel *et al.* 1992), *R. solanacearum* (Mulya 1997, Hartman *et al*. 1993), *R. solanacearum* dan *Plasmodiophora brassicae* (Hanudin dan Marwoto 2003), *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* (Hanudin 2007a), *Xanthomonas campestris* pv. *dieffenbachiae* (Hanudin 2007b), dan *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* (Teliz dan Brukholder 1960).

Di samping mampu menekan perkembangan populasi dan aktivitas patogen tanaman, *P. fluorescens* juga dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap penyakit. Mulya *et al.* (1996) menemukan bahwa *P. fluorescens* strain G32R dapat menginduksi aktivitas enzim phenil alanine amoliase, enzim yang terlibat dalam ekspresi ketahanan tanaman tembakau.

Pengujian di Lapangan

Jumlah tanaman tumbuh dan tanaman layu

Berdasarkan analisis statistik diketahui bahwa semua perlakuan tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap persentase jumlah subang tumbuh. Namun, perlakuan asap sekam padi + belerang, asap sekam padi + belerang + Prima BAPF, dan benomil menunjukkan persentase jumlah subang tumbuh yang paling tinggi. Persentase subang tumbuh pada ketiga perlakuan tersebut, masing-masing sebesar 92% (Tabel 4). Hal ini memperlihatkan bahwa

perlakuan pengasapan cenderung berpengaruh positif jika dikombinasikan dengan perlakuan Prima BAPF. Pada kombinasi tersebut diduga bahan aktif yang terkandung dalam Prima BAPF dapat berperan membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Leeman *et al.* (1995) menyatakan bahwa *siderofor P. fluorescens* WCS374 dapat berperan sebagai perangsang pertumbuhan dan menekan pertumbuhan *F. oxysporum* f. sp. *raphani* penyebab penyakit layu *Fusarium* pada lobak.

Gejala awal serangan *Fusarium* pada gladiol yaitu nekrosis pada ujung daun, kemudian diikuti dengan perubahan warna daun menjadi hijau kekuningan. Gejala selanjutnya pertumbuhan tanaman terhambat dan bagian daun memilin (Nuryani *et al*. 2001). Pada serangan berat, pangkal batang membusuk berwarna kehitaman, kemudian tanaman layu, roboh, dan mati. Agrios (1982) melaporkan bahwa kerusakan pangkal batang disebabkan oleh penyumbatan pembuluh floem oleh patogen.

Pengaruh perlakuan pengasapan terhadap persentase jumlah tanaman layu dicatat pada umur 12 MST. Perlakuan asap tempurung kelapa menunjukkan yang paling efektif mengendalikan layu *Fusarium*. Hal ini ditunjukkan oleh rendahnya persentase jumlah tanaman layu pada perlakuan tersebut (0%). Persentase jumlah tanaman layu terendah kedua ditunjukkan oleh perlakuan gabungan antara pengasapan dengan menggunakan bahan bakar tempurung kelapa yang ditambah dengan belerang dan Prima BAPF. Jumlah tanaman layu perlakuan tersebut pada pengamatan minggu ke-12 sebesar 1,33% dan tidak berbeda nyata dengan jumlah tanaman layu pada perlakuan asap tempurung kelapa (Tabel 4).

Asap tempurung kelapa dapat menghasilkan senyawa asam lebih tinggi, senyawa-senyawa asam tersebut dapat membunuh mikroorganisme termasuk *Fusarium* (Girard 1992 *dalam* Pranata 2009). Dengan demikian, apikasi perlakuan tersebut cenderung menurunkan jumlah tanaman layu bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Luas Areal di Bawah Kurva Perkembangan Jumlah Tanaman Layu, Persentase Penekanannya, dan Produksi Bunga Gladiol

Hasil perhitungan AUDPC jumlah tanaman layu dicantumkan pada Tabel 5. Perlakuan pengasapan dengan bahan bakar tempurung kelapa menunjukkan nilai AUDPC yang paling rendah (0), dengan persentase penekanan dan produksi bunga gladiol masing-masing 100 dan 14,33%. Dilihat dari produksi bunga, penekanan tertinggi kedua, dan nilai AUDPC terendah kedua, maka perlakuan gabungan antara perlakuan asap tempurung kelapa yang ditambah dengan belerang dan Prima BAPF, merupakan perlakuan terbaik.

Asap cair tempurung kelapa *grade* 2 dengan konsentrasi 60% sangat baik menekan perkembangan penyakit layu *Fusarium* dan tidak

Tabel 5. Luas areal di bawah kurva perkembangan jumlah tanaman layu, persentase penekanannya, dan produksi bunga pada sembilan jenis perlakuan pengasapan dan biopestisida (*Area under diseases progres curve, its suppresing, and yield for the mean of nine composition of fumigation and biopesticides treatments)*

Perlakuan (*Treantments)*	AUDPC jumlah tanaman layu (*Number of wilted plant AUDPC)*	Persentase penekanan dibanding kontrol (*Suppresing)*, %	Produksi bunga (*Yield)*, %
ATK	0,00 d	100,00 a	14,33 ab
ATK+BAPF	60,62 b	64,32 b	12,67 b
ATK+S	23,28 c	85,75 a	15,33 ab
ATK+S+BAPF	18,62 c	92,88 a	18,67 ab
ASP+S	27,98 c	71,45 b	20,00 a
ASP+S+BAPF	70,00 b	57,15 b	19,33 ab
BAPF	130,70 a	21,42 c	16,33 ab
Benomil	74,66 b	57,15 b	20,00 a
Kontrol	140,00 a	-	18,33 ab
KK (*CV*), %	-	-	24,55

menghambat pertumbuhan tanaman gladiol (Djatnika dan Silvia 2010). Sejalan dengan hal tersebut Yulistiani *et al.* (1997) melaporkan bahwa dua senyawa utama yang terdapat dalam asap cair tempurung kelapa ialah fenol dan asam asetat sebanyak 1,28 dan 9,60%. Kedua senyawa tersebut dapat mencegah pertumbuhan spora dan menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur (Darmadji 1996). Hal yang sama dikemukakan oleh Daun (1979), bahwa komponen asap berfungsi sebagai bakterisidal, antioksidan, dan pembentuk flavor asap.

Prima BAPF adalah biopestisida yang efektif dapat mengendalikan penyakit layu *Fusarium* pada anyelir sebesar 63,63% (Hanudin *et al.* 2004), *R. solanacearum* pada kentang sebesar 31,78% (Hersanti *et al.* 2009), dan penyakit busuk lunak pada anggrek *Phalaenopsis* sebesar 45,99% (Nawangsih *et al.* 2009). Hal ini ditunjukkan oleh produksi bunga tertinggi ketiga (18,33%), dengan nilai AUDPC dan penekanan masing-masing sebesar 18,62 dan 92,88%. Hasil ini sejalan dengan pertumbuhan vegetatif, tanaman yang memiliki pertumbuhan yang tinggi dapat memberikan produksi bunga yang tinggi pula.

KESIMPULAN

Pengasapan dengan tempurung kelapa yang diikuti dengan pencelupan subang pada Prima BAPF mampu merangsang pertumbuhan tunas pada subang gladiol, tetapi tidak mampu menekan jumlah subang terinfeksi dan intensitas penyakit busuk *Fusarium* di gudang penyimpanan.

Pada percobaan yang dilakukan di lapangan, perlakuan gabungan antara pengasapan berbahan bakar tempurung kelapa yang ditambah dengan belerang dan Prima BAPF menunjukkan jumlah tanaman layu terendah kedua (1,33%) setelah asap tempurung kelapa (0,0%). Selain perlakuan tersebut, produksi bunga yang tinggi ditunjukkan oleh perlakuan pengasapan dengan sekam padi + belerang + Prima BAPF dan pengasapan dengan sekam padi + belerang, merupakan perlakuan terbaik. Jumlah tanaman layu dan AUDPC pada perlakuan tersebut relatif kecil, dan dapat menghasilkan bunga gladiol yang relatif tinggi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Badan Litbang Pertanian, melalui Puslitbang Hortikultura, dan Balai Penelitian Tanaman Hias yang telah membiayai, memberikan saran, kritik dalam perencanaan dan pelaksanaan penelitian. Penulis mengucapkan terima kasih juga kepada Sdr. Muhidin, Dede Surachman, Dadang Kusnandar, Ade Sulaeman, Iskandar Sanusie, Ridwan Daelani, dan semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian dan pelaporan ini.

PUSTAKA

1. Abella, S.R. 2006. Effects of Smoke and Firelated Cues on *Penstemon barbatus* Seeds. *The Amer. Midland Naturist*. 155 (2): 404-411.
2. Andriani, I. 2005. Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Pengasapan Ikan Pada Industri Rumah Tangga Pangan. http://www. Unhas.ac.id/lemlit/index.html. [10 Oktober 2010]
3. Badriah, D.S., T. Sutater, dan R.S. Rahayu. 2007. Kualitas Bunga dan Produktivitas Subang Beberapa Kultivar Introduksi Gladiol Selama Dua Generasi Tanam. *J. Hort. (Edisi Khusus)*. (2):183-188
4. Baker, C. J., R.J. Stavely, and N. Mock. 1985. Biocontrol of Bean Rust by *Bacillus subtilis* Under Field Conditions. *Plant. Dis*. 69: 770-772.
5. Burne, H.M., C.J. Yates, and P.G. Ladd. 2003. Comparative Population Structure and Reproductive Biology of the Critically Endangered Shrub *Grevillta alhtoferomm* and Two Closl Related More Comm Congeners. *Biol. Conserv*. 114:53-65.
6. Darmadji. 1996. Aktivitas Anti Bakteri Cair yang di Produksi dari Bermacam-macam Limbah Pertanian. *Agritek*. 2(1):21-25.
7. Daun, 1979. Interaction of Wood Smoke Comparent and Food. *J. Food Tech*. 33:66-70.
8. Davis, D. 1969. Fusaric Acid in Selective Pathogenicity of *Fusarium oxysporum*. *Phytopat*: 59:1391-1395.
9. Djatnika, I., A.B.N. Maryam, dan W. Nuryani, 1994. Hama dan Penyakit Penting pada Krisan dan Penanggulangannya. *Monograf*. 10 Hlm.
10. _____ dan Silvia, E. Y. 2010. Kemangkusan Asap Cair Untuk Mengendalikan Layu *Fusarium* pada Gladiol. *AGRIVITA*. 31(2):113-121.
11. Dwiastuti, M. 2009. Development and Problems of *Gladiolus hibridus* Cut Flower Cultivation in Indonesian Highland Area. *International Society for Horticultural Sciense*. 454:35. http://www.pubhort.org/members/showdocument?booknrarnr [21 November 2010]

12. Flementii, G.R., E.L. Guesalberti, K.W. Dixon, and D. Trengovoce. 2004. A Compound from Smoke that Promotes Seed Germination. *Science* 305:977.

13. Gunadi, N., T.K. Moekasan, L. Prabaningrum, H. de Putter, Arij Everaarts. 2006. *Budidaya Paprika di Rumah Plastik*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura Bekerjasama dengan Applied Plant Reseach, Wageningen University and Research Centre, the Netherlands. 77 pp.

14. Gurusidaiah, S., D. M. Weller, A. Sarkar, and R. J. Cook. 1986. Characterization of Antibiotic Produced by Strain of *Pseudomonas fluorescens* Inhibitory to *Gaeumannomyces gramminis* var *tritici* and *Pythium* spp. *Antimicrob. Agent and Chemoter.* 29:488-495.

15. Hanudin dan Marwoto, B. 2003. Pengendalian Layu Bakteri dan Akar Gada pada Tanaman Tomat dan Caisin Menggunakan *Pseudomonas fluorescens*. *J. Hort.* 13 (1): 58-66.

16. _____, B. Marwoto, A. Saefullah, K. Mulya, dan Machmud, M. 2004. Formula Cair dan *Pseudomonas fluorescens* untuk Mengendalikan Penyakit Layu *Fusarium* pada Anyelir. *J. Hort. (Ed. Khusus)* 14:403-409.

17. _____. 2007a. Kemangkusan *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas fluorescens* dalam Formula Cair Untuk Pengendalian *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* pada Tanaman Anyelir. *J. Hort. (Ed. Khusus)* (1): 61-71.

18. _____. 2007b. Pengaruh pH, dan Formula Cair Biopestisida *Pseudomonas fluorescens* terhadap Kemangkusan Serta Viabilitas *Xanthomonas campestris* pv. *dieffenbachiae* pada *Anthurium*. *J. Hort. (Ed. Khusus)* (1):72-78.

19. Hartman, G. L,W. F. Hong, Hanudin, and A. C. Hayward. 1993. Potential of Biological and Chemical Control of Bacterial Wilt. *In* Hartman, G. L, and A. C. Hayward, (Eds). *Bacterial Wilt. Proceeding of an International Conference ACIAR.* No. 45: 305-311.

20. Hersanti, R. T. Rupendi, A. Purnama, Hanudin, B. Marwoto, dan O. S. Gunawan. 2009. Penapisan Beberapa Isolat *Bacilllus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens,* dan *Trichoderma harzianum* yang Bersifat Antagonistik terhadap *Ralstonia solanacerum* pada Tanaman Kentang. *Agrikultura*. 20(3):198-203.

21. Jeger, M.J., and S.L.H. Viljanen-Rollinson. 2001. The Use of the Area Under Disease-Progress Curve (AUDPC) to Assess Quantitative Disease Resistance in Crop Cultivars. *Theor. Appl. Genet*. 102:32-40.

22. Keel, C., U. Schneider, M. Maurhoper, C. Voisard, J. Lavile, U. Burger, P. Wirhner, D Haas, and G. Defago. 1992. Suppression of Root Disease by *Pseudomonas fluorescens* CHO: Importance of Bacterial Secondary Metabolite 2,4- Diacetylphloglucinol. *Plant-Microbe Interact*. 5:4-13.

23. Leeman, M., J.A .Van Pelt, F.M. De Ouden, M. Heinsbroek, P.A.H.M. Bakker, and B. Schippers. 1995. Introduction of Systemic Resistance Against *Fusarium* Wilt of Radish by *Lipopolysaccharides* of *Pseudomonas flourescens. Phytopathol*. 85:1021-1027.

24. Littrell, R. H. and W. E. Waters. 1967. Influence of Nitrogen and Lime Fertilization on Gladiolus Corm and Flower Production and Iternational Microflora of Corms. *Florida Agric. Exp. Stations J. Series.* 2852:405-408.

25. Magie R.O. 1971. Effectiveness of Teratment With Hot Water Plus Benzemidazoles and Ethaphon in Controlling *Fusarium* Disease of Gladiolus. *Plant. Dis*. *Rep.* 55:82-85.

26. Mulya, K. Takikawa, and S. Tsuyumu. 1996. The Presence of Homologous to hrp Cluster in *Pseudomonas fluorescens* PfG32R. *Ann. Phytopathol. Soc. Japan*. 62(4): 355-359.

27. _____, 1997. Penekanan Perkembangan Penyakit Layu Bakteri Tomat oleh Pseudomonas fluorescens. J. *Hort*. 7(2):685-691.

28. Nawangsih, A.A., Hanudin, dan K. Sanjaya. 2009. Pengendalian *Erwinia carotovora* pada Anggrek Menggunakan Biopestisida Mikrobial Berbahan Aktif *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*. *Laporan Hasil Penelitian KKP3T Tahun Anggaran 2009.* Kerjasama antara Badan Penelitian dan Pengembangn Pertanian dan Institut Pertanian Bogor, 27 Hlm.

29. Nuryani W, I. Djatnika, D.S, dan H.J. Luffler. 2001. Skrining Kultivar Gladiol terhadap Patogenisitas Tiga Isolat *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli*. *J. Hort.* 11(2) :119-124.

30. _____ dan E. Silvia Yusuf. 2007. Kompatibilitas antar *Pseudomonas fluorescens*, *Trichoderma harzianum*, dan *Gliocladium* sp. terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* pada Gladiol. *J. Hort. (Eds. Khusus)*1:79-85.

31. Pranata, J. 2009. *Pemanfaatan Sabut dan Tempurung Kelapa serta Cangkang Sawit untuk Pembuatan Asap Cair.* 31 Hlm. Http.www.Scrib.com.doc/5008374/ pemanfaatan sabut dan tempurung kelapa. [17 Desember 2010].

32. Thomashow, L.S. and D.M. Weller. 1988. Role of Penazine Antibiotic from *Pseudomonas fluorescens* in Biological Control of *Gaeumannomycetes graminis* var. *tritici*. *J. Bacterial*. 170:3499-3508.

33. Teliz, O. M., and W. H. Brukholder. 1960. A. Strain of *Pseudomonas fluorescens* Antagonistic to *Pseudomonas phaseicola* and Other Bacterial Plant Pathogen. *Phytopatol.* 50:11-123.

34. Todorovic, S., Z. Giba S. D. Grubisic, and R. Konjevic. 2005. Stimulation of Express Tree Seed Germination by Liquid Smoke. *J. Plant Growth Regulation.* 47(2-3): 141-148.

35. Waggoner, P.E., and A.E. Dimond. 1985. Production an Role of Extracellular Dimon, Dectic Enzymer of *Fusarium oxysporum*. *Phytopathol*. 45: 79-87.

36. Yulistiani. P, P. Darmadji, dan E. Harmayani, 1997. Kemampuan Penghambatan Asap Cair terhadap Pertumbuhan Bakteri Pembusuk pada Lidah Sapi. *J. Teknol. Pangan.* Http.www.scrib.com/33075/29028422. [10 Desember 2010].