
PEMANFAATAN RAGI (*Saccaromyces* sp.) DALAM PENGENDALIAN PENYAKIT TUMBUHAN YANG RAMAH LINGKUNGAN

Khamdan Khalimi

Jurusan Agroekoteknologi, Universitas Udayana, Denpasar

E-mail: khamdankhalimi@yahoo.com

Abstract

*One of the most important challenge is preventing and controlling pest and diseases problems, which can partly or completely ruin agricultural crops. Survey done in Bali at three main vanilla growing areas indicated that the stem rot disease was the main and the most destructive disease on vanilla. The objective of the research is to control the vanilla stem rot disease caused by pathogenic fungus *Fusarium oxysporum* f.sp.vanillae. The test for antagonistic activity by fungi was done through side by side culture and antifungal activity test on vanilla seedlings. Results of this study showed that *Saccaromyces* sp. effectively suppressed the growth of fungi on Potato Dextrose Agar medium and vanilla seedlings.*

Key words: *saccaromyces* sp., control the plant disease

1. Pendahuluan

Penyakit tumbuhan sangat sulit untuk dikendalikan karena populasinya berubah-ubah sesuai dengan waktu, ruang dan genotipe. Untuk mencegah kehilangan hasil yang ditimbulkan, maka sangat penting untuk mengetahui masalahnya dengan benar dan mencari cara pengendaliannya. Pada tingkat biologis, diperlukan untuk melakukan identifikasi penyebab penyakit secara tepat dan cepat, estimasi secara tepat tingkat atau intensitas penyakit, pengaruhnya terhadap hasil, dan mengidentifikasi mekanisme serangannya. Penyakit bisa dikurangi melalui pengurangan jumlah inokulum, penghambatan terhadap mekanisme virulensinya dan peningkatan keragaman genetik tanaman (Strange dan Scott, 2005). Dampak buruk dari penyakit tumbuhan terhadap produksi bisa dikurangi melalui produksi tanaman yang tahan, memperbaiki teknik budidaya, menggunakan pestisida, dan mengintroduksi musuh alami (Agrios, 2005).

Penggunaan pestisida sintesis telah diketahui bisa menimbulkan berbagai masalah kesehatan dan lingkungan. Menurut ILO (International Labour Organization, 1996) sebanyak 14% dari kecelakaan kerja disebabkan oleh paparan pestisida dan zat-zat kimia lain yang digunakan pertanian. Menurut WHO (World Health Organization) dan UNEP (United

Nation Environment Programme) bahwa setiap tahun 3 juta pekerja di sektor pertanian pada negara-negara sedang berkembang mengalami keracunan berat akibat pestisida dan sebanyak 18.000 mengalami kematian (Miller, 2004). Penggunaan pestisida secara terus-menerus dan dalam jumlah besar juga dilaporkan dapat mengakibatkan matinya musuh alami dan timbulnya resistensi patogen. Penggunaan pestisida pentaklorobenzena (PCNB) dilaporkan dapat meningkatkan kejadian penyakit tanaman yang disebabkan oleh *Phytium*, *Fusarium*, dan *Phytophthora*. Hal ini disebabkan oleh pengaruh PCNB terhadap *Streptomyces* yang merupakan mikroba pengendalinya (Soesanto 2008).

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka perlu dilakukan upaya untuk menemukan agen hayati dari alam yang bisa digunakan sebagai agen pengendali penyakit tanaman yang bersifat ramah lingkungan. Indonesia yang terletak didaerah tropis memiliki keaneka ragaman mikroba yang sangat tinggi. Sebagian dari mikroba tersebut sangat potensial untuk dikembangkan sebagai agen pengendali hayati penyakit tanaman. Salah satu jenis mikroba yang dapat digunakan sebagai agen pengendali penyakit tanaman adalah *Saccharomyces* sp. Pemanfaatan mikroba dalam biopestisida merupakan langkah awal dalam mewujudkan pertanian yang berwawasan lingkungan.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Pengujian Daya Hambat *Saccharomyces sp.* Terhadap Pertumbuhan Beberapa Patogen Tanaman secara *in vitro*

Uji daya hambat *Saccharomyces sp.* terhadap pertumbuhan beberapa jamur patogen tanaman ditentukan dengan menggunakan metode Yuliana *et al.*, (1987). Persiapan media tumbuh dilakukan dengan menuangkan 10 ml media Potato Dextrose Agar (PDA) yang masih encer ($\pm 50^{\circ}\text{C}$) pada cawan Petri kemudian digoyang-goyangkan secara melingkar sampai rata di seluruh permukaan cawan Petri dan ditunggu sampai padat. Jamur patogen diinokulasikan pada media PDA, ditengah-tengah cawan Petri, kemudian *Saccharomyces sp.* diinokulasikan pada 4 posisi mengapit jamur patogen masing-masing berjarak 2 cm dari tepi cawan Petri. Selanjutnya cawan Petri diinkubasi pada suhu ruang dan pengamatan dilakukan terhadap luas koloni jamur patogen, dengan mencatat luas koloni patogen setiap hari untuk membandingkan antara luas pertumbuhan koloni jamur pada media yang diberi perlakuan mikroba antagonis dengan luas pertumbuhan patogen pada kontrol. Penentuan persentase daya hambat mikroba antagonis ditentukan dengan rumus:

$$\text{Daya Hambat} = \frac{\text{Luas Koloni Kontrol} - \text{Luas Koloni Perlakuan}}{\text{Luas Koloni Kontrol}} \times 100\%$$

30 menit. Setelah dingin selanjutnya diinokulasi dengan suspensi *Saccharomyces sp.* sebanyak 10 ml untuk masing-masing plastik dan diinkubasi selama 14 hari.

Setelah diinkubasi selama 14 hari, dari masing-masing dosis formulasi diambil 1 gram untuk menentukan jumlah populasi *Saccharomyces sp.* Penentuan jumlah populasi *Saccharomyces sp.* berdasarkan metode pengenceran yaitu: 1 gram bahan diencerkan dalam 9 ml air steril dan divortek selama 15 menit. Seri pengenceran dilakukan sampai 10^{-5} , selanjutnya sebanyak 100 μl suspensi tersebut dimasukkan ke dalam 10 ml media PDA dalam cawan Petri dan diinkubasi selama 2 hari. Jumlah koloni yang tumbuh diamati dan dihitung. Untuk aplikasi lapangan, komposisi yang akan dibuat merupakan komposisi yang terbaik dari perlakuan yang diuji secara *in vitro*.

2.2. Pengujian Daya Hambat *Saccharomyces sp.* Terhadap Pertumbuhan *Fusarium oxysporum f.sp. vanillae* pada Bibit Panili

Pengujian ini dilakukan di rumah kaca dengan mengikuti pola Rancangan Acak Kelompok (RAK). Perlakuan yang diberikan yaitu:

Tabel 1. Komposisi media biopestisida yang diuji

Formulasi	Bahan (untuk 1000 g)			
	Kaolin (g)	Tepung jagung (g)	Gula (g)	Air (ml)
A= 1:1	500	500	100	320
B= 2:1	666,64	333,32	100	320
C= 3:1	750	250	100	320
D= 4:1	800	200	100	320
E= 5:1	833,32	166,68	100	320

Media yang digunakan untuk formulasi agen hayati terdiri dari kaolin, tepung jagung, gula pasir dan air. Setelah bahan dicampur selanjutnya dimasukkan ke dalam plastik, dan di *autocave* selama

- Pemberian formulasi isolat antagonis dengan dosis 5 gram
- Pemberian formulasi isolat antagonis dengan dosis 10 gram

- c. Pemberian formulasi isolat antagonis dengan dosis 15 gram
- d. Pemberian formulasi isolat antagonis dengan dosis 20 gram
- e. Kontrol tanpa pemberian formulasi isolat antagonis

Masing-masing perlakuan diulang 60 kali sehingga terdapat 300 pot percobaan. Inokulum jamur *F. oxysporum* f.sp *vanillae* diperoleh dari biakan yang telah berumur 8 hari pada media PDA. Parameter yang diamati adalah menentukan populasi jamur dalam tanah dan persentase tanaman panili terserang penyakit busuk batang. Penghitungan jumlah populasi yang ada didalam tanah, dilakukan dengan cara mengambil 1 g tanah dari setiap polibag untuk masing-masing perlakuan. Seri pengenceran dilakukan dari 10^{-1} sampai 10^{-5} . Jumlah koloni yang tumbuh diamati dan dihitung 3 hari setelah inokulasi. Perhitungan persentase tanaman terserang dilakukan dengan mempergunakan rumus:

$$P = \frac{a}{a + b} \times 100\%$$

Keterangan

P = persentase tanaman sakit

a = tanaman sakit

b = tanaman sehat

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengujian Daya Hambat *Saccharomyces sp.* Terhadap Pertumbuhan Beberapa Patogen Tanaman Secara *in vitro*

Berdasarkan Hasil uji antagonistik *Saccaromyces sp.* terhadap *F. oxysporum* f.sp. *vanillae*, *Geotricum candidum*, *Fusarium capsici*, *Alternaria porri*, *Phytophthora palmivora*, dan *Colletroticum capsici* menunjukkan bahwa isolat *Saccaromyces sp.* yang diuji memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap parameter yang diamati yaitu luas koloni dan persentase hambatan pertumbuhan koloni beberapa jamur yang diuji. Mekanisme antagonisme antara *Saccharomyces sp.* terhadap enam patogen tersebut terlihat pertumbuhan isolat antagonis lebih cepat bila dibandingkan dengan patogen. Avis dan Belanger (2002) menyatakan bahwa sifat mikroorganisme antagonis adalah pertumbuhannya lebih cepat dibanding dengan patogen dan atau menghasilkan senyawa antibiotik yang dapat menghambat pertumbuhan patogen. Adanya rambatan senyawa antibiotik yang dihasilkan oleh *Saccharomyces sp.* menyebabkan terjadinya penekanan pada pertumbuhan jamur. Luas koloni jamur yang paling kecil terjadi pada *A. porri* yaitu sebesar 0,3 cm² diikuti kemudian *F. capsici* sebesar 3,0 cm², *F. oxysporum*

Tabel 2. Pengaruh agen hayati *Saccharomyces sp.* terhadap luas koloni dan persentase hambatan pertumbuhan koloni beberapa jamur patogen

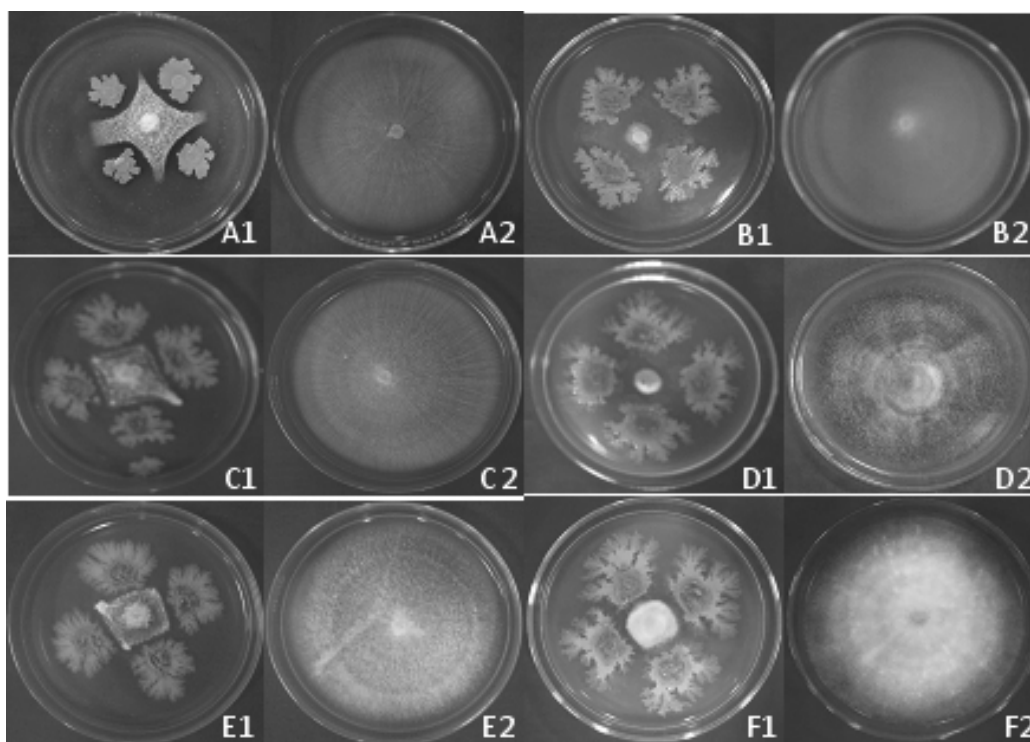
No	Perlakuan <i>Saccharomyces sp.</i> terhadap jamur	Luas koloni jamur (cm ²)	Daya hambat (%)
1	<i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>vanillae</i> Kontrol <i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>vanillae</i>	3,1 b 60,8 a	94,9
2	<i>G. candidum</i> Kontrol <i>G. candidum</i>	7,0 b 58,0 a	87,9
3	<i>F. capsici</i> Kontrol <i>F. capsici</i>	3,0 b 58,0 a	94,8
4	<i>A. porri</i> Kontrol <i>A. porri</i>	0,3 b 52,2 a	99,4
5	<i>P. palmivora</i> Kontrol <i>P. palmivora</i>	3,1 b 58,0 a	94,6
6	<i>C. capsici</i> Kontrol <i>C. capsici</i>	3,8 b 60,8 a	95,0

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata pada taraf uji Duncan 0,05.

f.sp. *vanillae* dan *P. palmivora* sebesar 3,1 cm², dan *C. capsici* sebesar 3,8 cm² (Tabel 2). Persentase daya hambat tertinggi terjadi pada *Alternaria porri* yaitu sebesar 99,4%, diikuti kemudian *Colletroticum capsici* sebesar 95%, *F. oxysporum* f.sp. *vanillae* sebesar 94,9%, *Fusarium capsici* sebesar 94,8%, *Phytophthora palmivora* sebesar 94,6%, dan persentase daya hambat terkecil yaitu *Geotricum candidum* sebesar 87,9%. Hal ini menunjukkan bahwa *Saccharomyces* sp. memberikan hambatan terhadap pertumbuhan enam jamur yang diuji dengan tingkat hambatan yang sangat tinggi.

Hasil uji daya hambat terhadap pertumbuhan *F. oxysporum* f.sp. *vanillae*, *G. candidum*, *F. capsici*, *A. porri*, *P. palmivora*, dan *C. capsici* oleh *Saccharomyces* sp. menunjukkan bahwa telah terjadi penghambatan pertumbuhan koloni enam jamur tersebut oleh *Saccharomyces* sp. (Gambar 1). Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa koloni *F. oxysporum* f.sp. *vanillae*, *G. candidum*, *F. capsici*,

A. porri, *P. palmivora*, dan *C. capsici* tanpa *Saccharomyces* sp. (kontrol) menunjukkan pertumbuhan yang hampir menutupi luas permukaan media di cawan Petri. Pada kontrol tersebut, fase logaritmik (phase dimana terjadinya pertumbuhan yang maksimum) pertumbuhan koloni enam jamur yang diuji mencapai maksimal tanpa hambatan karena kebutuhan terhadap nutrisi terpenuhi. Sementara itu, pertumbuhan koloni *F. oxysporum* f.sp. *vanillae*, *G. candidum*, *F. capsici*, *A. porri*, *P. palmivora*, dan *C. capsici*, terhambat dengan adanya koloni *Saccharomyces* sp. yang berada disebelahnya. Efek *Saccharomyces* sp. terhadap penghambatan pertumbuhan enam jamur yang diuji relatif sama, ditunjukkan dengan berkurangnya luas koloni enam jamur tersebut. Hal ini disebabkan oleh terjadinya lisis dari hifa enam jamur yang diuji atau adanya rambatan senyawa antibiotik yang dihasilkan *Saccharomyces* sp. menyebabkan terjadinya penekanan pada pertumbuhan enam jamur tersebut.



Gambar 1. Uji antagonistik *Saccaromyces* sp. terhadap beberapa jamur patogen

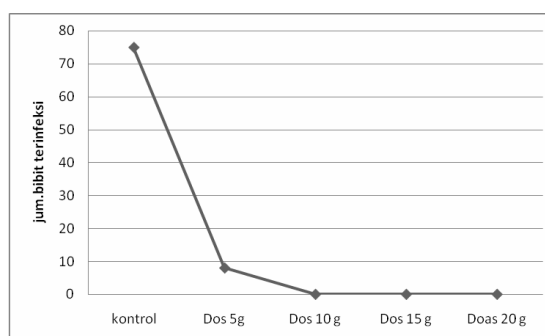
A1: *Saccaromyces* sp. dan *F. oxysporum* f.sp. *vanillae*, A2: kontrol *F. oxysporum* f.sp. *vanillae*., B1: *Saccaromyces* sp. dan *G. candidum*, B2: kontrol *G. candidum*., C1: *Saccaromyces* sp. dan *F. capsici*, C2: kontrol *F. capsici*., D1: *Saccaromyces* sp. dan *A. porri*, D2: kontrol *A. porri*., E1: *Saccaromyces* sp. dan *P. palmivora*, E2: kontrol *P. palmivora*., F1: *Saccaromyces* sp. dan *C. capsici*, F2: kontrol *C. capsici*.

Kemampuan suatu agen hayati dalam menekan patogen biasanya melibatkan satu atau beberapa cara mekanisme penghambatan. Mekanisme penghambatan agen hayati ragi terhadap patogen adalah kompetisi ruang, nutrisi dan oxygen (Janisiewicz, 2002). *Saccharomyces* sp. menghasilkan etanol, enzim β -1,3-glucanase, chitinase, peroxidase, ethyl acetate, senyawa volatile yang bersifat antijamur, toksin dan antibiotik (El Ghaouth *et al.*, 2003; Rojas *et al.*, 2001; Saksena *et al.*, 1987; Ippolito *et al.*, 2000; Wilson dan Wisniewski, 1994). Passoth dan Schnurer (2003) menyatakan bahwa mekanisme penghambatan agen hayati *Saccharomyces* sp. dalam menekan pertumbuhan patogen adalah melalui mekanisme mikoparasitisme. Druvefors (2005) dan Droby *et al.*, (1991) melaporkan bahwa *Saccharomyces* sp. dapat digunakan sebagai agen penginduksi respon pertahanan inang. Dalam kompetisi ruang, *Saccharomyces* sp. dibantu oleh kapsul yang membentuk polisakarida ekstraseluler yang digunakan untuk melekat pada bagian permukaan tanaman. Kecepatan berkembangbiak dan berkolonisasi sangat menentukan keberhasilan *Saccharomyces* sp. dalam kompetisi nutrisi (Piano *et al.*, 1997). Beyagoub *et al.*, (1996) melaporkan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* mempunyai daya antagonisme terhadap *Pythium aphanidermatum* penyebab penyakit rebah kecambah yang merupakan mekanisme mikoparasitisme, sekresi enzim lytic seperti β -1,3-glucanase dan menghasilkan antibiotik. Parasitisme ditunjukkan dengan melekatnya sel *Saccharomyces* sp. secara kuat pada micelium jamur (Wisniewski *et al.*, 1991).

3.3. Pengujian Daya Hambat *Saccharomyces* sp. Terhadap Pertumbuhan *Fusarium oxysporum* f.sp. *vanillae* pada Bibit Panili

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan selama sembilan puluh hari diperoleh data bahwa

panili yang diberi perlakuan antagonis dosis 15 g dan dosis 20 g tidak menunjukkan gejala seperti yang terjadi pada dosis 5 g, 10 g, dan kontrol. Pada Gambar 2 menunjukkan adanya peningkatan patogenesis dari jamur *F. oxysporum* f.sp. *vanillae* pada perlakuan 5 g dan pada kontrol. Jumlah bibit yang mengalami gejala serangan patogen busuk batang terus terjadi setiap minggu, berbeda dengan bibit yang diberi perlakuan dengan dosis 10 g, 15 g, dan 20 g yang sama sekali tidak menunjukkan gejala serangan sampai usia penanaman mencapai tiga bulan. Bibit panili yang terserang mula-mula mengalami pembusukan dari pangkal batang yang merupakan bagian paling rentan terkena serangan patogen busuk batang, karena pada bagian ini terdapat luka yang terjadi saat pemotongan bibit sebelum penanaman. Pembusukan juga bisa terjadi pada bagian ujung batang yang merupakan luka akibat pemotongan bibit. Pembusukan yang terjadi pada pangkal batang dan ujung diawali dengan berubahnya warna dan tekstur batang. Warna batang menjadi kuning kecoklatan dan akan berubah menjadi lebih gelap dan akan menjadi coklat atau kehitaman dan akhirnya bagian yang busuk tersebut akan mengering dan mati.



Gambar 2. Grafik persentase bibit yang bergejala penyakit busuk batang

Tabel 3. Daya Hambat Antagonis *Saccharomyces* sp. Terhadap Populasi Jamur *F. oxysporum* f.sp. *vanillae* dalam Tanah

Perlakuan	Populasi Fusarium (CFU/g tanah) x 10 ⁴	Daya hambat
	Rata-rata ± standar Deviasi	
Kontrol	18,833 ± 5,1776	-
Dosis 5 g	16,633 ± 4,4443	11,68 %
Dosis 10 g	13,266 ± 4,444	29,55 %
Dosis 15 g	0	100 %
Dosis 20 g	0	100 %

Berdasarkan jumlah koloni yang tumbuh pada media PDA untuk setiap 100 il yang diambil dari masing-masing seri pengenceran didapatkan data populasi jamur *Colony Forming Unit* (CFU) pada masing-masing perlakuan dan kontrol tercantum pada tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata populasi jamur *F. oxysporum* f.sp. *vanillae* pada kontrol sangat tinggi yaitu mencapai $18,833 \times 10^4$, begitu juga dengan perlakuan antagonis *Saccharomyces* sp. dengan dosis 5 dan 10 g, masing-masing sebesar $16,633 \times 10^4$ dan $13,266 \times 10^4$ CFU/g tanah. Nilai ini menunjukkan bahwa tingkat pertumbuhan jamur di dalam tanah cukup tinggi. Sedangkan nilai rata-rata jumlah populasi jamur *F. oxysporum* f.sp. *vanillae* pada tanah yang diberi perlakuan isolat antagonis dengan dosis 15 dan 20 g mampu menghambat pertumbuhan jamur *F. oxysporum* f.sp. *vanillae*, dengan daya hambat sebesar 100%.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil simpulan sebagai berikut

1) Aplikasi antagonis *Saccharomyces* sp. terhadap *F. oxysporum* f.sp. *vanillae*, *G. candidum*, *F. capsici*, *A. porri*, *P. palmivora*, dan *C. capsici* pada media PDA mampu menghambat pertumbuhan enam jamur patogen tersebut dengan tingkat hambatan yang sangat tinggi.

Persentase daya hambat tertinggi terjadi pada *A. porri* yaitu sebesar 99,4%, diikuti kemudian *C. capsici* sebesar 95%, *F. oxysporum* f.sp. *vanillae* sebesar 94,9%, *F. capsici* sebesar 94,8%, *P. palmivora* sebesar 94,6%, dan persentase daya hambat terkecil yaitu *G. candidum* sebesar 87,9%.

2) Uji daya hambat antagonis *Saccharomyces* sp. terhadap *F. oxysporum* f.sp. *vanillae* pada perlakuan bibit panili menunjukkan bahwa perlakuan antagonis *Saccharomyces* sp. dengan dosis 10, 15, dan 20 gram mampu menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* f.sp. *vanillae* di dalam tanah. Pada perlakuan *Saccharomyces* sp. dengan dosis 10 gram, jumlah populasi *F. oxysporum* f.sp. *vanillae* di dalam tanah sebesar $16,633 \times 10^4$ CFU/g tanah dan pada perlakuan kontrol sebesar $18,833 \times 10^4$ CFU/g tanah. Sedangkan pada perlakuan dengan dosis 15 dan 20 gram tidak ditemukan populasi *F. oxysporum* f.sp. *vanillae* di dalam tanah.

3) Rendahnya populasi *F. oxysporum* f.sp. *vanillae* di dalam tanah pada perlakuan dengan dosis 10 g, 15 g, dan 20 g berkorelasi positif terhadap intensitas penyakit busuk batang. Pada perlakuan tersebut tidak ditemukan gejala serangan penyakit busuk batang sampai usia penanaman mencapai tiga bulan.

Daftar Pustaka

Agrios GN. 2005. *Plant Pathology*. Fifth Edition. Academic Press.

Avis TJ, Belanger RR. 2002. Mechanisms And Means Of Detection Of Biocontrol Activity Of *Pseudozyma* Yeasts Against Plant- Pathogenic Fungi. *FEMS yeast Res.* 2: 5-8.

Benyagoub, M., Rhlid, R.B. and Belanger, R.R.. 1996. "Purification And Characterisation Of New Fatty Acids With Antibiotic Activity Produced By *Sporothrix Flocculosa*." *J. Chem. Ecol.* 22: 405- 413.

Droby, S., Chalutz, E. & Wilson, C. L. 1991. "Antagonistic Microorganisms As Biological Control Agents Of Postharvest Diseases Of Fruits And Vegetables". *Postharvest News and Information* 2, 169-173.

Druvefors U, Passoth V, and Schnurer J. 2005. "Nutrient Effects on Biocontrol of *Penicillium Roqueforti* by *Pichia anomala* J121 during Airtight Storage of Wheat". *Applied And Environmental Microbiology*, Vol. 71, No. 4, pp. 1865-1869

El Ghaouth, A., Wilson, C.L. & Wisniewski, M. 2003. "Control Of Postharvest Decay Of Apple Fruit With *Candida Saitoana* And Induction Of Defense Responses" *Phytopathology* 93, 344-348.

- Ippolito, A., Nigro, F., 2000. "Impact Of Preharvest Application Of Biological Control Agents On Postharvest Diseases Of Fresh Fruits And Vegetables". *Crop Prot.* 19, 610-619.
- ILO. 1996. "Wage Workers In Agriculture: Condition Of Employment And Work; Sectoral Activities Programme". *Report For Discussion At The Tripartite Meeting On Improving Conditions Of Employment And Work Of Agricultural Wage Workers In The Context Of Economic Restructuring.* International Labor Organization, Geneva.
- Janisiewicz, W. J., and L. Korsten. 2002. "Biological Control Of Postharvest Diseases Of Fruits". *Annu. Rev. Phytopathol.* 40:411–441.
- Miller, G.T. 2004. *Sustaining The Earth*, 6th edition. Thompson Learning, Inc. Pacific Grove California, Chapter 9, Pages 211-216.
- Piano, S., Neyrotti, V., Migheli, Q., Gullino, M.L. 1997. "Characterization Of The Biocontrol Capability Of *Metschnikowia Pulcherrima* Against Botrytis Postharvest Rot Of Apple". *Postharvest Biol. Technol.* 11, 131-140.
- Passoth, V. & Schnürer, J. 2003. *Functional Genetics Of Industrial Yeasts* (Ed, de Winde, H.) Springer Verlag Berlin, Heidelberg, pp. 297-330.
- Rojas, V., J. V. Gil, F. Pinaga, and P. Manzanares. 2001. Studies On Acetate Ester Production By Non-Saccharomyces Wine Yeasts. *Int. J. Food Microbiol.* 70:283–289.
- Soesanto L. 2008. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. Raja Grafindo Persada. 573 hal., Jakarta.
- Saksena, N., and H. H. S. Tripathi. 1987. "Effect Of Organic Volatiles From *Saccharomyces* On The Spore Germination Of Fungi". *Acta Microbiol. Hung.* 34:255–257.
- Strange, R.N. and P.R. Scott. 2005. "Plant Disease: A Threat To Global Food Security". *Ann. Rev. Phytopathology* 43:83-165.
- Wilson, C.L., Wisniewski, M.E., 1994. *Biological Control of Postharvest Diseases – Theory and Practice*. CRC Press, Boca Raton.
- Wisniewski, M., Biles, C., Droby, S., McLaughlin, R., Wilson, C. & Chalutz, E. 1991. "Mode Of Action Of The Postharvest Biocontrol Yeast, *Pichia Guilliermondii*. Characterization Of Attachment To Botrytis Cinerea". *Physiological and Molecular Plant Pathology* 39, 245-258.
- Yuliana, T., Ambarawati, H., Modjo, H. 1987. "Mikroorganisme Antagonistic Terhadap Jamur Phytophthora Palmivora Butler, Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Lada Di Lampung". *Proceeding Simposium PFI* Surabaya. 24-26 Nopember 1987. 93-98.