

**POTENSI RIZOBAKTERI YANG DIISOLASI DARI RIZOSFER
TANAMAN PADI SEBAGAI AGEN HAYATI UNTUK MENGHAMBAT
PERTUMBUHAN JAMUR *Pyricularia oryzae*, PENYEBAB PENYAKIT
BLAS PADA TANAMAN PADI**

Valente Quintao, Dewa Ngurah Suprpta*), I Gede Rai Maya Temaja, dan
Khamdan Khalimi

Program Studi Bioteknologi Pertanian Program Pascasarjana Universitas Udayana

*) Corresponding Author : Jl. PB. Sudirman Denpasar 80362 Bali

E-mail: biop@dps.centrin.net.id

Abstract

Rice (*Oryza sativa* L.) is one of the staple foods for more than 60 percent of world population. Indonesian people generally are still depending on the availability of rice to fulfill Indonesian food demand. The average of rice productivity in Indonesia is 4.56 ton/ha which is relatively lower when compared with other rice growing countries, such as Australia 8.22 ton/ha; Japan 5.85 ton/ha and China 6.06 ton/ha. One of the causes for the low productivity of rice in Indonesia is the occurrences of rice blast disease caused by *Pyricularia oryzae*. To control this disease, the farmers are still rely on the use of synthetic fungicides however this measure can not effectively control the disease, and potentially cause the health and environmental problems. It is necessary to find an alternative measure that save to human health as well as friendly to the environment. This study was done to evaluate the potential use of rhizobacteria isolated from rhizospheres of rice as antagonist against *Pyricularia oryzae* the cause of rice blast disease. The result showed that five isolates of rhizobacteria namely *Xanthomonas luminescens* isolate Ch3Da, *Serratia liquefaciens* isolate Gh13DaB, *Enterobacter agglomerans* isolate Gg14DtB, *Enterobacter agglomerans* isolate Ch2Da, and *Enterobacter agglomerans* isolate Ch4BaB significantly ($P < 0.05$) inhibited the growth of *Pyricularia oryzae* on potato dextrose agar (PDA) medium with inhibitory activity varied from 39.46% to 46.66%. All of these isolates produced extra cellular substances which probably responsible for the inhibitory activity. This result suggested that five isolates of rhizobacteria tested in this study can be further developed as bio-control agent to reduce the development of rice blast disease.

Key words: antagonist, Pyricularia oryzae, rhizobacteria, rice blast disease

1. Pendahuluan

Beras (*Oryza sativa* L.) adalah salah satu makanan pokok lebih dari 60% dari populasi dunia (Umashankari dan Sekar, 2011). Masyarakat Indonesia secara umum masih sangat tergantung pada ketersediaan beras untuk memenuhi kebutuhan pangan pokoknya. Menurut Machmur (2010) pada era 1950 sampai 1960-an ketergantungan pangan masyarakat Indonesia pada nasi atau beras masih

sebesar 53%, namun kini ketergantungan itu semakin tinggi hingga 92-95%. Rata-rata konsumsi beras relatif tinggi dibandingkan dengan negara-negara lainnya di dunia yaitu sekitar 139 kg/kapita/tahun (Dwijosumono, 2011).

Rata-rata produktivitas padi di Indonesia adalah 4.56 ton / ha yang relatif lebih rendah dibandingkan produktivitas padi negara lain, seperti Australia, 8.22 ton / ha; Jepang, 5.85 ton/ha dan China 6.06 ton / ha (USDA, 2004).

Salah satu faktor rendahnya produktivitas tanaman padi adalah adanya penyakit blas yang disebabkan oleh jamur *Magnaporthe grisea* Barr (anamorf *Pyricularia grisea* Sacc., synonym *Pyricularia oryzae* Cav.) (Kato, 2001). Kehilangan hasil yang disebabkan oleh penyakit ini bervariasi tergantung kondisi lingkungan, yaitu di Jepang antara 1-100% (Kato, 2001), di China sebesar 70% (Chin, 1975). Di Amerika Selatan dan Asia Tenggara penyakit blas menyebabkan gagal panen sebesar 30-50 % (Baker *et al.*, 1997; Scardaci *et al.*, 1997). Sementara di Indonesia Badan Pusat Statistika (2010) melaporkan bahwa ledakan penyakit yang disebabkan oleh *Pyricularia oryzae* diperkirakan mencapai 19.629 hektar dari total luas lahan pertanaman padi Indonesia sebesar 12.833.578 hektar pada tahun 2009. Kemudian persentase tanaman padi yang terserang penyakit blas di Bali yakni Denpasar, Badung, Tabanan dan Gianyar bervariasi antara 21-37% (Suprpta dan Khalimi, 2012).

Selama ini para petani masih mengandalkan penggunaan fungisida sintetis untuk mengendalikan penyakit blas, tetapi cara pengendalian ini tidak cukup efektif untuk mengendalikan penyakit blas dan berpotensi menyebabkan masalah kesehatan dan lingkungan. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk menemukan cara pengendalian alternatif yang lebih efektif dan aman bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Salah satu cara tersebut adalah penggunaan agen hayati berupa rizobakteri.

Rizobakteri adalah bakteri yang dapat ditemukan pada rizosfir tanaman, di permukaan akar atau berasosiasi dengan akar berbagai jenis tanaman. Beberapa jenis rizobakteri penting telah diteliti dan dilaporkan berpotensi sebagai antagonis terhadap patogen yaitu spesies dari Genus *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*, *Bacillus* dan *Enterobacter* (Naureen *et al.*, 2005). Tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah untuk mendapatkan rizobakteri dari

rizosfir tanaman padi di Bali yang memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan jamur *Pyricularia oryzae* penyebab penyakit blas pada padi.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Pengambilan Sampel dan Isolasi Rizobakteri

Pengambilan sampel rizosfir tanaman padi dilakukan di wilayah Kota Denpasar dan Kabupaten Badung. Pengambilan sampel dari rizosfir tanaman padi dilakukan pada beberapa jenis padi lokal dan padi unggul yang dibudidayakan pada saat sampling dilakukan. Jumlah sampel yang diambil di Kota Denpasar sebanyak 30 sampel dan dari Kabupaten Badung sebanyak 23 sampel sehingga secara keseluruhan ada sebanyak 53 sampel pada penelitian ini. Masing-masing sampel beratnya sekitar 50 g yang terdiri atas akar dan tanah yang melekat pada akar.

Sebanyak 10 g sampel dimaserasi pada mortal kemudian diencerkan dengan 100 ml bufer posfat salin (PBS). Selanjutnya dibuat seri pengenceran dengan PBS sampai pengenceran 10^{-4} . Media yang digunakan untuk mengisolasi rizobakteri adalah media *nutrient agar* (NA) yang mengandung 0,3% *beef extract*, 0,5% *peptone*, 1,5% agar dan air suling. Media ini ditambahkan *benomyl* (10 g/l) atau *Nystatin* (20 mg/l) untuk mengurangi pertumbuhan jamur. Koloni bakteri yang tumbuh kemudian dimurnikan dengan menggosokkan bakteri pada media NA baru menggunakan loop kawat untuk mendapatkan koloni tunggal. Koloni tunggal kemudian dipindahkan pada media NA miring untuk digunakan pada pengujian selanjutnya.

2.2 Uji Daya Hambat Rizobakteri terhadap *Pyricularia oryzae*

Semua isolat rizobakteri yang diperoleh diuji kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan jamur *P. oryzae* pada media *potato-dextrose agar* (PDA). Metode yang digunakan merupakan modifikasi metode Jaiganesh *et al.* (2007). Sebanyak 20 ml media PDA yang sudah disterilisasi dituangkan ke dalam cawan Petri, ditunggu sampai padat. Miselium *P. oryzae* (diameter 5 mm) dari koloni berumur 7 hari diletakkan pada jarak 25 mm dari tepi cawan Petri, dan pada bagian yang berlawanan, diletakkan isolat bakteri yang diuji pada jarak 25

mm dari tepi cawan Petri. Cawan Petri yang hanya diberi miselia jamur *P. oryzae* digunakan sebagai kontrol. Sebanyak 3 piring Petri disiapkan untuk masing-masing isolat rizobakteri yang diuji. Biakan ini selanjutnya diinkubasi pada suhu 28°C selama 5 hari. Daya hambat isolat rizobakteri ditentukan dengan membandingkan diameter koloni *P. oryzae* pada perlakuan dengan diameter koloni pada kontrol yang dihitung dengan menggunakan rumus dari Whipps (1987):

$$\% \text{ DH} = \frac{K-P}{K} \times 100\% \dots\dots\dots 1$$

Keterangan: % DH: Persentase daya hambat rizobakteri terhadap *Pyricularia oryzae*; K: diameter koloni *Pyricularia oryzae* pada Kontrol; P: diameter koloni *Pyricularia oryzae* pada perlakuan dengan rizobakteri

2.3 Uji Aktivitas Filtrat Rizobakteri dengan Metode Sumur Difusi

Rizobakteri ditumbuhkan pada media cair *Nutrient Broth* dan diinkubasi pada *shaker* selama 48 jam. Filtrat dari biakan ini diperoleh melalui proses penyaringan menggunakan kertas saring Whatman No.2, selanjutnya disentrifugasi pada 3.000 rpm selama 10 menit. Supernatan yang diperoleh selanjutnya disaring menggunakan kertas saring millipore dengan ukuran diameter lubang 0.45 µm untuk memisahkan sel-sel bakteri yang masih tersisa.

Pengujian daya hambat filtrat isolat rizobakteri terhadap jamur *P. oryzae* dilakukan dengan mencampurkan 200 µl spora jamur *P. oryzae* (kepadatan 10⁶/ml) dengan media PDA (suhu sekitar 50°C) pada cawan Petri. Setelah media PDA memadat, dibuat dua sumur difusi pada setiap cawan Petri menggunakan *cork borer* dengan diameter 5 mm. Ke dalam masing-masing sumur dimasukkan sebanyak 20 µl filtrat biakan rizobakteri. Sumur difusi diisi sebanyak 20 µl media *nutrient broth* digunakan sebagai kontrol. Sebanyak 3 (tiga) cawan Petri disiapkan untuk masing-masing rizobakteri. Biakan ini kemudian diinkubasi di dalam ruang gelap pada suhu kamar selama 72 jam (Picman *et al.*, 1990). Diameter zona hambatan yang terbentuk di sekitar sumur difusi diukur untuk menentukan daya hambat filtrat terhadap pertumbuhan *P. oryzae*.

2.4 Identifikasi Rizobakteri

Isolat rizobakteri yang dapat menghambat pertumbuhan jamur *P. oryzae* diidentifikasi untuk menentukan spesies. Identifikasi terhadap rizobakteri Gram negatif dilakukan menggunakan uji Microbact (Oxoid Microbacttm GNB Kits). Biakan rizobakteri yang berumur 18-24 jam digunakan untuk uji ini. Pertama dilakukan uji oksidasi dengan memasukkan 4 tetes biakan rizobakteri ke dalam lubang tray, ditambahkan 2 tetes minyak mineral ke lubang berwarna hitam. Inkubasi selama 18-24 jam pada suhu 35°C. Bila positif oksidatif, berwarna biru atau ungu. Untuk kelompok oksidasi positif digunakan Microbact 12E dan 12B, sedangkan untuk kelompok oksidasi negatif hanya menggunakan Microbact 12E.

2.5 Analisis Data

Semua data yang diperoleh dianalisis secara statistika menggunakan Analisa Sidik Ragam atau *analysis of variance* (ANOVA) dengan menggunakan uji F dan uji beda antar perlakuan dilakukan berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 0, 05.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Isolat Rizobakteri

Berdasarkan hasil isolasi rizobakteri dari rizosfir tanaman padi diperoleh sebanyak 24 isolat dari rizosfir padi Ciherang (Ch), 5 isolat dari padi C4, 5 isolat dari padi GH (Gh), 7 isolat dari padi Gogo (Gg), 2 isolat dari padi Tauhuti (Th), 2 isolat dari padi Simpore (Sp), 2 isolat dari padi Cigelis (Cg), 2 isolat dari padi Srigani (Sg) dan 4 isolat dari padi IR 64. Secara keseluruhan diperoleh sebanyak 53 isolat rizobakteri yang diisolasi dari rizosfer 9 jenis tanaman padi

3.2 Isolat Rizobakteri yang Bersifat Antagonis terhadap *Pyricularia oryzae*

Berdasarkan hasil pengujian diketahui sebanyak 5 isolat rizobakteri dari rizosfir tanaman padi memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan jamur *P. oryzae* dengan daya hambat bervariasi antara 39.47% sampai 46.67% seperti tercantum pada Tabel 1. Pertumbuhan jamur *P. oryzae* pada PDA yang diberi perlakuan rizobakteri dan kontrol disajikan pada Gambar 1.

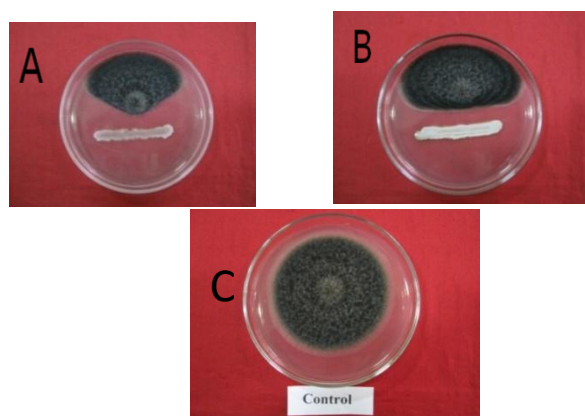
Tabel 1. Daya hambat isolat rizobakteri terhadap pertumbuhan koloni *Pyricularia oryzae* pada media PDA

No.	Isolat	Diameter koloni (mm)	Daya hambat (%)
1	K	75.00 a*	-
2	Ch3Da	40.00 c	46.66%
3	Ch4BaB	41.00 c	45.33%
4	Ch2Da	43.80 b	41.60%
5	Gh13DaB	44.60 b	40.53%
6	Gg14DtB	45.40 b	39.46%
Nilai	BNT 0.05	2.3490	

* Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf uji 0,05

Menurut Anderson *et al.* (2004) salah satu mekanisme kerja rizobakteri dalam menghambat pertumbuhan jamur adalah melalui produksi enzim. Fernando *et al.* (2006) mengatakan bahwa kemampuan *Pseudomonas* sp. sebagai antagonis jamur karena menghasilkan berbagai senyawa antibiotik antijamur seperti senyawa fenazin, pirolnitritin, pioluteorin, diasetil floroglusinol, dan rhamnolipid. Selanjutnya Shyamala dan Sivakumaar (2012) membuktikan bahwa rizobakteri *Pseudomonas fluorescens* RB04 menunjukkan aktivitas antagonis terhadap jamur *P. oryzae*, karena kemampuannya untuk memproduksi siderofor, enzim protease, dan kitinase. Beberapa strain juga memproduksi enzim hidrolitik, yang juga mungkin memainkan peranan dalam antagonisme langsung. Agens hayati dapat mengendalikan patogen tumbuhan karena mempunyai kemampuan untuk memproduksi siderofor, hidrogen sianida (HCN), senyawa antibiotik, dan enzim serta menginduksi ketahanan sistemik pada tanaman (Siddiqui, 2005; Van Loon, 2007).

Beberapa rizobakteria antagonis telah diuji kemampuannya untuk mengendalikan penyakit blas padi yaitu *Pseudomonas fluorescence* strains 4-15 dan 7-14 (Gnanamanickam and Mew, 1992), *Bacillus subtilis* strain IK-1080 (Taguchi *et al.*, 2003), *Serratia marcescens* strain B2 (Someya *et al.*, 2002) dan *Bacillus megaterium* (Kanjamaneesathian *et al.*, 2009), *Pseudomonas fluorescens* strain RB04 (Shyamala and Sivakumaar, 2012), *Bacillus firmus* strain E65 dan *Serratia marcescens* strain E31 (Suryadi *et al.*, 2013).



Gambar 1. Koloni jamur *Pyricularia oryzae* pada PDA umur 5 hari dengan rizobakteri isolat Ch3Da (A), isolat Gg14DtB (B) dan Kontrol (C).

3.2 Hasil Identifikasi Isolat Rizobakteri

Hasil identifikasi terhadap lima isolat rizobakteri antagonis terhadap *P. oryzae* berdasarkan uji Microbact (Oxoid Microbacttm GNB Kits), sebanyak tiga isolat yaitu Ch4BaB, Gg14DtB, dan Ch2Da mempunyai kemiripan dengan *Enterobacter agglomerans* dengan persentase kemiripan masing-masing sebesar 99.91%; 99.91 % dan 99.77%. Isolat Ch3Da mempunyai kemiripan dengan *Xanthomonas luminescens* sebesar 93.28% dan isolat Gh13DaB mempunyai kemiripan dengan *Serratia liquefaciens* sebesar 99.90 % (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil identifikasi 5 (lima) isolat rizobakteri yang memiliki kemampuan sebagai antagonisme terhadap *Pyricularia oryzae*

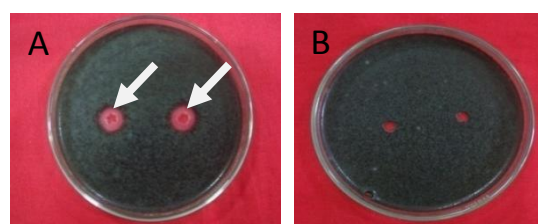
No	Nama Isolat	Spesies bakteri	Persentase kemiripan (%)
1	Ch3Da	<i>Xanthomonas luminescens</i>	93.28
2	Gh13DaB	<i>Serratia liquefaciens</i>	99.90
3	Ch4BaB	<i>Enterobacter agglomerans</i>	99.91
4	Gg14DtB	<i>Enterobacter agglomerans</i>	99.91
5	Ch2Da	<i>Enterobacter agglomerans</i>	99.77

3.3 Daya Hambat Filtrat Biakan Rizobakteri terhadap *Pyricularia oryzae*

Filtrat biakan kelima jenis rizobakteri yang diuji menunjukkan kemampuan untuk menghambat pertumbuhan jamur *P. oryzae* di sekitar sumur difusi, dengan diameter zona hambatan bervariasi antara 5.08 mm sampai 18.51 mm (Tabel 3). Filtrat rizobakteri *Enterobacter agglomerans* isolat Ch2Da menunjukkan zona hambatan paling besar di antara 5 isolat rizobakteri yang diuji yaitu dengan rata-rata diameter zona hambatan sebesar 18.51 mm (Gambar 2). Filtrat isolat *Xanthomonas lumininescens* isolat Ch3Da menghasilkan diameter zona hambatan sebesar 12.15 mm, *Serratia liquefaciens* isolat Gh13DaB sebesar 7.44 mm, *Enterobacter agglomerans* isolat Gg14DtB sebesar 6.68 mm dan *Enterobacter agglomerans* isolat Ch4BaB sebesar 5.08 mm (Tabel 3).

Tabel 3. Daya hambat filtrat biakan isolat rizobakteri terhadap *Pyricularia oryzae*

No.	Spesies	Isolat	Diameter zona hambatan (mm)
1	<i>Enterobacter agglomerans</i>	Ch2Da	18.51
2	<i>Xanthomonas lumininescens</i>	Ch3Da	12.15
3	<i>Serratia liquefaciens</i>	Gh13DaB	7.44
4	<i>Enterobacter agglomerans</i>	Gg14DtB	6.68
5	<i>Enterobacter agglomerans</i>	Ch4BaB	5.08



Gambar 2. Zona hambatan yang terbentuk di sekitar sumur difusi (tanda panah) yang diberi perlakuan filtrat biakan rizobakteri *Enterobacter agglomerans* Ch2Da terhadap jamur *P.oryzae* (warna hitam) (A), kontrol (B).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rizobakteri yang diuji menghasilkan senyawa ekstra seluler yang bersifat sebagai antijamur terhadap *P. oryzae*. Senyawa yang dihasilkan kemungkinan bisa berupa antibiotika atau enzim yang bisa menyebabkan lisis sel-sel jamur. Kemungkinan ini perlu dibuktikan dengan melakukan identifikasi terhadap senyawa yang dihasilkan. Karena keterbatasan prasarana penelitian identifikasi terhadap senyawa tersebut belum dapat dilakukan pada penelitian ini.

Kemampuan agen hayati mengendalikan patogen yang menginfeksi tanaman bisa melalui beberapa mekanisme antara lain melalui kompetisi, produksi antibiotik, parasitisme, dan produksi enzim yang bisa melisis sel patogen (Weller, 1998; Zhang, 2004). Menurut Silva *et al.* (2004) kontak antar hidrogen peroksida dan peroksidase dapat menghentikan infeksi patogen melalui inaktivasi enzim pendegradasi dinding sel yang dikeluarkan oleh patogen. Menurut Singh *et al.* (1999) bahwa enzim kitinase dan selulase yang disekresikan oleh rizobakteria mampu mendegradasi dinding sel patogen sehingga perkembangan patogennya terganggu. Selanjutnya Whipps (2001) mengatakan bahwa senyawa antibiotik menghambat pertumbuhan patogen melalui kontak langsung antara antagonis dengan patogen.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Lima isolat rizobakteri yang diisolasi dari rizosfir tanaman padi yaitu *Xanthomonas luminescens* isolat Ch3Da, *Serratia liquefaciens* isolat Gh13DaB, *Enterobacter agglomerans* isolat Gg14DtB, *Enterobacter agglomerans* isolat Ch2Da, dan *Enterobacter agglomerans* isolat Ch4BaB dapat menghambat pertumbuhan jamur *Pyricularia oryzae* pada media PDA.
2. Mekanisme kerja rizobakteri dalam menghambat pertumbuhan jamur *Pyricularia oryzae* kemungkinan melalui mekanisme antibiosis dengan menghasilkan senyawa antijamur secara ekstra seluler.

4.2 Saran

Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut terutama untuk mengidentifikasi senyawa anti jamur yang dihasilkan oleh rizobakteri. Selain itu, formulasi rizobakteri perlu dikembangkan lebih lanjut agar daya hidup rizobakteri bisa dipertahankan minimal selama 6 bulan. Pengujian efektivitas rizobakteri untuk mengendalikan penyakit blas pada kondisi rumah kaca dan lapangan pada lokasi yang berbeda perlu dilakukan untuk membuktikan stabilitas kinerja rizobakteri yang diperoleh.

Daftar Pustaka

- Anderson, L.M., V.O. Stockwell, and J.E. Loper. 2004. An extracellular protease of *P.fluorescens* inactivates antibiotics of *Pantoea agglomerans*. *Phytopathology* 94:1228-1234.
- Baker, B., P. Zambryski, B. Staska, Wicz, and S.P. Dinesh-Kumar. 1997. Signaling in plant-microbe interactions. *Science*. 276:726-733.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2010. Informasi data luas panen, produksi tanaman padi seluruh provinsi. Jakarta : Badan Pusat Statistik.
- Chin, K.M. 1975. Fungicidal control of the rice blast disease. *Mardi Research Bulletin*. 2 (2): 82-84.
- Dwijosumono, S. 2011. BPS: Jika Dihitung, Indonesia Surplus Beras 4 Juta Ton..Tapi Kemana? Diunduh dari <http://www.republika.co.id/berita/breaking-news/nasional/11/01/13/158052-bps-jika-dihitung-indonesia-surplus-beras-4-juta-ton-tapi-kemana>. 13 Januari 2011.
- Fernando, W.G.D., S. Nakkeeran and Y. Zhang. 2006. Biosynthesis of antibiotic by PGPR and its relation in biocontrol of plant diseases. Di dalam: Siddqui ZA, editor. *PGPR: Biocontrol and Biofertilization*. Netherlands : Springer.
- Gnanamanickam, S. S. and T.W. Mew. 1992. Biological control of blast disease of rice (*Oryza sativa* L.) with antagonistic bacteria and its mediation by a *Pseudomonas* antibiotic. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 58:380-385.
- Huang, J.S. 2001. Plant pathogenesis and resistance. *Biochemistry and physiology of plant-microbe interactions*. Dordrecht Boston London: Kluwer Academic Publishers.
- Jaiganesh, V., A. Eswaran, P. Balabaskar and C. Kannan. 2007. Antagonistic activity of *Serratia marcescens* against *Pyricularia oryzae*. *Not.Bot.Hort.Agrobot.Cluj*. 35 (2): 48-54.
- Kanjanamaneesathian, M., A. Chumtong, A. Pengnoo and R. Wiwattanapatapee. 2009. *Bacillus megaterium* suppresses major Thailand rice diseases. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*. Special Issue, S154-S159.
- Kato, H. 2001. Rice blast disease. *Pesticide Outlook* February 2001. pp. 23-25.
- Machmur, M. 2010. Konsumsi beras Indonesia terbesar di dunia. Diunduh 15 Februari 2012 dari <http://finance.detik.com/read/2010/10/13/123257/1463600/4/konsumsi-beras-indonesia-terbesar-di-dunia>. Rabu 13 Oktober 2010.

- Naureen, Z., S. Yasmin, S. Hameed, K.A. Malik and F.Y. Hafeez. 2005. Characterization and screening of plant growth promoting bacteria isolated from maize grown in Pakistani and Indonesian soil. *J. Basic Microbiol.* 45: 447-459.
- Picman, A.K., E.F. Schneider and J. Gershenzon. 1990. Antifungal activities of sunflower terpenoids, *Biochem. Sys. Ecol.* 18: 325-328.
- Scardaci, S.C., R.K. Webster, C.A. Greer, J.E. Hill, J.F. Williams, R.G. Mutters, D.M. Brandon, K.S. McKenzie and J.J. Oster. 1997. Rice blast: A new disease in California. *Agronomy Fact Sheet Series 1997-2*. Davis: Department of Agronomy and Range Science, University of California. 1: 2-5 p.
- Shyamala, L. and P.K Sivakumaar. 2012. Antifungal Activity of Rhizobacteria Isolated from Rice Rhizosphere Soil Against Rice Blast Fungus *Pyricularia oryzae*. *International Journal of Pharmaceutical and Biological Archives.* 3(3):692-696.
- Siddiqui, Z. A. 2005. *PGPR: Prospective Biocontrol Agents of Plant Pathogens*. Netherlands: Springer
- Silva, H. S. A., R.S. Romeiro, D. Macagnan, B.A. Halfeld-Vieira, M.C.B. Pereira and A. Mounteer. 2004. Rhizobacterial induction of systemic resistance in tomato plants: non-specific protection and increase in enzyme activities. *Biol. Control.* 29:288-295.
- Singh, P.P., Y.C. Shin, C.S. Park and Y.R. Chung. 1999. Biological control of fusarium wilt of cucumber by chitinolytic bacteria. *Phytopathology* 89:92-99.
- Someya, N., M. Nakajima, T. Hibit, I. Yamaguchi and K. Akutsu . 2002. Induced resistance to rice blast by antagonistic bacterium, *Serratia marcescens* strain B2. *Journal General Plant Pathology.* 68 (2): 177-182.
- Suprpta, D.N. dan K. Khalimi. 2012. Pengembangan agen hayati untuk mengendalikan penyakit blas, memacu pertumbuhan dan meningkatkan hasil tanaman padi. *Laporan Penelitian Riset Inovasi Udayana*. Universitas Udayana, Denpasar. 42 hal.
- Suryadi, Y., D.N. Susilowati, E. Riana and N.R. Mubarik. 2013. Management of rice blast disease (*Pyricularia oryzae*) using formulated bacterial consortium. *Emir. J. Food Agric.* 25 (5):349-357.
- Taguchi, Y., M. Hyakumachi, H. Horinouchi and F. Kawane. 2003. Biological control of rice blast disease by *Bacillus subtilis* IK-1080. *Jpn. J. Phytopathol.* 69: 85-93.
- USDA. 2004. Rice yield. *Agriculture Statistics. Production Estimates and Crop Assessment Division, FAS, USDA*.
- Weller, D.M. 1988. Biological control of soil-borne pathogens in the rhizosphere with bacteria. *Annu. Rev. Pythopathology.* 26: 379-407.
- Whipps, J.M. 2001. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. *J. Expt. Bot.* 52: 487-511.
- Whipps, J.M. 1987. Effect of Media on Growth and Interactions Between a Range of Soil-Borne Glasshouse Pathogens And Antagonistic Fungi. *New Phytologi.* 10 (1):127-142.
- Zhang, Y. 2004. Biocontrol of Sclerotia stem rot of canola by bacterial antagonists and study of biocontrol mechanisms involved (Thesis). Winnipeg.

Canada: Departemen of Plant Science. University of Manitoba.
[Http://mspace.lib.umanitoba.ca/bitstream/1993/12111/1/thesis-MSpace.pdf](http://mspace.lib.umanitoba.ca/bitstream/1993/12111/1/thesis-MSpace.pdf).