

PENAPISAN PGPF UNTUK PENGENDALIAN PENYAKIT BUSUK LUNAK LIDAH BUAYA (*Aloe vera*) DI TANAH GAMBUT

SCREENING OF PGPF FOR CONTROLLING SOFT ROT DISEASE OF ALOE ON PEAT LAND

Supriyanto*

Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Pontianak

Achmadi Priyatmojo dan Triwidodo Arwiyanto

Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

**Penulis untuk korespondensi. E-mail: hayuponti@yahoo.co.id*

ABSTRACT

Aloe (Aloe vera) planted in West Borneo peat soil is well known as having the best product quality in Indonesia. Soft rot disease is one of the constraints of Aloe cultivation on peat soil. Many methods have no significant result for controlling this disease. This research objectives are to obtain Plant Growth Promoting Fungi (PGPF) for controlling Aloe bacterial soft rot in peat soil.

The research was conducted in Clinical Laboratory of Plant Pathology and glass house of Faculty of Agriculture, Gadjah Mada University, Yogyakarta from October 2008 to September 2009. The methods included fungal isolation from peat land, hypovirulent and PGPF ability test, and biological control test in the glass house.

*Among 42 peat soil fungi tested, 28 isolates were hypovirulent and only 2 isolates i.e. SNTH001 (*Penicillium* sp.) and SNTH003 (*Aspergillus* sp.) showed the PGPF ability. Glass house trial showed that single application of SNTH001 and SNTH003 isolates were able to increase the growth of Aloe. In the biological control of Aloe soft rot disease test showed that the lowest intensity (25%) might be obtained by using SNTH001 isolate.*

Key words: Aloe, bacterial soft rot, PGPF, peat soil

INTISARI

Lidah buaya (*Aloe vera*) asal tanah gambut Kalimantan Barat dikenal mempunyai kualitas terbaik di Indonesia. Penyakit busuk lunak yang disebabkan oleh bakteri merupakan salah satu kendala dalam pengembangan tanaman lidah buaya di lahan gambut dan beberapa cara pengendalian yang telah dilakukan belum memberikan hasil nyata. Penelitian ini bertujuan untuk mencari jamur asal tanah gambut yang mampu berperan sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman untuk pengendalian penyakit busuk lunak di tanah gambut.

Penelitian telah dilakukan di Laboratorium Ilmu Penyakit Tumbuhan Klinik dan Rumah Kaca Fakultas Pertanian UGM Yogyakarta dari bulan Oktober 2008 sampai September 2009, meliputi isolasi jamur dari tanah gambut, uji hipovirulensi dan uji kemampuan sebagai PGPF serta uji pengendalian hayati penyakit busuk lunak lidah buaya di rumah kaca.

Dari 42 isolat jamur tanah yang diuji, diperoleh 28 isolat hipovirulen dan setelah diuji kemampuan sebagai PGPF didapatkan dua isolat yang mampu berperan sebagai PGPF, yaitu isolat SNTH003 (*Aspergillus* sp.) dan SNTH001 (*Penicillium* sp.). Pemberian kedua isolat tersebut secara tunggal mampu meningkatkan pertumbuhan lidah buaya lebih baik dibandingkan kontrol. Dalam uji pengendalian penyakit, pemberian dua isolat ini mampu mengurangi intensitas penyakit. Intensitas penyakit terendah diperoleh dari pemberian isolat SNTH001 (*Penicillium* sp.) yaitu sebesar 25%.

Kata kunci: lidah buaya, penyakit busuk lunak, PGPF, tanah gambut

PENGANTAR

Lidah buaya (*Aloe vera*) merupakan salah satu komoditas tanaman unggulan di lahan gambut di Propinsi Kalimantan Barat, khususnya di Kota Pontianak (Rianto & Sarbino, 2004; Kusnandar *et al.*, 2006). Berbagai kesesuaian faktor lingkungan tanah gambut dan agroklimat Pontianak (Anonim, 2001a; Santosa & Darusman, 2002; Suswati *et al.*, 2004) menghasilkan keunggulan komparatif berupa

pelepeh yang lebih panjang (60–70 cm) dengan berat mencapai 1,5 kg sehingga kandungan gelnya lebih banyak (Anonim, 2001b; Aisyah, 2005; Anonim, 2008).

Lidah buaya dimanfaatkan sebagai bahan baku kosmetika dan pembuatan obat-obatan (Anonim, 1996). Biasanya lidah buaya diolah menjadi bentuk serbuk dan gel (Suswati, 2006). Di Pontianak, lidah buaya bahkan sudah diolah menjadi berbagai jenis makanan dan minuman yang oleh pemerintah

daerah ditetapkan sebagai makanan dan minuman khas daerah (Anonim, 2001a; Suswati, 2006). Selain untuk memenuhi kebutuhan lokal dan nasional, lidah buaya Pontianak juga ditujukan untuk keperluan ekspor ke Malaysia, Singapura, Brunei, Taiwan dan Hongkong (Aminardi *et al.*, 2006; Suswati, 2006; Sulaeman, 2008). Ekspor ini berpeluang untuk terus ditingkatkan karena menurut data WHO, sudah lebih dari 23 negara tercatat sebagai pengguna lidah buaya (Aisyah, 2005).

Meski demikian, produksi lidah buaya di Pontianak dihadapkan pada berbagai hambatan budidaya yang berhubungan dengan karakteristik tanah gambut yang kurang subur dan adanya penyakit busuk lunak yang disebabkan oleh bakteri (Rianto & Sarbino, 2003; Suswati *et al.*, 2005; Aminardi *et al.*, 2006). Pada tanaman lidah buaya, penyakit busuk lunak disebabkan oleh bakteri *Dickeya dadantii* (Syn. *Erwinia chrysanthemi*) (De Laat *et al.*, 1994; Mandal & Maiti, 2005). Berdasarkan wawancara dengan petani, kerugian karena penyakit busuk lunak dapat mencapai 25%. Berbagai upaya pengendalian yang sudah dilakukan petani belum menunjukkan hasil yang memuaskan.

Mengingat gambut merupakan timbunan bahan organik dengan laju perombakan lambat sebagai akibat rendahnya jumlah maupun aktivitas mikroorganisme yang ada di dalamnya (Noor, 2001; Barchia, 2006), maka penambahan mikroorganisme terutama jamur dan bakteri yang menguntungkan tanaman perlu dilakukan (Worosuryani *et al.*, 2006). Banyak bakteri perakaran mempunyai kemampuan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dan penekan perkembangan patogen (menghasilkan hormon pertumbuhan, antibiotik dan siderofor) yang dikenal sebagai rhizobakteria pemacu pertumbuhan atau *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) (Hyakumachi & Kubota, 2004).

Selain PGPR, juga sudah dilaporkan bahwa jamur tanah mempunyai kemampuan yang sama. Beberapa jamur tanah seperti *Trichoderma* spp. dan *Rhizoctonia* spp. dapat memacu pertumbuhan tanaman sebaik kemampuannya sebagai pengendali hayati. Jamur tersebut dikenal sebagai *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF) (Shivana *et al.*, 1996). Isolat PGPF dari tanaman zoysiagrass (*Zoysia tenuifolia* Willd. ex. Trin) diketahui dapat memacu pertumbuhan tanaman mentimun, tomat, lobak, dan gandum. PGPF dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman melalui mekanisme produksi hormon, membantu mineralisasi dan penekanan mikroorganisme yang merugikan tanaman (Hyakumachi & Kubota, 2004). Penggunaan PGPF

ini di tanah gambut diharapkan mampu mengatasi kendala kesuburan tanah dalam budidaya tanaman lidah buaya.

Mengingat kemampuan yang dimiliki oleh PGPF sangat prospektif, perlu dilakukan penelitian untuk menguji kemampuan berbagai jamur asal tanah gambut sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dan sebagai agen pengendali hayati terhadap penyakit busuk lunak lidah buaya. Sehingga diharapkan jamur tersebut dapat diaplikasikan untuk memperbaiki pertumbuhan lidah buaya di tanah gambut sekaligus mampu mengendalikan penyakit busuk lunak.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Tanaman lidah buaya hasil kultur jaringan umur 4 bulan (dari Aloe vera Center, Pontianak), tanaman indikator: mentimun varietas Hercules. Tanaman uji hipovirulensi: kedelai, cabai, jagung, dan padi, tanaman uji PGPF: kacang hijau, cabai, jagung, dan padi.

Bakteri patogen *Erwinia* sp. isolat BRJ02 hasil isolasi dari tanaman lidah buaya asal Rasau Jaya, Kuburaya, Kalimantan Barat.

Metode Penelitian

Pengambilan sampel tanah. Sampel tanah gambut diambil dari dua lokasi yang sudah secara intensif digunakan sebagai lahan pertanian lidah buaya, yaitu Desa Siantan, Kecamatan Pontianak Utara, Kota Pontianak dan Rasau Jaya Kecamatan Sungai Raya Kabupaten Kuburaya. Sampel diambil dari sekitar perakaran (*rhizosfer*) tanaman lidah buaya, pepaya, jagung, cabai, dan pakis-pakistan. Masing-masing daerah diambil sebanyak 2 (dua) lokasi dan diambil 5 titik pengambilan sampel dengan 1 titik diambil \pm 250 gram tanah. Sampel tanah dimasukkan ke dalam kantong plastik dan dibawa ke laboratorium.

Isolasi dan identifikasi jamur dari tanah gambut. Penelitian pendahuluan dilakukan dengan mengisolasi dan mengoleksi isolat-isolat jamur tanah dari lahan gambut dan kemudian diidentifikasi. Proses isolasi dan penapisan jamur dilakukan menggunakan tiga teknik isolasi, yaitu pengenceran, umpan dan isolasi langsung. Jamur yang didapatkan dimurnikan dengan memindahkan isolat ke medium PDA, lalu diidentifikasi berdasar morfologi koloni dan konidiosporanya sesuai *Compendium of Soil Fungi* (Domsch & Gams, 1972).

Uji hipovirulensi. Uji hipovirulensi menggunakan tanaman mentimun varietas Hercules sebagai tanaman indikator. Metode yang digunakan adalah menurut Ichielevich-Auster *et al. cit.* Villa Juan-Abgona *et al.*, (1996). Benih mentimun didisinfeksi dengan etanol 50% selama 1 menit, direndam 30 menit dalam larutan *natrium hypochlorite* 1% dan *tween* 20, dan dicuci dengan air steril sebanyak 3 kali. Benih dikecambahkan dalam cawan petri dan diinkubasikan 2 hari pada suhu kamar. Bibit dipindahkan ke agar air (2%) dalam cawan petri dan ditumbuhkan 2–3 hari pada suhu kamar. Satu koloni isolat jamur (berumur 1–3 hari dan berdiameter 3 mm) diletakkan di tengah-tengah hipokotil mentimun. Untuk kontrol, tanaman mentimun ditumbuhkan tanpa diberi perlakuan inokulasi jamur. Perlakuan diulang 3 kali dan pengamatan dilakukan setelah 14 hari dengan mengamati Indeks Keparahan Penyakit (*Disease Severity Index/DSI*) mengikuti determinasi skor individual dari Cardoso dan Echandi *cit.* Villa Juan-Abgona *et al.*, (1996). Isolat dikategorikan sebagai hipovirulen jika nilai $DSI < 2$. Dalam uji ini digunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 3 ulangan dan uji beda nyata dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT).

Rumus DSI adalah

$$DSI = \frac{\sum N}{Z}$$

DSI = Indeks Keparahan Penyakit

N = Nilai tingkat keparahan penyakit masing-masing individu

Z = Jumlah individu yang digunakan

Nilai tingkat keparahan penyakit:

0 = Sehat, tidak ada infeksi pada hipokotil

1 = Satu atau dua bercak coklat muda <0,25 cm

2 = Bercak coklat muda <0,5 cm dan area kebasahan <10% pada hipokotil

3 = Bercak coklat muda sampai tua >1,0 cm dan kemudian bergabung dengan bercak lainnya dan daerah kebasahan $10\% < X < 100\%$ pada hipokotil (daun belum layu dan hipokotil masih tegar dan putih)

4 = Hipokotil rebah, daun layu dan mati.

Uji kemampuan sebagai PGPF. Uji kemampuan sebagai PGPF dilakukan dalam pot menggunakan bibit mentimun steril. Isolat yang hipovirulen diremajakan 3–5 hari, dipindahkan ke 100 gram medium jagung steril (perbandingan 1:1 w/v jagung kering dan air) dalam Erlenmeyer 250 ml dan diinkubasikan 10 hari dalam suhu kamar.

Selanjutnya 5 gram inokulum isolat dimasukkan ke dalam pot berisi 250 gram tanah gambut steril.

Bibit dipindahkan ke pot setelah berumur 2 hari dan ditumbuhkan selama 21 hari, dilakukan pengamatan dengan parameter tinggi tanaman. Pada akhir pengamatan diamati panjang akar, berat segar dan berat kering akar dan brangkas. Dalam uji ini digunakan Rancangan Acak Lengkap dan masing-masing perlakuan diulang 5 kali. Data yang diperoleh dianalisis dan diuji beda nyata dengan DMRT.

Isolat dikategorikan sebagai PGPF jika satu atau lebih parameter pertumbuhan yang dianalisis menunjukkan perbedaan signifikan dibanding kontrol. Isolat yang mampu berperan sebagai PGPF kemudian diuji kembali kemampuannya sebagai PGPF dengan metode yang sama pada tanaman yang berbeda, yaitu pada cabai, kacang hijau, padi, dan jagung. Uji ini juga dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap dan diulang lima kali. Data yang diperoleh dianalisis dan diuji beda nyata dengan DMRT.

Uji pengendalian penyakit di rumah kaca. Bibit lidah buaya umur 4 bulan (berdaun 4 asal kultur jaringan) ditanam dalam pot berisi 250 gram tanah gambut steril yang telah ditambah dengan 5 gram inokulum isolat PGPF dalam medium jagung steril. Tanaman diinkubasi di rumah kaca pada suhu kamar dan tanah dijaga dalam keadaan kapasitas lapang. Tanaman diinokulasi suspensi bakteri patogen 21 hari setelah tanam dengan cara penyemprotan merata pada permukaan tanaman (kepadatan 6×10^6 cfu/ml, volume 10 ml/tanaman) yang sebelumnya telah dilukai menggunakan jarum steril. Tanaman diinkubasi di rumah kaca pada suhu kamar dan tanah dijaga dalam kondisi kapasitas lapang. Pengamatan dilakukan setiap minggu selama 9 minggu terhadap gejala penyakit yang muncul dengan cara skoring.

Intensitas penyakit busuk lunak dihitung berdasarkan rumus berikut (Arwiyanto *et al.*, 1994):

$$IP = \frac{\sum_{i=1}^k (k \times nk)}{Z \times N} \times 100\%$$

IP = Intensitas Penyakit

nk = Jumlah tanaman dengan skor k
(k = 0, 1, 2, 3, 4)

k = Skor yang digunakan

Z = Skor tertinggi

N = Jumlah tanaman yang diamati

Skoring yang digunakan adalah:

Skor	Keterangan
0	Sehat, tanpa gejala
1	1 bercak per pelepah, diameter bercak kurang dari 1 cm
2	1 bercak melebar lebih dari 2 cm, bercak berubah warna dan tampak menjadi berair
3	Lebih dari 1 pelepah busuk
4	Lebih dari 50% bagian tanaman busuk

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi jamur dari tanah gambut. Dari sampel tanah rizosfer yang diisolasi dengan tiga metode yang berbeda, yaitu pengenceran, langsung dan umpan jerami diperoleh 42 isolat jamur tanah yang terdiri atas 11 genus, yaitu genus *Aspergillus*, *Cochliobolus*, *Fusarium*, *Gliocladium*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Pythium*, *Rhizopus*, *Scopulariopsis*, *Torula*, dan *Trichoderma*. Perbandingan hasil isolasi jamur dari tanah gambut menggunakan tiga metode berbeda dapat dilihat pada Tabel 1.

Penggunaan metode pengenceran menghasilkan 8 genus jamur, yaitu *Aspergillus*, *Fusarium*, *Gliocladium*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Scopulariopsis*, dan *Trichoderma*. Penggunaan metode langsung menghasilkan 6 genus jamur, yaitu *Aspergillus*, *Cochliobolus*, *Fusarium*, *Paecilomyces*, *Torula*, dan *Trichoderma*. Sedangkan penggunaan metode umpan jerami menghasilkan 5 genus yaitu *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizopus*, *Torula*, dan *Trichoderma*.

Uji hipovirulensi. Dari 42 isolat jamur tanah yang diuji, diperoleh 28 isolat jamur yang hipovirulen (Tabel 2). Hipovirulensi pada jamur tanah menunjukkan bahwa jamur tersebut mempunyai tingkat virulensi yang rendah sehingga tidak bisa menginfeksi tanaman. Dari hasil pengujian hipovirulensi menggunakan kecambah mentimun sebagai indikator diketahui bahwa masing-masing jamur menunjukkan tingkat virulensi yang bervariasi, tetapi lebih dari 50 persen menunjukkan tingkat virulensi yang rendah (<2). Nilai DSI yang rendah menurut Villa-Juan Abgona *et al.* (1996) menunjukkan bahwa jamur tersebut merupakan jamur yang hipovirulen. Menurut Worosuryani *et al.* (2006), jamur tanah yang hipovirulen merupakan jamur yang mempunyai kemampuan menginfeksi tanaman rendah sehingga tidak menyebabkan gejala penyakit, tetapi dapat berkembang bersama dengan pertumbuhan tanaman. Jamur seperti ini dapat dimanfaatkan sebagai agens antagonis maupun sebagai PGPF.

Nilai DSI ≥ 2 menunjukkan bahwa jamur tersebut dapat menginfeksi tanaman indikator, sehingga nilai ini juga berarti bahwa jamur tersebut merupakan patogen tanaman secara *in vitro*.

Ketika dilakukan uji hipovirulensi lebih lanjut menggunakan tanaman yang berbeda dengan memilih isolat yang mempunyai nilai DSI <2 secara acak, ternyata ada isolat yang menunjukkan sifat tidak konsisten. Misalnya isolat SNTS14 (*Fusarium* sp.) yang mempunyai nilai DSI <2 (bersifat hipovirulen) pada tanaman indikator mentimun ternyata mempunyai nilai DSI ≥ 2 (virulen) terhadap tanaman kedelai, jagung dan cabai, tetapi tidak pada tanaman padi (Tabel 3). Ini berarti jamur tersebut mampu menginfeksi tanaman kedelai, jagung, dan cabai, sehingga jamur tersebut bersifat patogen secara *in vitro* terhadap ketiga jenis tanaman tersebut. Ini juga menunjukkan bahwa kemungkinan isolat jamur tersebut merupakan isolat yang mempunyai sifat virulensi yang aktivitasnya tergantung kepada tanaman inang tertentu.

Meski demikian, lima isolat lain tetap menunjukkan nilai DSI <2 yang berarti sebagian besar isolat tetap menunjukkan sifat sebagai jamur yang hipovirulen terhadap berbagai jenis tanaman dan tidak tergantung kepada tanaman inang tertentu (Tabel 3). Adapun nilai DSI tanaman kontrol (tanpa inokulasi isolat) pada kedelai, jagung dan padi tidak menunjukkan nilai nol. Kemungkinan pada biji yang digunakan sudah terbawa patogen pasca panen sehingga terinfeksi oleh patogen lain, sedang pada perlakuan lain menunjukkan adanya kemampuan dari isolat-isolat yang diuji berperan sebagai antagonis bagi patogen tersebut.

Uji kemampuan sebagai PGPF. Setelah dilakukan uji hipovirulensi, 28 isolat yang mempunyai sifat hipovirulen kemudian diuji kemampuannya sebagai PGPF. Dalam uji ini digunakan tanah gambut asal Kalimantan Barat sebagai medium pertumbuhan. Untuk tanaman indikator digunakan tanaman mentimun varietas Hercules. Hasil pengujian menunjukkan bahwa berdasarkan lima jenis parameter pertumbuhan

Tabel 1. Perbandingan antara metode isolasi yang digunakan dengan jumlah isolat dan jumlah genus jamur yang diperoleh

Metode	Jumlah Isolat	Jumlah Genus
Pengenceran	24	8
Langsung	8	6
Umpan	10	5

Tabel 2. Rerata nilai DSI dari bermacam-macam isolat jamur dari tanah gambut terhadap tanaman mentimun

Isolat	DSI	
<i>Fusarium</i> sp.	SNT001	4,00 g *)
<i>Torula</i> sp.	SNH020C	3,89 fg
<i>Aspergillus</i> sp.	SNTH11	3,83 fg
<i>Fusarium</i> sp.	RSH012A	3,78 fg
<i>Fusarium</i> sp.	RSH007	3,61 efg
<i>Pythium</i> sp.	SNTH023C	3,60 efg
<i>Rhizopus</i> sp.	RSH001	3,56 efg
<i>Cochliobolus</i> sp.	RSJS13	3,08 defg
<i>Fusarium</i> sp.	SNT004A	3,00 defg
<i>Fusarium</i> sp.	RSTS020	3,00 defg
<i>Fusarium</i> sp.	RSH012B	2,83 cdefg
<i>Torula</i> sp.	RSH020C	2,83 cdefg
<i>Rhizopus</i> sp.	RSH2020C	2,06 bcdef
<i>Aspergillus</i> sp.	RSH009	2,00 bcdef
<i>Trichoderma</i> sp.	RSH005	1,83 abcde
<i>Trichoderma</i> sp.	RSTS020C	1,75 abcde
<i>Trichoderma</i> sp.	SNTH021	1,73 abcde
<i>Trichoderma</i> sp.	SNH021C	1,50 abcd
<i>Penicillium</i> sp.	RSN020	1,48 abcd
<i>Gliocladium</i> sp.	SNTN020	1,33 abcd
<i>Trichoderma</i> sp.	SNTS023C	1,31 abcd
<i>Penicillium</i> sp.	SNTN040	1,31 abcd
<i>Penicillium</i> sp.	SNTS008	1,17 abcd
<i>Trichoderma</i> sp.	SNTS15	1,17 abcd
<i>Penicillium</i> sp.	RSH006	1,03 abc
<i>Aspergillus</i> sp.	SNT007	0,97 abc
<i>Gliocladium</i> sp.	RSTS006	0,89 ab
<i>Paecilomyces</i> sp.	SNTN13	0,75 ab
<i>Fusarium</i> sp.	SNTS14	0,72 ab
<i>Penicillium</i> sp.	RSH004	0,67 ab
<i>Penicillium</i> sp.	RSN021	0,56 ab
<i>Trichoderma</i> sp.	SNTN028	0,50 ab
<i>Penicillium</i> sp.	SNTH001	0,44 ab
<i>Penicillium</i> sp.	RSJS12	0,42 ab
<i>Aspergillus</i> sp.	SNTH003	0,39 ab
<i>Aspergillus</i> sp.	RS013	0,31 ab
<i>Scopulariopsis</i> sp.	SNT004B	0,22 ab
<i>Aspergillus</i> sp.	RSTS041	0,70 ab
<i>Trichoderma</i> sp.	SNTS16	0,17 ab
<i>Trichoderma</i> sp.	RSN005	0,11 ab
<i>Penicillium</i> sp.	SNTS040	0,11 ab
<i>Aspergillus</i> sp.	RSTS040	0,00 a
Kontrol		0,00 a

Keterangan: *)Huruf yang sama yang mengikuti angka menunjukkan tidak ada beda nyata dalam uji DMRT aras 5%.

tanaman yang diamati, yaitu tinggi tanaman, panjang akar, berat segar total, serta berat kering brankasan dan berat kering akar pada masing-masing isolat yang diuji menunjukkan kecende-

rungan tidak ada beda nyata dibandingkan dengan kontrol. Bahkan beberapa isolat menunjukkan pertumbuhan yang lebih rendah dibandingkan kontrol (Tabel 4).

Adapun berdasarkan parameter tinggi tanaman, berat segar total dan berat kering brangkas, ada dua isolat yang menunjukkan kecenderungan berbeda nyata dengan kontrol, yaitu isolat SNTH003 (*Aspergillus* sp.) dan SNTH001 (*Penicillium* sp.). Dengan demikian, dua isolat tersebut dapat dikategorikan sebagai PGPF. Selain itu, berdasarkan parameter panjang akar dan berat

kering akar, dua isolat tersebut juga menunjukkan nilai yang selalu lebih tinggi dibandingkan kontrol walaupun secara statistik tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan.

Kedua isolat tersebut mempunyai kemampuan sebagai PGPF di tanah gambut kemungkinan karena beberapa alasan. Menurut Domsch & Gams (1972), *Aspergillus flavus* merupakan salah satu jenis jamur

Tabel 3. Rerata nilai DSI dari isolat jamur tanah terhadap berbagai jenis tanaman

Isolat	DSI			
	Kedelai	Jagung	Cabai	Padi
<i>Trichoderma</i> sp. SNTS023C	0,33 a	1,50 c	1,46 a	1,38 a
<i>Scopulariopsis</i> sp. SNT004	1,00 a	0,84 ab	0,38 a	1,38 a
<i>Penicillium</i> sp. SNTH001	0,89 a	0,50 a	0,25 a	0,50 a
<i>Aspergillus</i> sp. SNTH003	0,44 a	0,33 a	0,75 a	0,50 a
<i>Trichoderma</i> sp. SNTS15	1,00 a	1,50 c	0,50 a	0,75 a
<i>Fusarium</i> sp. SNTS14	3,00 b	2,84 d	3,50 b	1,00 a
Kontrol	0,22 a	1,17 bc	0,00 a	1,13 a

Tabel 4. Rerata berbagai parameter pertumbuhan tanaman mentimun dalam uji isolat jamur tanah sebagai PGPF

Isolat	Parameter pertumbuhan				
	Tinggi tanaman (cm)	Panjang akar (cm)	Berat segar total (g)	Berat kering brangkas (g)	Berat kering akar (g)
<i>Trichoderma</i> sp. SNTN028	28,06 a *)	12,48 abcd	2,94 abcd	0,162 a	0,83 abc
<i>Fusarium</i> sp. SNTS14	28,84 ab	15,10 abcd	3,50 abcde	0,212 abcde	1,57 abc
<i>Aspergillus</i> sp. RS013	28,84 ab	11,08 abcd	2,80 a	0,188 ab	1,14 abc
<i>Aspergillus</i> sp. RSTS040	29,10 abc	16,80 cd	3,32 abcde	0,198 abcd	0,67 ab
<i>Aspergillus</i> sp. RSTS041	29,92 abcd	11,46 abcd	2,85 abc	0,190 ab	0,80 ab
<i>Scopulariopsis</i> sp. SNT004B	31,50 abcde	7,90 ab	3,12 abcde	0,226 abcde	1,23 abc
<i>Penicillium</i> sp. RSN020	31,72 abcdef	10,20 abcd	3,60 abcde	0,238 abcde	0,60 a
<i>Trichoderma</i> sp. SNTS16	32,12 abcdef	8,48 ab	3,02 abcde	0,230 abcde	1,18 abc
<i>Penicillium</i> sp. SNTS008	32,22 abcdef	8,66 ab	3,22 abcde	0,212 abcde	0,78 ab
<i>Gliocladium</i> sp. SNTN020	32,46 abcdef	9,26 abc	3,35 abcde	0,182 ab	0,72 ab
<i>Trichoderma</i> sp. SNTS023C	32,64 abcdef	9,50 abc	3,23 abcde	0,194 abc	0,94 abc
<i>Gliocladium</i> sp. RSTS006	32,82 abcdef	8,32 ab	3,74 abcde	0,242 bcde	1,42 abc
<i>Trichoderma</i> sp. SNH021C	32,88 abcdef	9,90 abcd	3,40 abcde	0,230 abcde	0,99 abc
<i>Penicillium</i> sp. RSJS12	33,24 abcdef	11,10 abcd	3,32 abcde	0,234 abcde	1,27 abc
<i>Penicillium</i> sp. RSH004	33,34 abcdef	15,68 bcd	3,90 abcde	0,253 bcde	1,70 abc
<i>Trichoderma</i> sp. SNTH021	33,44 bcdef	12,40 abcd	3,86 abcde	0,238 abcde	1,63 abc
<i>Aspergillus</i> sp. RSH006	33,44 bcdef	7,28 a	2,86 abc	0,192 abc	0,71 ab
<i>Penicillium</i> sp. RSN021	33,52 bcdef	10,70 abcd	4,02 de	0,234 abcde	1,34 abc
<i>Penicillium</i> sp. SNTN040	33,60 bcdef	15,70 bcd	3,94 cde	0,270 cde	0,85 abc
<i>Penicillium</i> sp. SNTS040	33,60 bcdef	14,96 abcd	3,32 abcde	0,224 abcde	0,72 ab
<i>Trichoderma</i> sp. RSN005	34,32 cdef	12,34 abcd	3,04 abcde	0,202 abcde	2,11 c
<i>Trichoderma</i> sp. SNTS15	34,44 cdef	7,50 ab	3,30 abcde	0,234 abcde	1,91 bc
<i>Trichoderma</i> sp. RSTS020C	34,54 def	11,54 abcd	3,61 abcde	0,252 bcde	0,96 abc
<i>Aspergillus</i> sp. SNT007	34,66 def	12,86 abcd	3,67 abcde	0,252 bcde	1,20 abc
<i>Paecilomyces</i> sp. SNTN13	34,66 def	10,78 abcd	3,64 abcde	0,224 abcde	0,90 abc
<i>Trichoderma</i> sp. RSH005	34,70 def	9,96 abcd	3,60 abcde	0,232 abcde	1,43 abc
<i>Penicillium</i> sp. SNTH001	35,94 ef	18,02 d	4,07 de	0,274 de	1,74 abc
<i>Aspergillus</i> sp. SNTH003	37,10 f	17,86 d	3,93 cde	0,278 e	0,96 abc
Kontrol	29,94 abcd	13,00 abcde	2,83 ab	0,198 abcd	0,75 bc

Keterangan: *)Huruf yang sama yang mengikuti angka dalam kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata dalam uji DMRT aras 5%.

yang sangat sering dijumpai mengkoloni *rhizoplane* maupun rizosfer berbagai tanaman dan bersifat kosmopolit serta distribusinya di dalam tanah tidak dibatasi oleh pH dan kedalaman tanah. Jamur ini juga diketahui mampu menggunakan berbagai jenis sumber karbon terutama dari selulosa kompleks seperti jerami dan bahan-bahan lainnya, sehingga merupakan jamur perombak bahan organik yang sangat efektif. Pada tanah gambut yang sebagian besar penyusunnya adalah bahan organik yang kompleks dan belum terurai, jamur-jamur yang mempunyai kemampuan seperti ini sangat diperlukan untuk membantu proses degradasi bahan organik agar bisa dimanfaatkan oleh tanaman. Selain itu, jamur ini juga diketahui mampu mengubah triptamin menjadi asam indol asetat (IAA) yang dapat berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan tanaman, terutama dalam pemanjangan batang.

Menurut Domsch & Gams (1972) dan Rao (2007), *Aspergillus flavus* diketahui juga mampu berperan sebagai mikroorganisme tanah yang membantu proses denitrifikasi sehingga bisa membantu meningkatkan ketersediaan nitrogen yang bisa diserap tanaman. Peran ini menjadi cukup penting mengingat lingkungan tanah gambut merupakan lingkungan yang ekstrim terutama jika dilihat dari sisi pH tanah yang rendah yang menyebabkan lingkungan ini tidak disukai oleh mikroorganisme lain, terutama bakteri yang menjadi perantara proses denitrifikasi dalam tanah seperti *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Bacillus*, dan *Micrococcus*. Dengan demikian, keberadaan jamur ini di lingkungan perakaran tanaman yang ditanam di lahan gambut dimungkinkan akan dapat menggantikan peran bakteri-bakteri pendenitrifikasi tersebut.

Dalam pada itu, *Penicillium*, khususnya *Penicillium purpurogenum*, menurut Domsch & Gams (1972), diketahui merupakan jamur yang bersifat asidofilik (lebih menyukai lingkungan dengan kondisi pH rendah) sehingga akan berkembang sangat baik pada tanah gambut yang pH-nya memang rendah. Jamur ini juga mempunyai kemampuan mengkoloni rambut akar dan mampu memanfaatkan berbagai jenis sumber karbon termasuk selulosa dan pektat, sehingga sangat membantu dalam proses perombakan bahan organik menjadi mineral-mineral yang dapat segera dimanfaatkan oleh tanaman. Tanah gambut pH-nya relatif ekstrim (berdasar analisis tanah, data tidak ditampilkan) tanah gambut yang digunakan sebagai medium tumbuh dalam penelitian ini mempunyai pH pada kisaran 3–4 sehingga kemungkinan

lingkungan tersebut sangat cocok untuk pertumbuhan jamur ini. Dengan lingkungan yang sesuai, maka proses kolonisasi perakaran dan proses perombakan bahan organik dan mineralisasi di sekitar perakaran tanaman akan terjadi lebih intensif. Melalui ketersediaan mineral tersebut maka kebutuhan nutrisi tanaman akan lebih terpenuhi sehingga pertumbuhannya juga akan menjadi lebih baik.

Berdasarkan hasil tersebut, dua isolat ini kemudian dipilih untuk dilakukan uji selanjutnya, yaitu uji kemampuan sebagai PGPF pada tanaman-tanaman lainnya. Untuk uji lanjutan ini digunakan tanaman padi dan jagung untuk mewakili kelompok tanaman monokotil dan tanaman cabai dan kacang hijau untuk mewakili kelompok tanaman dikotil.

Rerata pertumbuhan tanaman padi, jagung, dan cabai yang diperlakukan dengan dua isolat jamur dari tanah gambut terpilih menunjukkan selalu lebih tinggi dari pada kontrol walaupun secara statistik tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan (Tabel 5, 6, dan 7). Hal ini menunjukkan bahwa selain pada tanaman mentimun, penambahan isolat jamur pada medium tumbuh tanaman lain juga tetap memberikan pengaruh perbaikan pertumbuhan dibandingkan medium yang tidak diberikan penambahan isolat terpilih. Hasil cukup berbeda didapatkan dari percobaan penambahan dua isolat terpilih tersebut terhadap tanaman kacang hijau. Kecuali parameter berat segar tanaman, semua parameter pertumbuhan justru menunjukkan nilai yang lebih rendah daripada kontrol, walaupun juga tidak berbeda secara nyata dalam uji statistik (Tabel 8).

Perbedaan pengaruh yang tidak signifikan secara statistik terhadap beberapa parameter pertumbuhan yang diamati pada tanaman padi, jagung, cabai, dan kacang hijau ini mungkin disebabkan oleh beberapa hal. Pada tanaman mentimun, perbedaan menjadi nyata kemungkinan karena tanaman ini lebih responsif dan sensitif terhadap perubahan kondisi medium tumbuh sehingga pemberian isolat jamur tersebut dapat langsung mempengaruhi pertumbuhannya. Sementara itu pada tanaman padi, jagung, cabai, dan kacang hijau mungkin responnya lebih lambat dan lebih kecil sehingga perbedaan pertumbuhannya belum terlihat secara nyata, sehingga ada kemungkinan bahwa kuantitas isolat dan cara aplikasinya dalam penelitian ini kurang sesuai untuk ketiga tanaman ini. Untuk mempelajarinya lebih jauh, diperlukan penelitian lebih rinci mengenai cara aplikasi maupun rasio jumlah isolat dalam medium tumbuh.

Tabel 5. Rerata beberapa parameter pertumbuhan tanaman padi dalam uji isolat dua jamur asal tanah gambut sebagai PGPF

Isolat	Parameter pertumbuhan				
	Tinggi tanaman (cm)	Panjang akar (cm)	Berat segar total (g)	Berat kering total (g)	
<i>Aspergillus</i> sp. SNTH003	43,10 a*)	18,40 a*)	0,91 a*)	0,23 a*)	
<i>Penicillium</i> sp. SNTH001	44,63 a	18,47 a	0,98 a	0,24 a	
Kontrol	38,53 a	13,30 a	0,76 a	0,22 a	

Keterangan: *)Huruf yang sama yang mengikuti angka dalam kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata dalam uji DMRT aras 5%.

Tabel 6. Rerata beberapa parameter pertumbuhan tanaman jagung dalam uji isolat dua jamur asal tanah gambut sebagai PGPF

Isolat	Parameter pertumbuhan				
	Tinggi tanaman (cm)	Berat segar brangkasan (g)	Berat segar akar (g)	Berat kering brangkasan (g)	Berat kering akar (g)
<i>Aspergillus</i> sp. SNTH003	83,20 a	10,83 a	4,45 a	1,60 a	0,62 a
<i>Penicillium</i> sp. SNTH001	87,70 a	12,86 a	5,26 a	1,87 a	0,53 a
Kontrol	79,60 a	9,26 a	3,66 a	1,35 a	0,42 a

Keterangan: *)Huruf yang sama yang mengikuti angka menunjukkan tidak ada beda nyata dalam uji DMRT aras 5%.

Tabel 7. Rerata berbagai parameter pertumbuhan tanaman cabai dalam uji isolat dua jamur tanah sebagai PGPF

Isolat	Parameter pertumbuhan				
	Tinggi tanaman (cm)	Panjang akar (cm)	Berat segar brangkasan (g)	Berat kering brangkasan (g)	Berat kering akar (g)
<i>Aspergillus</i> sp. SNTH003	22,60 a	21,70 a	1,96 a	0,32 a	1,14 a
<i>Penicillium</i> sp. SNTH001	24,65 a	20,35 a	1,90 a	0,30 a	1,12 a
Kontrol	25,30 a	22,90 a	1,56 a	0,26 a	1,40 a

Keterangan: *)Huruf yang sama yang mengikuti angka menunjukkan tidak ada beda nyata dalam uji DMRT aras 5%.

Tabel 8. Rerata berbagai parameter pertumbuhan tanaman kacang hijau dalam uji isolat dua jamur asal tanah gambut sebagai PGPF

Isolat	Parameter pertumbuhan				
	Tinggi tanaman (cm)	Panjang akar (cm)	Berat segar brangkasan (g)	Berat kering brangkasan (g)	Berat kering akar (g)
<i>Aspergillus</i> sp. SNTH003	38,50 a	21,40 a	2,61 a	0,55 a	0,12 a
<i>Penicillium</i> sp. SNTH001	39,03 a	23,10 a	1,88 a	0,48 a	0,13 a
Kontrol	41,40 a	23,96 a	2,52 a	0,49 a	0,10 a

Keterangan: *)Huruf yang sama yang mengikuti angka menunjukkan tidak ada beda nyata dalam uji DMRT aras 5%.

Kemungkinan lain, terdapat kekhususan inang bagi kedua jenis jamur ini sehingga rhizosfer tanaman ini kurang sesuai untuk pertumbuhan kedua jenis jamur sehingga perkembangannya kurang maksimal. Pada tanaman cabai, perlakuan penambahan isolat mampu mempengaruhi penampilan tanaman. Tanaman cabai yang diperlakukan dengan isolat *Aspergillus* sp. dan *Penicillium* sp. tampak lebih hijau, batangnya lebih kokoh dan daunnya lebih lebar (Gambar 1). Jadi penambahan

jamur terpilih ke medium tumbuh telah memperbaiki penampilan tanaman. Hasil ini menunjukkan bahwa kemampuan jamur-jamur ini sebagai PGPF di tanah gambut mungkin tidak terhadap semua jenis tanaman, tetapi hanya terhadap tanaman-tanaman tertentu.

Pengaruh PGPF terhadap pertumbuhan lidah buaya. Dua isolat jamur tanah yang mampu berperan sebagai PGPF pada uji sebelumnya kemudian diujikan kemampuannya pada tanaman



Gambar 1. Hasil uji dua isolat jamur asal tanah gambut sebagai PGPF pada tanaman cabai. (A) kontrol, (B) *Penicillium* sp., dan (C) *Aspergillus* sp.

lidah buaya. Untuk uji ini digunakan bibit kultur jaringan lidah buaya umur 4 bulan yang diperoleh dari Aloe vera Center Pontianak. Medium tumbuh yang digunakan adalah tanah gambut Kalimantan Barat yang diambil dari Kecamatan Rasau Jaya Kabupaten Kuburaya.

Selama 12 minggu pertumbuhan tanpa inokulasi patogen, berdasarkan parameter jumlah daun total, tinggi tanaman dan panjang akar lidah buaya menunjukkan kecenderungan tidak berbeda nyata dibandingkan kontrol (Tabel 9). Ini bisa dipahami karena penambahan jumlah daun lebih dipengaruhi oleh faktor genetik tanaman sehingga pengaruh faktor lingkungan menjadi kurang bisa teramati. Dapat juga karena waktu penelitian yang terlalu pendek (hanya 3 bulan, lidah buaya mulai produksi minimal umur 8 bulan) sehingga pengaruh pemberian perlakuan ke dalam medium tumbuhnya terhadap jumlah daun belum terlihat dan belum dapat dibedakan secara jelas.

Meski demikian, berdasarkan parameter tinggi tanaman dan panjang akar, tanaman lidah buaya menunjukkan penambahan nilai yang cukup bervariasi meskipun ketika diuji secara statistik tidak menunjukkan adanya perbedaan signifikan dibandingkan kontrol. Pertambahan tinggi dan panjang akarnya makin lama menunjukkan variasi yang makin besar. Pertambahan tinggi tanaman dan panjang akar lidah buaya terbesar terjadi pada perlakuan pemberian *Aspergillus* sp. Ini diduga berkaitan dengan perbedaan kecepatan pertumbuhan *Aspergillus* sp. dalam medium

tumbuh tanaman. Jamur *Aspergillus* sp., secara *in vitro* menunjukkan pertumbuhan yang lebih cepat dibanding *Penicillium* sp. sehingga diduga juga akan lebih cepat mengkoloni lingkungan perakaran tanaman. Selain itu, kemungkinan juga berkaitan dengan kemampuan jamur *Aspergillus* sp. yang mampu membantu proses denitrifikasi serta menghasilkan zat pengatur tumbuh berupa IAA sehingga memacu proses pemanjangan batang dan akarnya. Untuk memastikannya, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kemampuannya menghasilkan IAA.

Berdasarkan parameter penambahan berat segar brangkasan, masing-masing perlakuan juga menunjukkan adanya kecenderungan tidak ada beda nyata dengan kontrol. Nilai penambahan berat pada *Penicillium* sp. yang lebih tinggi dibandingkan *Aspergillus* sp. diduga mengindikasikan bahwa peran jamur tanah yang secara efektif mampu tumbuh dan aktif membantu mineralisasi pada lingkungan tanah gambut yang kaya bahan organik lebih diperlukan dalam membantu pertumbuhan tanaman dibanding jamur penghasil zat pemacu pertumbuhan tanaman.

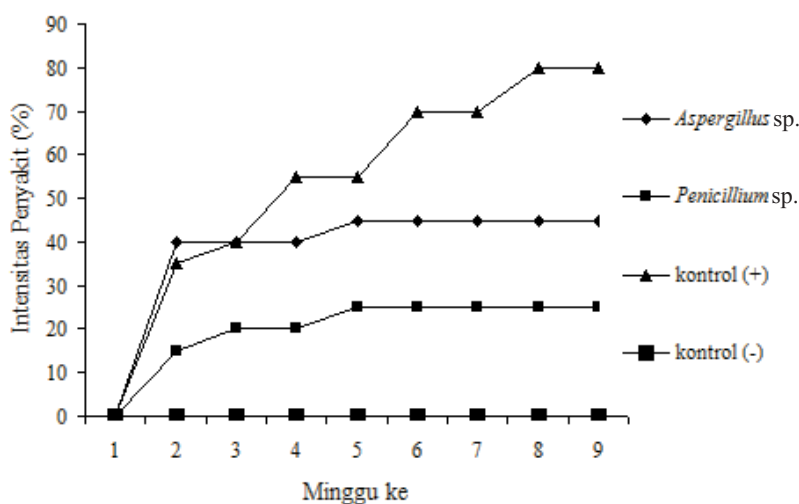
Pengaruh PGPF terhadap penyakit busuk lunak. Pengaruh penggunaan PGPF terhadap perkembangan penyakit busuk lunak lidah buaya diamati selama 9 minggu dimulai sejak minggu pertama setelah inokulasi patogen. Hasil pengamatan intensitas busuk lunak pada percobaan rumah kaca yang dilakukan dengan cara skoring ditunjukkan pada Gambar 2.

Tabel 9. Rerata beberapa parameter pertumbuhan tanaman lidah buaya dalam uji penggunaan PGPF selama 12 minggu

Perlakuan	Parameter pertumbuhan					
	Jumlah daun total	Pertambahan tinggi tanaman (cm)	Panjang akar (cm)	Berat segar akar (g)	Pertambahan berat segar brangkasan (g)	Intensitas penyakit (%)**
Tanpa inokulasi patogen						
<i>Aspergillus</i> sp.	8,0 a*)	8,5a*)	22,0 a*)	3,0 a*)	95,5 a*)	0
<i>Penicillium</i> sp.	7,2 a	7,6 a	19,8 a	3,4 a	100,9 a	0
Kontrol	7,0 a	5,7 a	17,2 a	3,3 a	82,4 a	0
Dengan inokulasi patogen						
<i>Aspergillus</i> sp.	5,6 b	4,6 b	16,2 ab	3,0 a	71,4 b	45
<i>Penicillium</i> sp.	7,4 b	7,5 b	22,2 b	3,7 a	105,9 c	25
Kontrol	3,4 a	2,3 a	13,0 a	1,5 a	31,6 a	80

Keterangan: *) Huruf yang sama yang mengikuti angka dalam satu kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata dalam uji DMRT aras 5%.

** Untuk pengamatan Intensitas Penyakit dilakukan selama 9 minggu.



Gambar 2. Grafik perkembangan intensitas penyakit busuk lunak lidah buaya selama 9 minggu pengamatan

Pada grafik terlihat bahwa pada akhir pengamatan intensitas penyakit yang terjadi pada tanaman lidah buaya di rumah kaca bervariasi. Intensitas terendah terjadi pada tanaman lidah buaya yang diperlakukan dengan *Penicillium* sp. yaitu sebesar 25%, kemudian *Aspergillus* sp. 45% dan tanaman yang tidak diperlakukan apapun dan diinokulasi patogen (kontrol positif). Pada grafik tersebut juga terlihat bahwa kecuali pada tanaman kontrol positif, setelah melewati minggu kelima hampir tidak lagi terjadi peningkatan intensitas penyakit.

Intensitas penyakit busuk lunak yang rendah pada tanaman yang diperlakukan dengan *Penicillium* sp., diduga selain karena meningkatnya kesehatan tanaman karena pemacuan pertumbuhan oleh PGPF, juga diduga karena adanya mekanisme induksi ketahanan tanaman lidah buaya oleh jamur

tersebut. Menurut Perombelon *et al.* (2004), *Erwinia chrysanthemi* menyebabkan busuk lunak pada jaringan tanaman adalah karena kemampuannya mendegradasi pektat, dan menurut Doms & Gams (1972) *Penicilium purpurogenum* juga mempunyai kemampuan mendegradasi pektat, sehingga dengan adanya dua kemampuan yang sama ini, ketika *Penicillium* sp. mengkoloni perakaran lidah buaya kemungkinan tanaman ini terpicu untuk menghasilkan senyawa pertahanan terhadap mekanisme serangan patogen ini. Jadi ketika diinokulasi patogen melalui mekanisme serangan yang hampir sama, tanaman lidah buaya sudah menjadi lebih tahan. Hasil penelitian ini tampaknya hampir sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Chandanie *et al.* (2006) yang menunjukkan bahwa pemberian PGPF *Penicillium simplicissimum* telah membantu peningkatan

ketahanan tanaman terhadap penyakit antraknosa yang disebabkan oleh *Colletotrichum orbiculare*.

Selanjutnya pada tanaman lidah buaya yang diberi perlakuan jamur PGPF *Aspergillus* sp. intensitas penyakitnya lebih tinggi dibandingkan dengan yang diberi perlakuan jamur *Penicillium* sp. tetapi tetap lebih rendah dibandingkan kontrol positif. Ini mungkin terjadi karena ketahanan tanaman yang meningkat tetapi mungkin juga lebih karena peningkatan kesehatan tanaman sebagai efek pemacuan pertumbuhan oleh perannya sebagai PGPF.

Jika membandingkan pertumbuhan tanaman antara yang diinokulasi patogen dengan yang tidak diinokulasi patogen, terlihat bahwa pemberian *Aspergillus* sp. dan *Penicillium* sp., mampu secara nyata mempertahankan jumlah daun dibandingkan kontrol. Sementara itu jika berdasarkan parameter pertambahan tinggi tanaman, pertambahan berat segar brangkas, panjang dan berat segar akar hanya perlakuan pemberian jamur *Penicillium* sp., yang tetap bisa mempertahankan tinggi tanaman tetap sama dengan tanaman yang tidak diinokulasi patogen (Tabel 9).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Nasional Republik Indonesia yang telah membiayai penelitian ini melalui program BPPS.

DAFTAR PUSTAKA

Aisyah, S., 2005. Manfaat Lidah Buaya (*Aloe vera* Linn). *Jurnal Aloe Vera* 4: 1–6.

Aminardi, S. Yudiono & E. Ismayana, 2006. Respon Petani *Aloe vera* Terhadap Keberadaan Pabrik Pengolahan *Aloe vera* PT. Niramas Utama di Kecamatan Pontianak Utara. *Jurnal Aloe Vera* 4: 17–27.

Anonim, 1996. *Budidaya Lidah Buaya. Petunjuk Teknis Identifikasi Pengembangan Sentra Agribisnis Tanaman Hias dan Obat*. Direktorat Bina Produksi Hortikultura. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dan Hortikultura. 12 p.

Anonim. 2001a. *Kerangka Acuan Pengembangan Pusat Pengkajian dan Pengembangan Aloe vera (Aloe Center) Kota Pontianak*. Balai Pengkajian Bioteknologi BPPT dan Pemerintah Kota Pontianak. 12 p.

Anonim, 2001b. *Mutiara Hijau yang Menjanjikan*. Dinas Pertanian Propinsi Kalimantan Barat. Sub Dinas Bina Produksi Hortikultura. 9 p.

Anonim, 2008. Pengembangan Prasarana dan Sarana Desa Agropolitan Propinsi Kalimantan Barat. Kawasan Agropolitan Kota Pontianak. Profil Kalbar. http://www.pu.go.id/ditjen_mukim/agro/profil_kws/PROFILKALBAR.pdf, modified 26/10/08.

Arwiyanto, T., M. Goto, S. Tsuyumu, & Y. Takikawa. 1994. Biological Control of Tomato Bacterial Wilt with the Use of Avirulent Strain of *Pseudomonas solanacearum* Isolated from *Sterilitzia reginae*. *Annual Phytopathology Society, Japan* 60: 421–430.

Barchia, M.F., 2006. *Gambut, Agroekosistem dan Transformasi Karbon*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 196 p.

Chandanie, W.A., M. Kubota, & M. Hyakumachi. 2006. Interactions Between Plant Growth Promoting Fungi and Arbuscular Mycorrhizal Fungus *Glomus mosseae* and Induction of Systemic Resistance to Anthracnose Disease in Cucumber. *Plant and Soil* 286: 209–217.

De Laat, P.C.A., J.T.W. Verhoeven & J.D. Janse. 1994. Bacterial Leaf Rot of *Aloe vera* L. Caused by *Erwinia chrysanthemi* Biovar 3. *European Journal of Plant Pathology* 100: 81–84.

Domsch, K.H. & W. Gams. 1972. *Compendium of Soil Fungi*, Volume I. Verlag. 859 p.

Hyakumachi, M. & M. Kubota, 2004. Fungi as Plant Growth Promoter and Disease Suppressor, p. 101–110. In D.K. Arora (ed.), *Fungal Biotechnology in Agriculture, Food, and Environmental Applications*. Marcel Dekker Inc., Louisiana.

Kusnandar, D., A. Suyatno, & F. Trisiana, 2006. Studi Komparatif Pembiayaan dan Pendapatan Usahatani Pepaya dan Lidah Buaya di Kecamatan Pontianak Utara. *Jurnal Aloe Vera* 6: 1–10.

Mandal, K. & S. Maiti, 2005. Bacterial Soft Rot of Aloe Caused by *Pectobacterium chrysanthemi*: A New Report from India. *Plant Pathology* 54: 573–573.

Noor, M. 2001. *Pertanian Lahan Gambut*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta. 152 p.

Perombelon, C.L., H. Slater, & G.P.C. Salmond. 2004. Chemical Signalling by Bacterial Plant Pathogens, p. 133–135. In M. Gilling & A. Holmes (eds.), *Plant Microbiology*. Garland Science, Auburn.

Rao, N.S.S. 2007. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta. 353 p.

- Rianto, F. & Sarbino. 2004. Pengendalian Penyakit Busuk Lunak pada Lidah Buaya (*Aloe vera*) secara Non Kimiawi dengan Memanfaatkan Mikroorganisme Antagonis. *Jurnal Aloe Vera* 3: 23–28.
- Santosa, E., & L.K., Darusman. 2002. Kajian Potensi dan Pengembangan Produk Lidah Buaya (*Aloe vera*). *Jurnal Aloe vera* 1: 23–35
- Shivana, M.B., M.S. Meera, K.Kageyama & M. Hyakumachi. 1996. Growth Promotion Ability of Zoysiagrass Rhizosphere Fungi in Consecutive of Wheat and Soybean. *Mycoscience* 37: 163–168.
- Sulaeman, M. 2008. Model Pengembangan Agribisnis Lidah Buaya (*Aloe vera*). http://www.smeccda.com/kajian/files/jurnal/Jurnal_Agribisnis_Aloevera.pdf, modified 11/9/08. 17 p.
- Suswati, D., E. Santoso, & Gaib. 2004. Pengaruh Pemberian Pupuk Lengkap terhadap Pertumbuhan Tanaman Lidah buaya di Tanah Gambut. *Jurnal Aloe Vera* 3: 1–10.
- Suswati, D., I. Umran, & T. Sukmawati, 2005. Pengaruh Kombinasi Pukan Ayam dan Pupuk Fosfor terhadap Serapan P dan Pertumbuhan Tanaman Lidah Buaya pada Tanah Gambut. *Jurnal Aloe Vera* 7: 11–21.
- Suswati, D., 2006. Pengaruh Pemberian Pugas terhadap Serapan P dan Pertumbuhan Lidah Buaya (*Aloe vera*) pada Tanah Gambut. *Jurnal Aloe Vera* 7: 18–22.
- Villa Juan-Abgona, R., N. Katsuno, K. Kageyama & M. Hyakumachi, 1996. Isolation and Identification of Hypovirulent *Rhizoctonia* spp. from Soil. *Plant Pathology* 45: 896–904
- Worosuryani, C., A. Priyatmojo, & A. Wibowo, 2006. Uji Kemampuan Jamur yang Diisolasi dari Lahan Pasir sebagai PGPF (*Plant Growth Promoting Fungi*). *Jurnal Agrosains* 19: 179–192.