

UJI PENGGABUNGAN PGPF DAN *Pseudomonas putida* STRAIN PF-20 DALAM PENGENDALIAN HAYATI PENYAKIT BUSUK LUNAK LIDAH BUAYA DI TANAH GAMBUT

Supriyanto¹, Achmadi Priyatmojo² & Triwidodo Arwiyanto²

¹ Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura
Jl. Imam Bonjol Pontianak 78124. E-mail: hayuponti@yahoo.co.id
² Jurusan Perlindungan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada
Jl. Flora 1 Bulaksumur Yogyakarta 55281

ABSTRACT

PGPF and Pseudomonas putida Pf-20 combination test in the biological control of soft rot disease of aloe on peat land.
Aloe (*Aloe vera* L. Webb) planted in West Borneo peat land is well known to have the best product quality in Indonesia. Bacterial soft rot is one of the constraints on aloe cultivation on peat land. Many methods have not given significant result for controlling this disease. The research objectives were to study the application of PGPF and its combination with *Pseudomonas putida* Pf-20 for controlling aloe bacterial soft rot on peat land. *In vitro* test showed that two isolates of PGPF tested had different responses when combining with *P. putida* Pf-20. The bacterial *P. putida* Pf-20 inhibit the growth of PGPF SNTH003 (*Aspergillus* sp.) as 20.14% on King's B and 7.48% on PDA, whereas SNTH001 (*Penicillium* sp.) as 62.4% on King's B and 34.39% on PDA. Glass house trial showed that root dipping in *P. putida* Pf-20 suspension could not promote the growth of aloe, but could reduce the disease intensity. The single application of SNTH001 and SNTH003 isolates were able to increase the growth of aloe compare with its combination each of PGPF isolates with *P. putida* Pf-20. Single application of SNTH003, SNTH001 and *P. putida* Pf-20 was able to reduce the disease intensity of bacterial soft rot, but the capability decreased when each of PGPF combined with *P. putida* Pf-20. However combination between SNTH003 and *P. putida* Pf-20 increased that disease intensity. The lowest disease intensity (25%) obtained by using SNTH001 isolate.

Key words: aloe, bacterial soft rot, peat land, PGPF, *Pseudomonas putida* Pf-20

ABSTRAK

Uji Penggabungan PGPF dan Pseudomonas putida Strain Pf-20 dalam Pengendalian Hayati Penyakit Busuk Lunak Lidah Buaya di Tanah Gambut. Lidah buaya (*Aloe vera* L. Webb.) 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 mengetahui pengaruh aplikasi *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF) dan penggabungannya dengan agensia hayati *Pseudomonas putida* strain Pf-20 untuk pengendalian penyakit busuk lunak lidah buaya di tanah gambut. Secara *in vitro*, kedua isolat menunjukkan respon berbeda ketika digabungkan dengan *P. putida* strain Pf-20 *Aspergillus* sp. terhambat sebesar 20,14% pada medium King's B dan 7,48% pada medium PDA. Sedang *Penicillium* sp. terhambat sebesar 62,4% pada medium King's B dan 34,39% pada medium PDA. Pada percobaan rumah kaca, pemberian isolat SNTH003 (*Aspergillus* sp.) dan SNTH001 (*Penicillium* sp.) secara tunggal mampu mengurangi intensitas penyakit, tetapi kemampuannya menurun ketika dilakukan penggabungan dengan *P. putida* strain Pf-20. Pemberian dua isolat tersebut secara tunggal juga mampu meningkatkan pertumbuhan lidah buaya lebih baik dibandingkan jika diaplikasikan bersama *P. putida* strain Pf-20. Pemberian *P. putida* strain Pf-20 dengan cara perendaman akar selama 15 menit dalam suspensi mampu mengurangi intensitas penyakit busuk lunak lidah buaya sebesar 40%, tetapi tidak mampu memperbaiki pertumbuhan lidah buaya. Intensitas penyakit terendah diperoleh dari pengendalian dengan pemberian isolat SNTH001 (*Penicillium* sp.) yaitu sebesar 25%.

Kata kunci: busuk lunak, lidah buaya, PGPF, *Pseudomonas putida* Strain Pf-20, tanah gambut

PENDAHULUAN

Lidah buaya (*Aloe vera* L. Webb.) merupakan salah satu tanaman unggulan pada lahan gambut Provinsi Kalimantan Barat, khususnya di Kota Pontianak (Rianto & Sarbino, 2004; Kusnandar *et al.*, 2006). Lahan gambut di sekitar Kota Pontianak dan Kabupaten Pontianak sangat sesuai untuk pertumbuhan lidah buaya (Balai Pengkajian Bioteknologi BPPT & Pemerintah Kota Pontianak, 2001), sehingga menghasilkan lidah buaya berkualitas prima, pelepah lebih panjang (60–70 cm), berat mencapai 1,5 kg dan kandungan gelnya lebih banyak (Diperta Kalbar, 2001; Aisyah, 2005; Anonim, 2008).

Pengembangan lidah buaya di lahan gambut dihadapkan pada kendala berupa hambatan budidaya yang berhubungan dengan karakteristik tanah gambut yang kurang subur dan adanya penyakit busuk lunak yang disebabkan oleh bakteri (Rianto & Sarbino, 2004; Suswati *et al.*, 2005; Aminardi *et al.*, 2006). Penyakit busuk lunak pada tanaman lidah buaya disebabkan oleh bakteri *Erwinia chrysanthemi* (sinonim *Pectobacterium chrysanthemi*) (Mandal & Maiti, 2005; Charkowski, 2007). De Laet *et al.* (1994) melaporkan bahwa penyakit busuk lunak pada daun lidah buaya disebabkan oleh *Erwinia chrysanthemi* biovar 3. Berdasarkan wawancara dengan petani, kerugian karena penyakit busuk lunak dapat mencapai 25%. Berbagai upaya pengendalian yang sudah dilakukan petani belum menunjukkan hasil memuaskan.

Mengingat gambut merupakan timbunan bahan organik dengan laju perombakan yang 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 rhizosfer yang mempunyai kemampuan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman sekaligus mampu menekan perkembangan patogen dan dikenal sebagai rhizobakteria pemacu pertumbuhan atau *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) (Hyakumachi & Kubota, 2004). Beberapa kelompok pseudomonas berfluoresensi berperan membantu proses degradasi bahan organik dan sebagai bioreaktor untuk mengkatalisis pelarutan dan pelepasan fosfat dari partikel tanah (Wahyuni *et al.*, 2005).

Pseudomonas berfluoresensi yang sudah banyak diteliti di Indonesia adalah *Pseudomonas putida* strain Pf-20, salah satu strain pseudomonas berfluoresensi

hasil isolasi dari rhizosfer *Mimosa invisa* L. tanaman rotasi di areal perkebunan tembakau PTPN II, Sumatera Utara (Arwiyanto, 1997; Arwiyanto *et al.*, 2003). *P. putida* strain Pf-20 mempunyai kemampuan yang tinggi sebagai antagonis terhadap *Ralstonia solanacearum*, meningkatkan produksi daun tembakau (Arwiyanto *et al.*, 2003), mempunyai aktivitas yang tinggi dalam melarutkan fosfat, mempengaruhi total panjang dan kerapatan akar, juga mengurangi keparahan penyakit CMV pada tembakau (Wahyuni *et al.*, 2005).

Selain PGPR, juga sudah dilaporkan bahwa jamur tanah mempunyai kemampuan yang sama. Beberapa jamur tanah seperti *Trichoderma* spp. dan *Rhizoctonia* spp. non patogenik 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.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kompatibilitas antara dua jamur PGPF hasil isolasi dari tanah gambut dengan bakteri agensia hayati *P. putida* strain Pf-20 dalam pengendalian secara hayati penyakit busuk lunak lidah buaya di tanah gambut. Uji kompatibilitas perlu dilakukan mengingat kemampuan yang dimiliki oleh PGPR dan PGPF tersebut sangat prospektif sehingga kedua jenis mikroorganisme yang mempunyai kemampuan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman tersebut dapat diaplikasikan secara bersama-sama dengan harapan mampu mengendalikan penyakit busuk lunak sekaligus mampu memperbaiki pertumbuhan lidah buaya di tanah gambut.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Penyakit Tumbuhan Klinik, Jurusan Perlindungan Tanaman dan Rumah Kaca, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Oktober 2008 sampai September 2009.

Uji Antagonisme *Pseudomonas putida* strain Pf-20 terhadap bakteri *Erwinia chrysanthemi* secara *In Vitro*. Uji antagonisme *P. putida* strain Pf-20 (koleksi Laboratorium Bakteriologi Tumbuhan Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta) terhadap bakteri *E. chrysanthemi* (isolat BRJ02 dan BRJ03 hasil isolasi dari tanaman lidah buaya asal Rasau Jaya, Kabupaten Kuburaya, Kalimantan Barat, isolat BST03 dan BST 04 hasil isolasi dari lidah buaya asal Siantan, Kota Pontianak) dilakukan dengan mengikuti metode Arwiyanto (1997). *P. putida* strain Pf-20 ditumbuhkan pada medium King's B. Setelah masa inkubasi selama 24 jam pada suhu 30°C cawan Petri dibalik dan pada tutupnya dituangi 1 ml kloroform. Dua jam kemudian cawan Petri dibalik kembali pada posisi semula dan pada permukaan medium dituang suspensi bakteri *E. chrysanthemi* sebanyak 0,2 ml dalam 4 ml medium semisolid (0,6% medium NA suhu 40–45°C). Kultur kemudian diinkubasi pada suhu 30°C selama 24 jam dan diukur zona penghambatannya. Uji lanjut untuk mengetahui mekanisme penghambatan bakteri agensia hayati *P. putida* strain Pf-20 terhadap *E. chrysanthemi* dilakukan dengan menumbuhkan bakteri *E. chrysanthemi* yang ada pada zona bening ke dalam medium air pepton 0,5% pada suhu kamar selama tiga hari.

Uji Daya Hambat PGPF dan *P. putida* strain Pf-20 secara *In Vitro*. Uji Daya Hambat PGPF (jamur *Aspergillus* sp. SNTH003 dan *Penicillium* sp. SNTH001 hasil isolasi dari tanah gambut Kalimantan Barat) dan *P. putida* strain Pf-20 dilakukan dengan mengikuti metode Soesanto & Termoshuizen (2004) yang dimodifikasi. Isolat *P. putida* strain Pf-20 digoreskan pada medium PDA dengan jarak 1 cm dari tepi cawan Petri. Setelah diinkubasi pada suhu kamar selama 24 jam, inokulum PGPF (5 mm) diinokulasikan di tengah-tengah cawan Petri dan diinkubasikan pada tempat gelap selama 14 hari. Perlakuan diulang 3 kali. Diameter koloni PGPF diukur setiap hari selama 14 hari dan dihitung persentase penghambatannya. Uji Daya Hambat ini juga dilakukan pada medium King's B dengan metode yang sama dan diulang 3 kali. Sebagai kontrol, inokulum PGPF ditumbuhkan sendiri di tengah-tengah cawan Petri tanpa agensia hayati *P. putida* strain Pf-20.

Uji *In Planta* di Rumah Kaca

Penyiapan dan Inokulasi P. putida strain Pf-20. Bakteri *P. putida* strain Pf-20 ditumbuhkan pada agar miring media King's B. Selanjutnya perbanyakkan

dilakukan dengan menumbuhkannya dalam 250 ml media King's B cair pada suhu kamar. Setelah 48 jam, media diukur kekeruhannya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 600 nm guna mengetahui nilai OD-nya. Kerapatan 10^8 cfu ml⁻¹ didapatkan dengan mengencerkan medium berdasarkan persamaan yang diperoleh pada waktu penghitungan kerapatan bakteri.

Pengaruh P. putida strain Pf-20 terhadap Penyakit Busuk Lunak. Akar bibit lidah buaya, *Aloe barbadensis* Miller umur 4 bulan (berdaun 4, hasil kultur jaringan dari *Aloe vera* Center, Pontianak) direndam 15 menit dalam suspensi *P. putida* strain Pf-20 (10^8 cfu ml⁻¹) ditiriskan pada kertas saring dan ditanam pada pot berisi 250 g tanah gambut steril. Setelah tanaman lidah buaya berumur 21 hari setelah tanam (hst) diinokulasi dengan bakteri *E. chrysanthemi* dengan cara penyemprotan merata pada permukaan tanaman (kerapatan 6×10^6 cfu ml⁻¹, volume 10 ml per tanaman) yang sebelumnya telah dilukai menggunakan jarum steril. Tanaman diinkubasi di rumah kaca pada suhu kamar dan media dijaga dalam keadaan kapasitas lapang. Pengamatan dilakukan setiap minggu selama 9 minggu terhadap gejala penyakit yang muncul dengan cara skoring.

Pengaruh PGPF terhadap Penyakit Busuk Lunak. Bibit lidah buaya umur 4 bulan (berdaun 4, hasil kultur jaringan) di tanam dalam pot berisi 250 g tanah gambut steril yang telah ditambah dengan 5 g inokulum isolat PGPF dalam medium jagung steril (perbandingan 1:1 w/v jagung kering dan air). Tanaman diinkubasi di rumah kaca pada suhu kamar dan medium dijaga dalam keadaan kapasitas lapang. Setelah tanaman lidah buaya berumur 21 hst diinokulasi dengan bakteri *E. chrysanthemi* dengan cara penyemprotan merata pada permukaan tanaman (kerapatan 6×10^6 cfu ml⁻¹, volume 10 ml per tanaman) yang sebelumnya telah dilukai menggunakan jarum steril. Pengamatan dilakukan setiap minggu selama 9 minggu terhadap gejala penyakit yang muncul dengan cara skoring.

Pengaruh Aplikasi PGPF dan P. putida Pf-20 terhadap Penyakit Busuk Lunak. Tanaman lidah buaya umur 21 hst diinokulasi suspensi bakteri *E. chrysanthemi* dengan cara penyemprotan merata pada permukaan tanaman (kerapatan 6×10^6 cfu ml⁻¹, volume 10 ml per tanaman) yang sebelumnya telah dilukai menggunakan jarum steril. Sebelum tanam akar tanaman direndam 15 menit dalam suspensi *P. putida* Strain Pf-20 dan ditanam pada media tanam yang

mengandung tanah gambut dan PGPF. Tanaman diinkubasi di rumah kaca pada suhu kamar dan medium dijaga dalam keadaan kapasitas lapang. Pengamatan dilakukan setiap minggu selama 9 minggu terhadap gejala penyakit yang muncul dengan cara skoring. Semua perlakuan pengujian disusun dalam rancangan acak lengkap dan diulang 5 kali.

Sebagai kontrol positif (tanpa pengendalian), tanaman lidah buaya umur 21 hst diinokulasi suspensi bakteri *E. chrysanthemi* dengan cara penyemprotan merata pada permukaan tanaman (kepadatan 6×10^6 cfu ml⁻¹, volume 10 ml per tanaman) yang sebelumnya telah dilukai menggunakan jarum steril dan sebelum tanam akar tanaman direndam dalam air destilasi steril lalu ditanam pada media taman yang mengandung tanah gambut tanpa PGPF. Sebagai kontrol negatif (tanpa inokulasi patogen), tanaman lidah buaya umur 21 hst diinokulasi air destilasi steril dengan cara penyemprotan merata pada permukaan tanaman (kepadatan 6×10^6 cfu ml⁻¹, volume 10 ml per tanaman) yang sebelumnya telah dilukai menggunakan jarum steril dan sebelum tanam akar tanaman direndam dalam air destilasi steril lalu ditanam pada media tanam yang mengandung tanah gambut tanpa PGPF.

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

$$IP = \frac{\sum_i^k k \times nk}{Z \times N} \times 100\%$$

- 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: 0 = sehat, tanpa gejala; 1 = 1 becak perpelelah, diameter becak kurang dari 1 cm; 2 = 1 becak melebar lebih dari 2 cm, becak berubah warna dan tampak menjadi berair; 3 = lebih dari 1 pelelah busuk; 4 = lebih dari 50% bagian tanaman busuk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Antagonisme *P. putida* strain Pf-20 terhadap *E. Chrysanthemi* secara *In Vitro*. Hasil yang didapatkan dalam pengujian ini adalah pada sekitar bekas koloni bakteri antagonis *P. putida* strain Pf-20 terjadi zona bening yang menunjukkan adanya zona

penghambatan pertumbuhan bakteri *E. chrysanthemi* (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa bakteri agensia hayati *P. putida* strain Pf-20 mempunyai kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri *E. chrysanthemi* secara *in vitro*.

Uji lanjut dengan menumbuhkan bakteri *E. chrysanthemi* yang ada pada zona bening ke dalam media cair berupa air pepton 0,5%, memperlihatkan bahwa penghambatan tersebut hanya bersifat sementara karena setelah diinkubasikan ternyata medium air pepton berubah menjadi keruh kurang dari 48 jam setelah inokulasi. Menurut Arwiyanto (1997), medium air pepton yang menjadi keruh kurang dari 24 jam setelah diinkubasi dalam uji seperti ini dapat menunjukkan bahwa bakteri yang ditumbuhkan di dalamnya mampu tumbuh dengan cepat. Bakteri *E. chrysanthemi* yang diambil dari zona bening yang terbentuk diduga masih hidup dan ketika ditumbuhkan dalam media air pepton 0,5% bakteri tersebut kemudian tumbuh dengan cepat dan menyebabkan media menjadi keruh. Bakteri agensia hayati *P. putida* strain Pf-20 diketahui mampu menghasilkan senyawa antibiotik yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri lainnya dengan mekanisme membunuh (sida) ataupun menghambat pertumbuhan (statik) (Arwiyanto, 1997). Berdasarkan hasil tersebut, diduga bakteri agensia hayati *P. putida* strain Pf-20 hanya bersifat bakteriostatik (menghambat tumbuh) bakteri *E. chrysanthemi*.

Uji Daya Hambat PGPF terhadap *P. putida* strain Pf-20 secara *In Vitro*. Uji Daya Hambat PGPF dan *P. putida* strain Pf-20 bertujuan untuk mengetahui pengaruh masing-masing PGPF terhadap pertumbuhan agensia hayati *P. putida* strain Pf-20 dan sebaliknya. Isolat jamur PGPF ditumbuhkan bersama dengan bakteri agensia hayati *P. putida* strain Pf-20 pada masing-masing medium berbeda, yaitu masing-masing berupa King's B dan PDA. Tabel 2 memperlihatkan bahwa dua jamur PGPF tersebut menunjukkan pertumbuhan yang berbeda ketika ditumbuhkan bersama-sama dengan *P. putida* strain Pf-20.

Hasil pengujian pada medium King's B menunjukkan bahwa, ketika ditumbuhkan bersama-sama dengan bakteri *P. putida* strain Pf-20, *Aspergillus* sp. isolat SNTH003 mampu tumbuh lebih baik jika dibandingkan dengan *Penicillium* sp. isolat SNTH001. Pertumbuhan yang lebih baik tersebut dapat dilihat dari lebih kecilnya perbedaan pertumbuhan koloni yang diamati dalam pengujian dibandingkan dengan kontrol yang ditunjukkan oleh nilai persentase hambatan yang lebih kecil. Jika ditumbuhkan hingga hari ke 14 inkubasi,

Tabel 1. Rerata diameter zona hambatan yang terbentuk dalam uji antagonisme bakteri *P. putida* strain Pf-20 terhadap empat isolat bakteri *E. chrysanthemi* penyebab busuk lunak lidah buaya

Isolat <i>E. chrysanthemi</i>	Diameter zona hambatan (cm)
BRJ02	3,1 a
BRJ03	3,0 a
BST03	2,9 a
BST04	2,8 a

Keterangan: Huruf yang sama yang mengikuti angka dalam satu kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dalam uji DMRT aras 5%.

Tabel 2. Rerata diameter dua isolat jamur asal tanah gambut dalam Uji Daya Hambat dengan *P. putida* Strain Pf-20 pada dua jenis media

Isolat	Rerata diameter koloni (cm) dan persentase hambatan					
	Medium King's B			Medium PDA		
	Perlakuan	Kontrol	% hambatan	Perlakuan	Kontrol	% hambatan
<i>Aspergillus</i> sp. SNTH003	6,42	8,04	20,14	8,17	8,83	7,48
<i>Penicillium</i> sp. SNTH001	2,32	6,17	62,40	4,77	7,27	34,39

ujung koloni *Aspergillus* sp. tumbuh menyentuh tepi koloni *P. putida* strain Pf-20 meski tidak sampai melewatinya. Hal ini menunjukkan bahwa *Aspergillus* sp. bersifat lebih toleran terhadap antibiotik yang dihasilkan oleh bakteri *P. putida* strain Pf-20 dibandingkan dengan *Penicillium* sp. Pertumbuhan *Penicillium* sp. tampak sangat tertekan dengan keberadaan koloni *P. putida* strain Pf-20. Sampai hari ke-14 inkubasi, tepi koloni *Penicillium* sp. tidak dapat berkembang mendekati koloni *P. putida* strain Pf-20.

Demikian juga pada pertumbuhan di medium PDA, koloni bakteri *P. putida* strain Pf-20 berkembang tidak sebaik pada medium King's B, *Aspergillus* sp. isolat SNTH003 terlihat lebih toleran terhadap keberadaan *P. putida* strain Pf-20 dibandingkan dengan *Penicillium* sp. isolat SNTH001. Pengamatan pada hari ke-14 inkubasi, tampak tepi koloni *Aspergillus* sp. sudah mulai tumbuh di atas koloni *P. putida* strain Pf-20 meskipun terjadi gangguan pertumbuhan berupa kegagalan penebalan koloni. Miselium *Penicillium* sp. isolat SNTH001 tidak tumbuh mendekati koloni *P. putida* strain Pf-20 dan pertumbuhannya juga selalu menjauhi koloni *P. putida* strain Pf-20. Miselium *Penicillium* sp. pada bagian yang berhadapan dengan koloni *P. putida* strain Pf-20 mengeluarkan pigmen berwarna kemerahan

yang terdifusi secara merata ke dalam media, bahkan sampai ke dalam beberapa bagian tertentu koloni *P. putida* strain Pf-20. Pigmen kemerahan ini belum diketahui peranannya dalam mempengaruhi pertumbuhan koloni *P. putida* strain Pf-20. Menurut Domsch *et al.* (1993), dalam kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan untuk pertumbuhannya, beberapa anggota *Penicilium* sp. khususnya *Penicilium purpurogenum* mampu menghasilkan sejenis pigmen yang diduga merupakan salah satu senyawa yang ditujukan untuk mempertahankan diri. Kemungkinan, *Penicillium* sp. isolat SNTH001 menghasilkan pigmen berwarna kemerahan tersebut adalah sebagai tanggapan atas keberadaan koloni bakteri agensia hayati *P. putida* strain Pf-20 yang mampu menghasilkan senyawa yang bersifat antibiotik. Pigmen kemerahan tersebut diindikasikan adalah senyawa mitorubrinol seperti yang dinyatakan oleh Mapari *et al.* (2005), yang kemunculannya sangat tergantung kepada jenis medium tempat tumbuhnya.

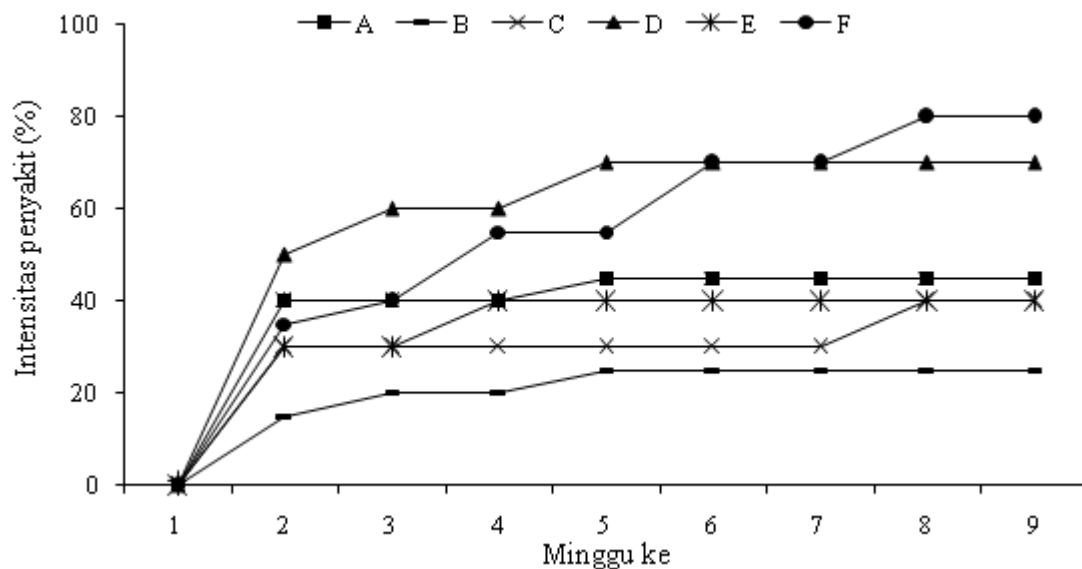
Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa *Aspergillus* sp. isolat SNTH003 lebih sesuai (lebih kompatibel) untuk digabungkan dengan *P. putida* strain Pf-20 dibandingkan dengan *Penicillium* sp. isolat SNTH001.

Aplikasi Penggunaan PGPF dan *P. putida* Strain Pf-20 in planta. Pengaruh penggunaan PGPF dan penggabungannya dengan *P. putida* strain Pf-20 terhadap penyakit busuk lunak lidah buaya diamati selama 9 minggu dimulai sejak minggu pertama setelah inokulasi *E. chrysanthemi*. Hasil pengamatan percobaan di rumah kaca yang dilakukan dengan cara skoring ditunjukkan pada Gambar 1. Gambar 1 menunjukkan 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 jamur PGPF *Penicillium* sp. isolat SNTH001 yaitu sebesar 25%, kemudian bakteri agensia hayati *P. putida* strain Pf-20 dan kombinasinya dengan *Penicillium* sp. isolat SNTH001 sebesar masing-masing 40%, *Aspergillus* sp. isolat SNTH003 45% dan tanaman yang diperlakukan dengan kombinasi antara *Aspergillus* sp. isolat SNTH003 dan *P. putida* strain Pf-20 sebesar 70%. Semua tanaman yang diperlakukan menunjukkan nilai intensitas penyakit yang lebih kecil dari pada tanaman yang tanpa pengendalian (kontrol positif) (Gambar 1).

Penurunan intensitas penyakit pada tanaman-tanaman yang dikendalikan tersebut dapat disebabkan oleh beberapa kemungkinan. Pertama, berhubungan dengan peningkatan pertumbuhan tanaman sehingga menjadi lebih baik (dibandingkan dengan yang sama sekali tidak dikendalikan) sebagai akibat dari pemacuan pertumbuhan tanaman oleh PGPF dan *P. putida* strain Pf-20. Kedua, berhubungan dengan senyawa-senyawa

yang dihasilkan oleh PGPF maupun oleh bakteri agensia hayati *P. putida* strain Pf-20. Ketiga, juga ada kemungkinan karena meningkatnya ketahanan tanaman sebagai hasil pengimbasan ketahanan, baik yang dipicu oleh senyawa kimiawi yang dihasilkan PGPF dan agensia hayati *P. putida* strain Pf-20 tersebut maupun oleh interaksinya secara langsung dengan masing-masing agensia biologis tersebut.

Menggunakan analogi pada pengendalian penyakit busuk lunak pada tanaman kentang, pemberian agensia hayati berupa *Pseudomonas fluorescens* mampu mengurangi insidensi penyakit, memperbaiki pertumbuhan tanaman dan juga meningkatkan hasil umbi (Xu & Gross, 1986; Kloepper *et al.*, 2004). Menurut Hajhamed *et al.* (2007), pengendalian penyakit busuk lunak pada tanaman kentang, keberadaan senyawa-senyawa yang secara tidak langsung memiliki peran antimikrobal memang dapat membantu meningkatkan ketahanan tanaman, atau setidaknya akan menurunkan gejala penyakit. Beberapa strain PGPF dari genus *Trichoderma* seperti *T. virens* mampu menginduksi produksi fitoaleksin pada tanaman dan juga mampu menghasilkan metabolit sekunder termasuk gliotoksin, gliovirin dan peptaibols yang bersifat antimikrobal (Pandya & Saraf, 2010). Menurut Hyakumachi (2000), penggunaan PGPF dalam pengendalian hayati juga terbukti berimplikasi pada pengimbasan ketahanan secara sistemik sehingga dapat mengurangi gejala penyakit yang muncul pada bagian daun. Pengimbasan ketahanan tersebut sering bersifat persisten dan selalu berhubungan



Gambar 1. Perkembangan intensitas penyakit busuk lunak lidah buaya selama 9 minggu pengamatan. A (*Aspergillus* sp.), B (*Penicillium* sp.), C (*P. putida* Strain Pf 20), D (*Aspergillus* sp.+ *P. putida* Strain Pf20), E (*Penicillium* sp.+ *P. putida* Strain Pf20), dan F (Tanpa pengendalian)

dengan kemampuan mengkolonisasi perakaran tanaman (Meera *et al.*, 1995).

Intensitas penyakit busuk lunak yang rendah pada tanaman yang dikendalikan dengan *Penicillium* sp., diduga selain karena pertumbuhan tanaman yang menjadi lebih baik akibat pemacuan pertumbuhan oleh PGPF, juga diduga karena adanya mekanisme induksi ketahanan tanaman lidah buaya yang terpicu oleh jamur tersebut. Menurut Pemberton *et al.* (2004), *Erwinia chrysanthemi* menyebabkan busuk lunak pada jaringan tanaman adalah karena kemampuannya mendegradasi pektat dan menurut Domsch *et al.* (1993), *Penicillium 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 serangan patogen ini. Hal ini kemungkinan juga terjadi pada tanaman lidah buaya yang diberi perlakuan penggabungan *Penicillium* sp. dan *P. putida* strain Pf-20 di mana intensitas penyakitnya juga rendah. Hasil penelitian ini sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Chandanie *et al.* (2006), pemberian PGPF *Penicillium simplicissimum* telah membantu peningkatan ketahanan tanaman terhadap penyakit antraknosa yang disebabkan oleh *Colletotrichum orbiculare*. Mengenai dugaan peningkatan ketahanan yang menyebabkan penurunan intensitas penyakit tersebut, diperlukan penelitian lebih lanjut agar dapat dipastikan mekanismenya.

Pada tanaman lidah buaya yang diberi perlakuan jamur PGPF *Aspergillus* sp. intensitasnya lebih tinggi dibandingkan yang diperlakukan dengan *Penicillium* sp. tetapi lebih rendah dibandingkan dengan tanaman yang tidak dikendalikan. Hal ini diduga karena ketahanan tanaman juga meningkat tetapi peningkatan tersebut lebih disebabkan oleh pertumbuhan tanaman yang menjadi lebih baik sebagai efek pemacuan pertumbuhan oleh perannya sebagai PGPF. Peningkatan intensitas penyakit yang terjadi tampak mengikuti pola peningkatan pertumbuhannya, sehingga ketika peningkatan pertumbuhannya lebih rendah, peningkatan intensitas penyakitnya juga menjadi lebih tinggi (Tabel 3).

Pada tanaman lidah buaya yang diperlakukan dengan bakteri agensia hayati *P. putida* strain Pf-20, intensitas penyakit juga rendah, yaitu 30% hingga minggu ke-7 setelah inokulasi patogen dan kemudian meningkat menjadi 40% hingga akhir pengamatan. Mengingat pemberian agensia hayati *P. putida* strain Pf-20 tidak mampu memperbaiki pertumbuhan tanaman sebagaimana ditunjukkan oleh parameter-parameter

pertumbuhannya (Tabel 3), rendahnya intensitas penyakit dibandingkan tanaman yang tidak dikendalikan diduga karena adanya mekanisme pengimbasan ketahanan oleh *P. putida* strain Pf-20. Menurut Kloepper *et al.* (1999), penggunaan bakteri agensia hayati terhadap patogen yang bersifat *soil-borne* juga berpotensi menginduksi ketahanan tanaman secara sistemik terhadap penyakit yang menyerang bagian daun. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Wahyuni *et al.* (2005), penggunaan *P. putida* strain Pf-20 pada tanaman tembakau telah meningkatkan ketahanan tembakau terhadap *Cucumber mosaic virus*. Mekanisme induksi ketahanan seperti ini diduga berperan dalam membantu peningkatan ketahanan tanaman lidah buaya terhadap penyakit busuk lunak sehingga intensitas penyakitnya menjadi lebih rendah dibandingkan dengan tanpa pengendalian. Peningkatan intensitas penyakit pada minggu ketujuh kemungkinan berhubungan dengan kerapatan populasi dan kemampuan bertahan bakteri *P. putida* strain Pf-20 di lingkungan perakaran lidah buaya.

Membandingkan pertumbuhan tanaman antara yang diinokulasi patogen dengan yang tidak diinokulasi patogen, terlihat bahwa kecuali pemberian gabungan antara *Aspergillus* sp. dan *P. putida* strain Pf-20, pemberian perlakuan *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *P. putida* strain Pf-20, dan gabungan antara *Penicillium* sp. dengan *P. putida* strain Pf-20 mampu secara nyata mempertahankan jumlah daun dibandingkan dengan tanaman yang tanpa pengendalian. Berdasarkan parameter pertambahan tinggi tanaman, hanya perlakuan pemberian jamur *Penicillium* sp., *P. putida* strain Pf-20 dan gabungan antara *Penicillium* sp. dengan *P. putida* strain Pf-20 yang tetap mampu mempertahankan tinggi tanaman sama dengan tanaman yang tidak diinokulasi patogen.

Berdasarkan parameter panjang dan bobot segar akar, hanya perlakuan pemberian PGPF *Penicillium* sp. dan kombinasinya dengan *P. putida* strain Pf-20 yang mampu mempertahankan panjang dan bobot segar akar sebagaimana tanpa keberadaan patogen (Gambar 2). Adapun berdasarkan pertambahan bobot segar tanaman, hanya perlakuan pemberian *Penicillium* sp. dan bakteri agensia hayati *P. putida* strain Pf-20 yang mampu mempertahankan pertambahan bobot segar brangkas dibanding jika tanpa keberadaan patogen *E. chrysanthemi* (Gambar 3).

Hasil ini mengindikasikan bahwa pemberian jamur *Penicillium* sp. lebih efektif dibanding perlakuan lainnya dalam menurunkan intensitas penyakit busuk lunak pada tanaman lidah buaya pada tanah gambut di rumah kaca. Pemberian bakteri agensia hayati *P. putida* strain

Tabel 3. Rerata beberapa parameter pertumbuhan tanaman lidah buaya dalam uji penggunaan PGPF dan *P. putida* strain Pf-20 pada umur 12 minggu setelah tanam

Perlakuan	Parameter Pertumbuhan					Intensitas penyakit (%)
	Jumlah daun total	Pertambahan tinggi tanaman (cm)	Panjang akar (cm)	Bobot Segar akar (g)	Pertambahan bobot segar tanaman (g)	
Tanpa inokulasi <i>E. chrysanthemi</i>						
<i>Aspergillus</i> sp.	8,0 d	8,5 c	22,0 c	3,0 ab	95,5 c	0
<i>Penicillium</i> sp.	7,2 cd	7,6 bc	19,8 bc	3,4 ab	100,9 c	0
<i>P. putida</i> strain Pf-20	6,4 cd	4,3 ab	16,6 abc	3,6 b	78,5 bc	0
<i>Aspergillus</i> sp. + <i>P. putida</i> strain Pf-20	7,4 cd	6,3 abc	17,4 bc	2,6 ab	86,3 c	0
<i>Penicillium</i> sp. + <i>P. putida</i> strain Pf-20	7,6 d	7,9 bc	20,8 c	2,4 ab	87,1 c	0
Tanpa PGPF dan <i>P. putida</i> Strain Pf-20	7,0 cd	5,7 abc	17,2 abc	3,3 b	82,4 bc	0
Dengan inokulasi <i>E. chrysanthemi</i>						
<i>Aspergillus</i> sp.	5,6 bc	4,6 ab	16,2 abc	3,0 ab	71,4 abc	45
<i>Penicillium</i> sp.	7,4 cd	7,5 bc	22,2 c	3,7 b	105,9 c	25
<i>P. putida</i> strain Pf-20	7,0 cd	5,5 abc	1 3,8 ab	2,4 ab	78,6 bc	40
<i>Aspergillus</i> sp. + <i>P. putida</i> strain Pf-20	4,2 ab	3,6 a	1 7,7 abc	1,5 a	36,7 ab	70
<i>Penicillium</i> sp. + <i>P. putida</i> strain Pf-20	6,8 cd	5,2 abc	20,0 bc	2,4 ab	74,8 abc	40
Tanpa PGPF dan <i>P. putida</i> Strain Pf-20	3,4 a	2,3a	1 3,0a	1,5 a	31,6 a	80

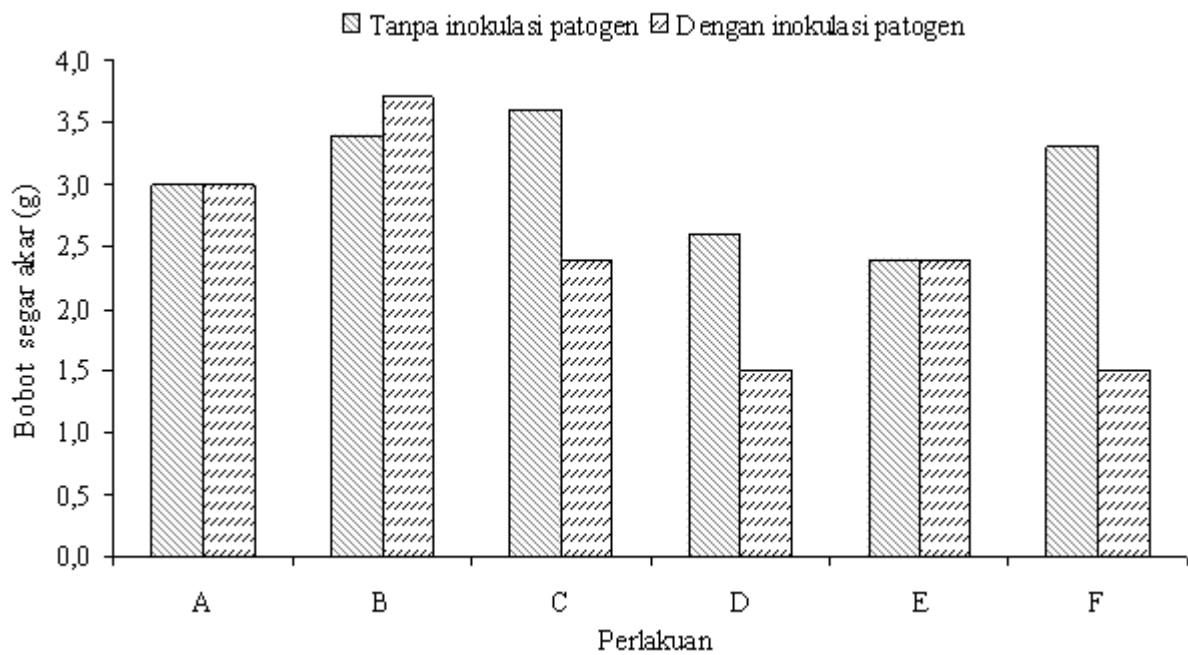
Keterangan: Huruf yang sama yang mengikuti angka dalam satu kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata dalam uji DMRT aras 5%.

Pf-20 mampu menurunkan intensitas penyakit busuk lunak lidah buaya, tetapi tidak mampu membantu memperbaiki pertumbuhan tanaman lidah buaya dibandingkan dengan tanaman yang tidak diberi PGPF dan gabungannya dengan bakteri agensia hayati *P. putida* strain Pf-20. Pemberian PGPF *Aspergillus* sp. mampu meningkatkan pertumbuhan lidah buaya tetapi kurang mampu mempertahankan pertumbuhannya ketika diinokulasi bakteri patogen *E. chrysanthemi*.

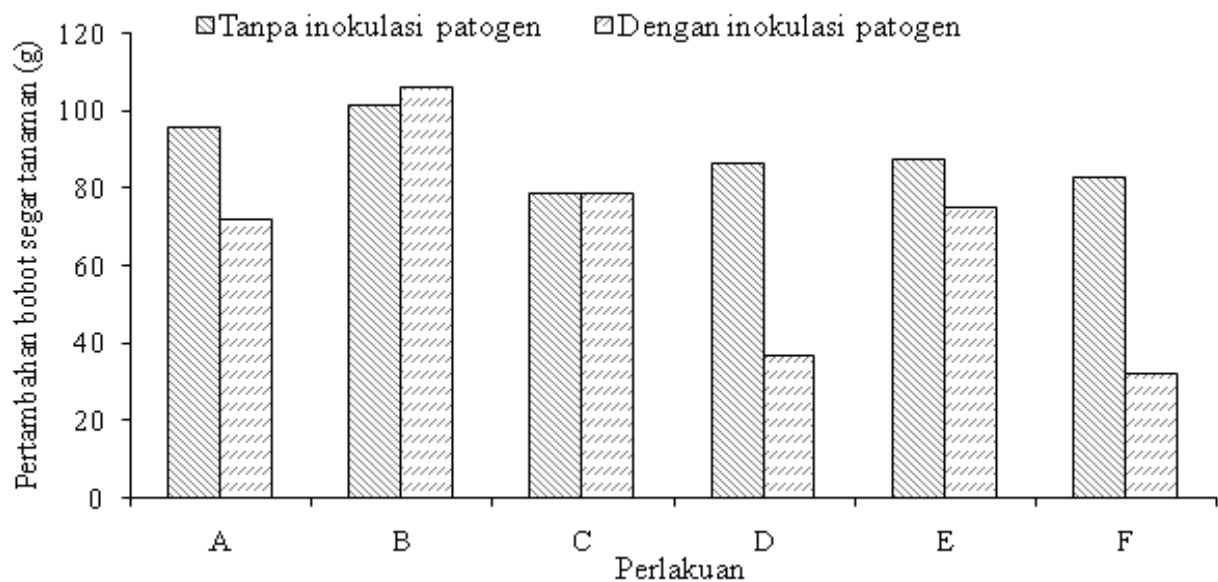
SIMPULAN

Pemberian dua isolat PGPF dan bakteri *P. putida* strain Pf-20 dalam penelitian ini mampu menurunkan intensitas penyakit busuk lunak lidah buaya. Penurunan intensitas penyakit terendah diperoleh dari perlakuan pemberian isolat *Penicillium* sp. SNTH001 yaitu

sebesar 25%, diikuti pemberian bakteri agensia hayati *P. putida* strain Pf-20 dan kombinasinya dengan *Penicillium* sp. SNTH001 sebesar masing-masing 40%, *Aspergillus* sp. SNTH003 45% dan tanaman yang diperlakukan dengan kombinasi antara *Aspergillus* sp. SNTH003 dan *P. putida* strain Pf-20 sebesar 70%. Pemberian isolat *Penicillium* sp. SNTH001, mampu mempertahankan jumlah total daun, tinggi tanaman, panjang dan bobot segar akar serta bobot segar tanaman hampir sama dengan tanaman yang tidak diinokulasi patogen. Selain itu, pemberian dua isolat PGPF secara tunggal dapat membantu pertumbuhan lidah buaya, tetapi penggabungannya dengan *P. putida* strain Pf-20 tidak dapat meningkatkan pengaruhnya dalam memperbaiki pertumbuhan tanaman, sedangkan pemberian bakteri agensia hayati *P. putida* strain Pf-20 tidak dapat membantu memperbaiki pertumbuhan tanaman lidah buaya.



Gambar 2. Rerata bobot akar lidah buaya pada berbagai perlakuan. A (*Aspergillus* sp.), B (*Penicillium* sp.), C (*P. putida* Strain Pf 20), D (*Aspergillus* sp.+ *P.putida* Strain Pf20), E (*Penicillium* sp. sp.+ *P.putida* Strain Pf20), dan F (Tanpa PGPF dan *P. putida* Strain Pf-20)



Gambar 3. Rerata pertambahan bobot segar lidah buaya pada berbagai perlakuan. A (*Aspergillus* sp.), B (*Penicillium* sp.), C (*P. putida* Strain Pf 20), D (*Aspergillus* sp.+ *P.putida* Strain Pf20), E (*Penicillium* sp. sp.+ *P.putida* Strain Pf20), dan F (Tanpa PGPF dan *P. putida* Strain Pf-20)

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah S. 2005. Manfaat Lidah Buaya (*Aloe vera* Linn.). *Jurnal Aloe Vera* IV: 1–6.
- Aminardi, Yudiono S & Ismayana E. 2006. Respon Petani *Aloe vera* terhadap Keberadaan Pabrik Pengolahan *Aloe vera* PT Niramas Utama di Kecamatan Pontianak Utara. *J. Aloe Vera* IV: 17–27.
- 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/PROFIL%20KALBAR.PDF. Diakses tanggal 26 Oktober 2008.
- Arwiyanto T, Goto M, Tsuyumu S & Takikawa Y. 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.
- Arwiyanto T. 1997. Pengendalian Hayati Penyakit Layu Bakteri tembakau: 1. Isolasi Bakteri Antagonis. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 3: 44–60.
- Arwiyanto T, Martoredjo T & Hartana I. 2003. Pembuatan Formulasi Pestisida Hayati Untuk Pengendalian Penyakit Layu Bakteri Tembakau. Laporan Komprehensif Penelitian Hibah Bersaing IX Perguruan Tinggi Fakultas Pertanian UGM. Tidak dipublikasikan.
- Balai Pengkajian Bioteknologi BPPT & Pemerintah Kota Pontianak. 2001. Kerangka Acuan Pengembangan Pusat Pengkajian dan Pengembangan *Aloe vera* (Aloe Center) Kota Pontianak.
- Barchia MF. 2006. *Gambut, Agroekosistem dan Transformasi Karbon*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Chandanie WA, Kubota M & Hyakumachi M. 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.
- Charkowski AO. 2007. The soft rot *Erwinia*. Pp. 423–505 In: Gnanamanikam SS. *Plant Associated Bacteria*. Springer, Dordrecht.
- De Laat PCA, Verhoeven JTW & Janse JD. 1994. Bacterial leaf rot of *Aloe vera* L. caused by *Erwinia chrysanthemi* Biovar 3. *European Journal of Plant Pathology* 100: 81–84.
- Dinas Pertanian Propinsi Kalimantan Barat. 2001. *Mutiara Hijau yang Menjanjikan*. Sub Dinas Bina Produksi Hortikultura.
- Domsch KH, Gams W & Anderson TH. 1993. *Compendium of Soil Fungi, Volume I*. Verlag.
- Hajhamed AA, Wafaa M, Abd El-Sayed, Abou El-Yazied A & Abd El-Ghaffar NY. 2007. Suppression of bacterial soft rot disease of potato. *Egypt. J. Phytopathol* 35(2): 69–80.
- Hyakumachi M. 2000. Studies on biological control of soilborne plant pathogens. *Journal of Gen. Plant Pathol.* 66: 272–274.
- Hyakumachi M & Kubota M. 2004. Fungi as Plant Growth Promoter and Disease Suppressor. Pp. 101–110 In: Arora DK. *Fungal Biotechnology in Agriculture, Food, and Environmental Applications*. Marcel Dekker Inc. Louisiana.
- Kusnandar D, Suyatno A & Trisiana F. 2006. Studi Komparatif Pembiayaan dan Pendapatan Usahatani Pepaya dan Lidah Buaya di Kecamatan Pontianak Utara. *J. Aloe Vera* VI: 1–10.
- Kloepper JW, Rodrigues-Ubana R, Zehnder GW, Murphy JF, Shikora E & Fernandez C. 1999. Plant Root-bacterial interactions in biological control of soilborne diseases and potential extension to systemic and foliar diseases. *Australasian Plant Pathology* 28: 21–26.
- Kloepper JW, Ryu CM & Zhang S. 2004. Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. *Phytopathology* 94: 1259–1266.

- Mandal K & Maiti S. 2005. Bacterial soft rot of *Aloe* caused by *Pectobacterium chrysanthemi*: a new report from India. *Plant Pathology* 54: 573–573.
- Mapari SAS, Nielsen KF, Larsen TO, Frisvad JC, Meyer AS & Thrane U. 2005. Exploring Fungal Biodiversity for the Production of Water-soluble Pigments as Potential Natural Food Colorants. *Current Opinion in Biotechnology* 16:231–238.
- Meera MS, Shivanna MB, Kageyama K & Hyakumachi M. 1995. Persistence of induced systemic resistance in cucumber in relation to root colonization by plant growth promoting fungal isolates. *Crop Protection* 14: 12–130.
- Noor M. 2001. *Pertanian Lahan Gambut*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Pandya U & Saraf M. 2010. Application of Fungi as a biocontrol agent and their biofertilizer potential in agriculture. *Journal of Adv. Dev. Res.*1: 90-99.
- Pemberton CL, Slater H & Salmond GPC. 2004. Chemical signalling by Bacterial Plant Pathogens. Pp. 133–135 In: Gilling M & Holmes A. *Plant Microbiology*. Garland Science, Abingdon.
- Rianto F & Sarbino. 2004. Pengendalian Penyakit Busuk Lunak Pada Lidah Buaya (*Aloe vera*) Secara Non Kimiawi Dengan Memanfaatkan Mikroorganisme Antagonis. *Jurnal Aloe Vera* III: 23–28.
- Shivana MB, Meera MS, Kageyama K & Hyakumachi M. 1996. Growth Promotion Ability of *Zoysiagrass* Rhizosphere Fungi in Consecutive of Wheat and Soybean. *Mycoscience* 37: 163-168.
- Soesanto L & Thermoshuizen AJ. 2004. Pengendalian Hayati *Verticillium dahliae* pada *Arabidopsis thaliana* dan Terung dengan Penggabungan *Pseudomonas fluorescens* dan *Talaromyces flavus*. *Jurnal Agroland* 11: 1–10.
- Suswati D, Umran I & Sukmawati T. 2005. Pengaruh Kombinasi Pukan Ayam dan Pupuk Fosfor Terhadap Serapan P dan Pertumbuhan Tanaman Lidah Buaya Pada Tanah Gambut. *Jurnal Aloe Vera* VII: 11–21.
- Wahyuni WS, Iwan A, Mudjiharjati A, Setyowati TC & Purwiko H. 2005. Kemampuan *Pseudomonas putida* Pf-20 dan 24.7B untuk Memperbaiki Sifat Kimia Media Tumbuh dan Ketahanan Terinduksi Tembakau H877 terhadap *Cucumber mosaic virus*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 11: 77–87.
- Worosuryani C, Priyatmojo A & Wibowo A. 2006. Uji Kemampuan Jamur yang diisolasi dari Lahan Pasir sebagai PGPF (*Plant Growth Promoting Fungi*). *Jurnal Agrosains* 19: 179–192.
- Xu GW & Gross DC. 1986. Field evaluation of the interactions among fluorescent pseudomonads and *Erwinia carotovora* and potato yields. *Phytopathology* 76: 423–430.