

Identifikasi Rhizoctonia Mikoriza Pada Anggrekan Dan Kelompok Anastomosisnya

Identification of Mycorrhiza Rhizoctonia on The Groups of Orchids and Groups of Their Anastomosis

✉ Haryuni

Fakultas Pertanian, Universitas Tunas Pembangunan Surakarta, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Januari 2013
Disetujui Maret 2013
Dipublikasikan Maret 2013

Keywords:

Anastomosis
Identification
Orchid mycorrhiza

Abstrak

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Klinik Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta dan Pusat Penelitian di Laboratorium Biologi Fakultas Pertanian Universitas Gifu di Jepang. Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi dan melakukan anastomosis isolat jamur *Rhizoctonia* mikoriza (TMG-2, SR-9 dan SR-8). Tester yang digunakan yaitu AG-F SIR.9, AG-F Fko.2.28, and AG-F PS.17. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Identifikasi SR-8 memiliki ciri pada *Rhizoctonia* binukleat (BNR) dan dikelompokkan kedalam AG-F (teleomorf: *Ceratobasidium* sp.)

Abstract

The experiment was carried out at the Laboratory of Clinical Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Gadjah Mada University in Yogyakarta and the Research Center at the Laboratory of Agriculture Biology, Gifu University in Japan. The objectives of the experiment were to identify and to test anastomosis group of orchid mycorrhizal Rhizoctonia TMG-2, SR-9, and SR-8 isolates. The tester of Rhizoctonia to be used were AG-F SIR.9, AG-F Fko.2.28, and AG-F PS.17. Results of the study showed that SR-8 belongs to binucleate Rhizoctonia (BNR) and grouped into AG F (teleomorph: Ceratobasidium sp).

© 2013 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:
Jalan Balekambang Lor No. 1 Manahan Surakarta. Kode Pos 57139
Telp./Fax. (0271) 726278; E-mail: yuni_utp@yahoo.co.id

ISSN 2085-191X

PENDAHULUAN

Jamur mikoriza merupakan bentuk asosiasi simbiosis mutualistik antara jamur dan akar tanaman. Perkembangan miselium, diferensiasi menjadi struktur infeksi, dan penetrasinya ke tanaman inang dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik yang penting ialah kemampuan tanaman menghasilkan sinyal-sinyal tertentu yang menyebabkan jamur mikoriza menginfeksi akar (Nusantara 2007). Ada enam tipe asosiasi mikoriza, yaitu: (1) *Vesicular-arbuskular mycorrhiza* (VAM), yaitu mikoriza yang dalam asosiasinya dengan perakaran tanaman membentuk vesikula dan arbuskula. Jamur yang tergolong dalam mikoriza tipe ini biasanya berasal dari kelompok *Zygomycetes*. (2) *Ectomycorrhiza* (ECM), yaitu mikoriza yang dalam asosiasinya dengan perakaran tanaman membentuk mantel yang menutupi permukaan perakaran dan membentuk *hartig net* di sekeliling sel epidermis dan korteks. Jamur yang tergolong dalam mikoriza tipe ini biasanya berasal dari kelompok *Basidiomycetes*. (3) *Ectendomycorrhiza* (*Arbutoid*), mempunyai sifat mirip dengan ECM, tetapi hifa jamur dapat juga masuk ke dalam sel epidermis. (4) *Orchid mycorrhiza*, tipe mikoriza ini terdapat pada anggrek, terutama pada kecambah anggrek dan tanaman anggrek dewasa yang klorofilnya kurang baik. Jamur tipe ini membentuk struktur hifa yang berupa lilitan padat yang disebut peloton. (5) *Ericoid mycorrhiza*, jamur tipe ini biasanya membentuk struktur yang disebut "*hair root*" pada tanaman *Ericales*. (6) *Thysanotus mycorrhiza*, tipe mikoriza ini terdapat pada tanaman bakung. Jamur ini hanya tumbuh dan berkembang di bawah sel epidermis perakaran bakung.

Jamur mikoriza menguntungkan bagi tanaman di daerah kering karena dapat meningkatkan kemampuan tanaman untuk menyerap air (Cui *et al.* 2004), memperbaiki sifat kimia, fisika, dan biologi tanah, karena hifa eksternal jamur mikoriza mampu menembus ruang pori tanah, baik mikro maupun makro. Keberadaan hifa eksternal dan akarsangat penting karena mampu menyerap dan menyimpan lengas tanah/*soil moisture* (Nelson & Safir *cit.* Harahap 2009). Jamur mikoriza dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan pertumbuhan dan regenerasi akar (Porcel & Ruiz-Lozano 2004; Ingham *cit.* Margaretha 2008). Jamur mikoriza diharapkan dapat menyebabkan bibit vanili tahan kering, penggunaan bibit vanili tahan kering ini dapat meningkatkan produktivitas dan umur produksi tanaman (Hadisutrisno 2005).

Jamur mikoriza yang bersimbiosis dengan anggrek disebut jamur mikoriza anggrekan. Mikori-

za anggrekan tersebut dikelompokkan ke dalam genus *Rhizoctonia*, *Tulasnella*, *Ceratobasidium*, dan *Thanatephorus*. Athipunyakom (2004) telah menemukan tujuh genus dan empat belas spesies jamur mikoriza yang diisolasi dari perakaran anggrek sehat, yaitu *Ceratorhiza cerealis*, *C. pernacatena*, *C. ramicola*, *Ceratorhiza* sp., *Epulorhiza calendulina*, *E. repens*, *Rhizoctonia globularis*, *Sistotrema* sp., *Trichosporiella multisporum*, *Tulasnella* sp., *Waitea circinata* dan dua jenis *Rhizoctonia* sp. Dari pewarnaan inti diketahui bahwa semuanya termasuk ke dalam kelompok *Rhizoctonia* binukleat, kecuali *Waitea circinata* yang termasuk kelompok multinukleat. Kelompok anggrekan merupakan tanaman yang bunganya indah dan sudah dikenal sejak 200 tahun lalu. Kelompok ini dapat hidup secara terrestrial maupun epifit, berklorofil maupun parasit. Salah satu ciri utama tanaman anggrek adalah dihasilkan biji yang sangat kecil dan banyak. Tanaman anggrek pada semua siklus hidupnya secara obligat tergantung oleh jamur mikoriza (Haryuni 2012).

Berdasarkan jumlah inti sel hifanya *Rhizoctonia* dibagi menjadi tiga kelompok utama, yaitu: uninukleat, binukleat, dan multinukleat. Pada *Rhizoctonia* binukleat ujung sel hifa yang muda biasanya berinti 2 atau dapat berkisar antara 1—3, sedangkan *Rhizoctonia* multinukleat berinti lebih dari dua (Sneh *et al.* 1991). Hasil isolasi dari jamur 108 anggrek di Puerto Rico pertama kali diperoleh hifa yang berinti dua atau lebih (Otero *et al.* 2002). Pengelompokan tersebut dibedakan berdasarkan pada warna dan morfologi koloni, jumlah sel inti hifa, morfologi teleomorf, karakteristik pertumbuhan dan patogenisitas pada tanaman inang.

Pengelompokan jamur dengan metoda anastomosis hifa dapat menunjukkan hubungan kekeluargaan atau tingkat kesamaan (Kim *et al.* 2004), walaupun tidak mencapai 100%. Pengujian anastomosis dilakukan pada kelompok yang berbeda sehingga dapat menunjukkan kompatibilitas dan respon dari 2 ujung hifa yang melebur. Berdasarkan anastomosisnya *Ceratobasidium cornigerum* dapat berasosiasi dengan kelompok anggrekan. Hal tersebut dapat dilihat dari terjadinya fusi 2 ujung hifa yang bertemu dan melebur menjadi satu secara sempurna. *Rhizoctonia* binukleat telah dibagi menjadi "kelompok anastomosis" (*Anastomosis Group* atau AG) yang berbeda-beda (Hyakumachi *et al.* 2005), didasarkan atas uji anastomosis dari hifa dan didukung dengan analisis urutan DNA. Setidaknya enam dari AGs (AG-A, AG-B, AG-C, AG-D, AG-P, dan AG-Q) berhubungan dengan *Ceratobasidium cornigerum* (Sen *et al.*, 1999), sedangkan Hyakumachi *et al.* (2005) menemukan *Rhizoctonia* binukleat AG-T dan AG-U dari akar

dan batang *Rosa* spp. di Jepang.

Fusi 2 ujung hifa sangat menentukan adanya kesamaan dalam kelompok. Pengujian terhadap hubungan filogenik kelompok anastomosis (AG) dari kelompok *Rhizoctonia* yang berasosiasi dengan *Ceratobasidium* dan *Thanatephorus* teleomorf dari 122 isolat, diperoleh 31 kelompok terdiri atas 21 kelompok *Thanatephorus* dan 10 kelompok *Ceratobasidium*. Jamur yang memiliki kesamaan pada pola genetik memudahkan dalam menentukan hubungan kekerabatan (Frowine *cit.* Hidayat & Pancoro, 2008). Pada *Rhizoctonia* mikoriza yang didapatkan dari anggrekan belum dilakukan pengelompokan sehingga perlu dilakukan pengujian dengan cara anastomosis.

METODE

Isolat jamur *Rhizoctonia* binukleat (*binucleate Rhizoctonia* atau BNR) yang digunakan terdiri atas SR-8 dan SR-9 yang keduanya diisolasi dari perakaran vanili di Kulonprogo, dan TMG-2 yang diisolasi dari Temanggung (Irawati, 2004), kemudian diperbanyak melalui medium seleksi jagung tumbuk, pecahan beras halus, bekatul, dan sekam padi. Isolat BNR diperbanyak pada medium agar air 2%, kemudian disimpan pada suhu kamar (25–26°C) selama 5 hari. Isolat selanjutnya ditumbuhkan dalam medium PDA di cawan petri berdiameter 9 cm, kemudian diinkubasikan selama 5–7 hari pada suhu kamar. Biakan jamur tersebut diperbanyak dan dikembangkan pada medium jagung giling (hasil seleksi pendahuluan) selama 5–7 hari, biakan ini digunakan sebagai biakan murni untuk pengujian selanjutnya.

Biakan diinokulasikan pada bibit vanili yang berasal dari kultur jaringan, dibiarkan tumbuh selama 8 bulan kemudian pada bagian perakarannya dilakukan pengamatan histopatologis. Tahap pertama adalah penjernihan jaringan akar, yaitu dengan mencuci akar bibit vanili sampai bersih secara perlahan memotongnya dengan panjang lebih kurang 2-3 cm, diiris tipis membujur. Potongan akar dimasukkan dalam KOH 10% dipanaskan pada suhu 70°C selama 3 menit (hasil penelitian pendahuluan). Akar dicuci dalam KOH 1% dingin dan direndam dalam HCl 1% selama 1 menit. Tahap kedua adalah pengecatan jaringan akar. Potongan akar yang telah melalui tahap pertama direndam dalam *lactophenol trypan blue* 0,05% selama 1 hari.

$$\text{Persentase infeksi akar} = \frac{\text{Panjang akar terinfeksi}}{\text{Panjang akar yang diamati}} \times 100\%$$

Pengamatan struktur hifa (peloton) secara mikroskopis dilakukan dengan membuat preparat jaringan akar pada gelas objek. Pengamatan hifa internal dilakukan secara mikroskopis dengan melihat keberadaan hifa di dalam jaringan akar, sedangkan pengamatan hifa eksternal dilakukan dengan melihat adanya hifa di permukaan akar.

Pengamatan anastomosis dilakukan dengan cara mencairkan 200 ml agar air kemudian pH nya diatur hingga mencapai 3,8 dengan cara menambahkan larutan asam laktat (*lactic acid*) 10%. Agar air yang sudah mencair dan derajat kemasamannya (pH) mencapai 3,8 dituangkan kedalam gelas piala berukuran 200 ml. Selanjutnya gelas objek dimasukkan kedalam gelas piala yang berisi agar air tersebut, kemudian dikerianginkan, bagian bawah gelas objek dibersihkan dengan tissue steril. Setiap gelas objek ditandai dengan label untuk menghindari kesalahan. Gelas objek yang sudah dilapisi dengan agar air diinokulasi dengan isolat jamur SR-8 dan SR-9 yang akan diuji, sedangkan pada sisi yang berlawanan diinokulasi dengan isolat tester.

Perlakuan tersebut diulang 10 kali untuk setiap isolate dengan salah satu isolat tester, selanjutnya diinkubasi selama 15 sampai dengan 20 jam, dan diamati di bawah mikroskop untuk melihat dan menentukan terjadi atau tidaknya fusi hifa kedua isolat. Gelas objek yang sudah diinokulasi dengan kedua isolat dimasukkan di dalam kotak plastik steril dan bening sehingga pertumbuhan hifa dapat diamati dari luar. Kemampuan anastomosis *Rhizoctonia* diuji berdasarkan metode Villajuan-Abgona *et al.* (1996). Identifikasi dilakukan dengan mengelompokkan isolat melalui anastomosis hifa. Penentuan kelompok dengan melihat terbentuknya fusi yang bertautan pada hifa antara isolat yang diuji dengan isolat uji (tester) (AG-F SIR.9, AG-F F.Ko.2.28, dan AG-F PS.17), penggunaan isolat tester tersebut berdasarkan pada koloni morfologinya.

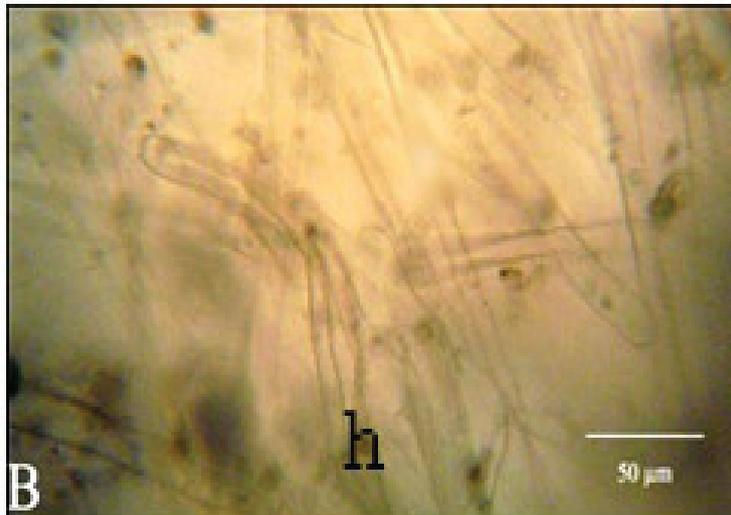
HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi

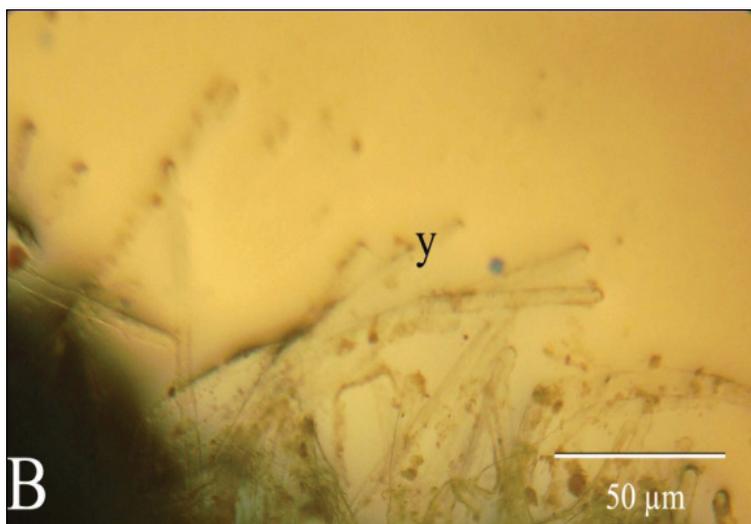
Peloton (Gambar 3) dibentuk dari hifa BNR yang melakukan penetrasi kemudian menginfeksi pada bagian sel epidermis, selanjutnya membentuk lilitan padat di dalam akar (Kasiamdari 2000; Brundrett 2004). Infeksi dan lisis peloton terjadi berulang kali di dalam sel. Peloton dapat dijumpai pada perakaran kelompok anggrek tanah (Kristiansen *et al.* 2001). Menurut Brundrett (2004), bagian akar yang terinfeksi tidak membesar, hifa menembus sel dan masuk di

▪

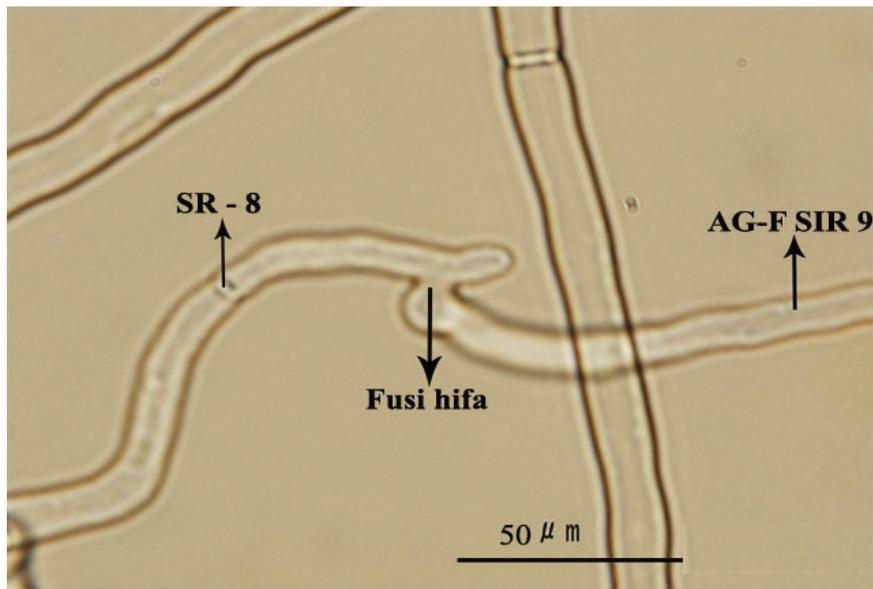
Gambar 1. Akar bibit vanili kultur jaringan yang diinokulasi dengan BNR x: peloton.



Gambar 2. Akar bibit vanili kultur jaringan yang diinokulasi dengan BNR y: hifa internal



Gambar 3. Akar bibit vanili kultur jaringan yang diinokulasi dengan BNR y: hifa eksternal



Gambar 4. Fusi hifa antara isolat SR-8 dengan isolat tester AG-F SIR.9.

dalam jaringan akar sebagai hifa internal (Gambar 2), sedangkan hifa yang di luar akar yaitu hifa eksternal (Gambar 3).

Jamur mikoriza menginfeksi bagian ujung akar kemudian hifa bertambah banyak di dalam jaringan dan meningkatnya pembentukan serta pertumbuhan akar (Brundrett 2004; Krishna 2005). Fungsi jamur mikoriza, yaitu 1) sifat-sifat tanah (fisika, kimia, dan biologi) di rizosfer meningkat, 2) bidang akar tanaman dan meningkatkan efisiensi penyerapan air membesar, 3) penyerapan fosfor (P) dan unsur lain yang dibutuhkan tanaman meningkat, 4) aktifnya sistem pertahanan tanaman, 5) terhindar dari kerusakan oksidatif akibat cekaman kekeringan, dan 6) berpengaruh pada ekspresi bahan genetik (Cui *et al.* 2004; Krishna 2005; Song 2005). BNR yang dapat membentuk peloton, hifa internal, dan hifa eksternal yaitu jamur mikoriza.

Anastomosis hifa

Isolat SR-8 termasuk ke dalam kelompok *Ceratobasidium* sp. AG-F.2. Pengujian pada jamur *Ceratobasidium* sp. AG-F telah dilakukan oleh Uchida *et al.* (1986) yang mempunyai hifa binukleat kemudian dikelompokkan dan termasuk teleomorf dari *Ceratobasidium* mempunyai dua inti (Sen *et al.* 1999). Gonzales (2001) memperoleh 10 kelompok *Ceratobasidium* yang diperoleh dari asosiasi *Rhizoctonia* yang diisolasi dari 122 isolat, banyak dijumpai di China (Yang *et al.* 2005) dan di Australia (Irwin *et al.* 2007).

Metode anastomosis digunakan sebagai dasar pengelompokan dan diferensiasi antara kelompok spesies. Kelompok yang sama menun-

unjukkan kemiripan dalam suatu populasi (Borges *et al.* 2002). Sebagai isolat uji (tester) yang digunakan yaitu AG-F SIR.9, AG-F Fko.2.28, dan AG-F PS.17.

Fusi hifa yang dihasilkan antara isolat SR-8 dengan isolat tester AG-F SIR.9 (Gambar 4) menunjukkan bahwa isolat SR-8 atau *Rhizoctonia* binukleat dari Kulonprogo, Yogyakarta, termasuk ke dalam kelompok AG-F sehingga isolat SR-8 dimasukkan ke dalam kelompok *Ceratobasidium* sp. AG-F.2. Teknik yang dilakukan untuk klasifikasikan jamur ini melalui anastomosis. Pertumbuhan dan pertemuan kedua ujung hifa antara isolat SR-8 dan kelompok AG-F terjadi fusi secara sempurna. SR-8 menunjukkan tingkat interaksi antara hifa, sehingga terjadi fusi yang sempurna dengan fusi dinding sel dan membran dari isolat tester tanpa kematian sel. Isolat tersebut berhubungan dekat, sehingga dapat dikelompokkan ke dalam AG atau kelompok yang sama.

Pengamatan secara anastomosis pada *Ceratobasidium cornigerum* dapat terjadi fusi dengan kelompok anggrekan. Hal tersebut dapat dilihat terjadinya fusi 2 ujung hifa yang bertemu dan melebur menjadi satu (Sen *et al.* 1999). Mendukung penelitian ini telah ditemukan 21 jenis jamur dari *Rhizoctonia* spp. binukleat pada anggrek yang dapat beranastomosis dengan kelompok AGs (Sneh *et al.*, 1991). Sesuai dengan pendapat dari Carling *et al.* (1994), *Rhizoctonia* sp. yang diperoleh dari angrek *Pterostylis acuminata* AG-6 dan AG-12 dari Australia beranastomosis dengan BNR. *Rhizoctonia* binukleat pada stroberi yang diisolasi dari provinsi Cape Barat di Afrika Selatan beranastomosis dengan AG-A, AG-G, dan AG-I masing-

masing sebesar 69%, 25%, dan 6% (Botha *et al.* 2003). *Rhizoctonia* binukleat terdiri atas 19 AGs, sedangkan *Rhizoctonia* multinukleat terdiri atas 14 AGs (Sneh *et al.* 1991).

SIMPULAN

Identifikasi jamur mikoriza dilakukan terhadap tiga isolat *Rhizoctonia* binukleat (*binucleate Rhizoctonia* atau BNR) pada perakaran vanili yang diperoleh dari Kulonprogo, dan Temanggung. Isolat tersebut terdiri atas SR-8, SR-9, dan TMG-2. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa SR-8 adalah BNR. Berdasarkan pengamatan anastomosis hifa, isolat SR-8 dapat melakukan fusi secara sempurna dengan isolate uji (tester) AG-F SIR.9 dan termasuk ke dalam kelompok *Ceratobasidium* sp. AG-F.2. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa BNR isolat SR-8 yang diisolasi dari perakaran vanili dikelompokkan ke dalam *Ceratobasidium* sp. anamorf *Rhizoctonia* binukleat AG-F, sedangkan isolat SR-9 dan TMG-2 dikelompokkan ke dalam *Rhizoctonia* binukleat AG-A. Pengujian terhadap karakterisasi dan variasi genetik diharapkan dapat membantu pengujian lebih lanjut. Hal ini dilakukan untuk membandingkan mekanisme infeksi antara BNR dan spesies lainnya dalam kelompok yang sama.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kepada : Dirjen Dikti selaku penyandang dana program sandwich ke Jepang, Departement of Biology Gifu University yang menerima dan memfasilitasi peneliti dalam melakukan anastomosis, terimakasih kepada Prof. Mitsuro Hyakumachi yang telah memberikan bimbingan, fasilitas, dan motivasi selama program sandwich, dan terimakasih kepada Prof. Bambang Hadisutrisno, Prof. Achmadi Priyatmojo, dan Dr. Jaka Widada yang selalu memotivasi peneliti.

DAFTAR PUSTAKA

- Athipunyakom PL, Manoch C, Piluek & Chitrapan P. (2004). Isolation and identification of mycorrhizal fungi from eleven terrestrial Orchids. *Journal Genetic Plant Breeding* 38: 29-40.
- Borges AC, Barros EG, Gomes EA, & Kasuya MC. (2002). Polymorphism in the internal transcribed spacer (ITS) of the Ribosomal DNA of 26 isolates of ectomycorrhizal fungi. *Genetic Molecular Biology* 25: 477-483.
- Botha A, Denman S, Lamprecht SC, Mazzola & Crous PW. (2003). Characterisation and pathogenicity of *Rhizoctonia* isolates associated with black rot of strawberries in the Western Cape Province South Africa. *Australasian Plant Pathology* 32: 195-201.
- Brundrett MN. (2004). Diversity and classification of mycorrhizal associations. *Biology Review* 79: 473-495.
- Carling DE, Rothorck CS, Mac Nish GC, Sweetingham MW, Brainard KA, & Winters SW. (1994). Characterization of anastomosis group 11 (AG-11) of *Rhizoctonia solani*. *APS* 84: 1387-1393.
- Cui YY, Pandey DM, Hahn EJ, & Paek KY. (2004). Effect of drought on physiological aspects of Crassulacean acid metabolism in *Doritaenopsis*. *Plant Science* 167: 1219-1226.
- Hadisutrisno. B. (2005). *Budidayavanilitahan busukbatang*. PenebarSwadaya. Jakarta 83.
- Harahap FS. (2009). Pengujian pengolahan tanah konservasi dan inokulasi mikoriza terhadap sifat fisik dan kimia tanah serta produksi beberapa varietas kacang tanah (*Arachishypogaea*.L). Universitas Sumatra Utara Medan. *Skripsi*. 70 p.
- Haryuni. (2012). Mikoriza Anggrekan. *Bios* 4 (20): 21-22.
- Hidayat T & Pancoro A, (2008). Ulasan kajian filogenitika molekuler dan peranannya dalam menyediakan informasi dasar untuk meningkatkan kualitas sumber genetik anggrek. *Jurnal Agro-Biogen* 4: 35-40.
- Hyakumachi MA, Priyatmojo, Kubota M, & Fukui H. (2005). New Anastomosis groups, AG-T and AG-U, of binucleate *Rhizoctonia* spp. Causing root and stem rot of cut-flower and miniatur roses. *Journal Phytopathology* 95: 784-792.
- Irawati AFC. (2004). Karakterisasi dan uji hipovirulensi *Rhizoctonia* sp. yang diisolasi dari perakaran bibit vanili. *Tesis S2*. Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta 71. (Tidak dipublikasikan).
- Irwin MJ, Bougoure JJ & Dearnaley JDW. (2007). *Pterostylisnutans* (Orchidaceae) has a specific association with two *Ceratobasidium* root-associated fungi across its range in eastern Australia. *Journal Mycoscience* 48: 231-239.
- Kasiamdari RS. (2000). Binukleat *Rhizoctonia* isolate from mycorrhizal pot cultures: Its morphological characteristics and pathogenicity. *Jurnal Biologi* 2: 615-628.
- Kim HG, Nagarajan G, Nam MH, Song JY & Yoo SJ. (2004). Genetic variation in *Fusariumoxysporum* sp. *fragariae* population based on RAPD and RFLP analyses. *Plant Pathology Journal* 20: 264-270.
- Krishna KR. (2005). *Mycorrhizas A Molecular Analysis*. Published by Science Publishers, Inc., NH, USA. 305 p.
- Kristiansen KA, Taylor DL, Rasmussens HN & Rosendahl. (2001). Identification of mycorrhizal fungi from single pelotons of *Dactylorhizamajalis* (Orchidaceae) using single-strand conformation polymorphism and mitochondrial ribosomal large subunit DNA sequences. *Journal Molecular Ecology* 10: 2089-2093.

- Margarettha. (2008). *Penggunaan cendawan mikoriza serta pupuk organik terhadap mikroba di rizosfir, kolonisasi mikoriza, dan hasil jagung pada ultisol*. Fak Pertanian Universitas Jambi.
- Nusantara AD. (2007). Baku mutu cendawan mikoriza arbuskula. *Kongres Nasional Mikoriza Indonesia II*. Bogor. 11-12 Juli :1-21.
- Otero JT, Ackerman DJD & Bayman P. (2002). Diversity and host specificity of endophytic *Rhizoctonia*-like fungi from tropical orchids¹ American Journal of Botany.htm. *American Journal of Botany* 89:1852-1858. Diakses tanggal 4 Desember 2008.
- Porcel R & Ruiz-Lozano JM. (2004). Arbuscular mycorrhizal influence on leaf water potential, solute accumulation, and oxidative stress in soybean plants subjected to drought stress. *Journal of Experimental Botany* 55: 1743–1750.
- Sen R, Hietala A, & Zelmer CD. (1999). Common anastomosis and internal transcribed spacer RFLP groupings in binucleate *Rhizoctonia* isolates representing root endophytes of *Pinus sylvestris*, *Ceratophyllum demersum* and a phytopathogenic anastomosis group. *Journal New Phytologist* 144: 331-341.
- Sneh B, Burpee L & Ogoshi A. (1991). *Identification of Rhizoctonia* sp. APS Press. St. Paul, Minnesota.
- Song H. (2005). Effect of VAM on host plant in the condition drought stress and its mechanisms. *Journal of Biology* 1: 44-48.
- Uchida JY, Aragaki M & Yahata PS. (1986). Basidiospore formation by *Ceratobasidium* sp. on agar. *Journal Mycologia* 78: 587-592
- Villajuan-Aboga R, Katsuno, Kageyama, & Hyakumachi M (1996). Isolation and identification of hypovirulent *Rhizoctonia* spp. From soil. *Journal Plant Pathology* 45:896-904.
- Yang GH, Chen HR, Naito S, Ogoshi A & Deng YL. (2005). First report of AG-A of binucleate *Rhizoctonia* in China, pathogenesis to soya bean, pea, snap bean & pak choy. *Journal of Phytopathology* 153: 333-336.