

JAMUR MIKORIZA ARBUSKULA PADA LAHAN TANAMAN JATI BERTUMPANGSARI TEBU

Corryanti

Puslitbang Perum Perhutani

Jl. Wonosari Tromolpos 6 Cepu, Jawa Tengah

Telp/Fax 0296 421233/ 422439

ABSTRACT

ARBUSCULAR MYCORRHIZAE FUNGI OF TEAK AND SUGARCANE INTERCROPPING. This research aimed to investigate the diversity of arbuscular mycorrhizae fungi in teak plantation intercropped with sugarcane. The research was conducted at teak plantation of BKPH Tangen, Surakarta, Center of Java. Soil samples were composite, collected from 30 cm depth around teak trees, of three classes of teak growth i.e. low (6.8 m tall, 20 cm girth), medium (9.2 m tall, 2.25 cm girth), and high (11.6 m tall, 33.2 cm girth). The results showed that both the diversity and spore abundance of mycorrhiza fungi was low. We found 5 types of mycorrhizae fungi which 2 types belong to *Gigaspora* and 3 types belong to *Glomus*.

Key words: teak, sugarcane, multiple cropping, mycorrhizae, diversity, abundance.

PENDAHULUAN

Untuk mengatasi lahan kosong dan tidak produktif serta upaya pendekatan sosial, di kawasan hutan BKPH Tangen, KPH Surakarta, Unit I Perum Perhutani Jawa Tengah terdapat penerapan sistem tumpangsari tebu lahan kering. Semasa pengamatan kasus, sistem tanam tumpangsari-tebu telah memasuki tahun ke lima. Pola tumpangsari-tebu tidak biasa dalam penerapan silvikultur di hutan tanaman jati, sehingga mengundang kontra-versi, karena menyangkut keberhasilan tanaman pokok jati, kesuburan lahan, dan kelestarian fungsi hutan.

Jamur mikoriza arbuskula, merupakan satu di antara mikrobia tanah penyumbang perbaikan kesuburan tanah. Asosiasi mikoriza arbuskula pada jati dan responnya terhadap perbaikan pertumbuhan sudah diketahui dalam beberapa penelitian sebelumnya, di persemaian maupun di lapangan (Hardjodarsono, 1977; Corryanti dan Rohayati, 1999; Irianto *et al.*, 2001; Suraya, 2002).

Status kesuburan lahan erat berkaitan dengan kondisi mikrobia tanah yang berlimpah, memiliki fungsi simbiosis dengan perakaran tanaman, serta ditunjukkan dengan pertumbuhan tanaman yang baik. Dengan demikian, telaah ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan jamur mikoriza arbuskula di lahan hutan jati dengan tumpangsari-tebu, ditinjau dari kelimpahan dan keanekaragaman jenis JMA, serta memahami implikasi praktis tentang keberadaan JMA.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan dengan mengambil sampel tanah hutan tanaman jati di wilayah RPH Tangen, BKPH Tangen, KPH Surakarta. Tanah-tanah sampel berasal dari petak tanaman dengan

pertumbuhan tanaman yang dikategorikan rendah, sedang, dan tinggi, berdasarkan pertumbuhannya. Tipe tanah masuk ke dalam tanah *grumusol*. Luas masing-masing lokasi tanam yang dipilih berkisar 2,5-4,0 ha. Contoh tanah digali di sekitar tanaman jati dengan kedalaman hingga 30 cm, dikompositkan untuk diambil sampel yang akan dianalisis.

Isolasi spora dilakukan dengan metode tuang-saring (*wet sieving*) dari Gardemann and Nicholson (Pacioni, 1994; Tomerrup, 1994; Brundrett *et al.*, 1996). Pengamatan meliputi jumlah spora dan tipe jamur mikoriza arbuskula yang dijumpai per satuan berat tanah. Identifikasi spora diamati dengan mikroskop binokuler perbesaran 100-400 kali. Ciri-ciri spora, seperti hiasan, warna, bentuk permukaan, ukuran, dan perubahan warna spora akibat reaksi pewarna Melzer dijadikan dasar untuk membedakan antar tipe (Mosse and Bowen, 1968; Invam, 2006).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanaman di Lokasi Sampel

Terdapat tiga kategori pertumbuhan tanaman yang diamati di lokasi sampel, dibagi atas tiga klasifikasi, pertumbuhan rendah, sedang, dan tinggi. Masing-masing rerata tinggi dan keliling batang tanaman, berturut-turut dari trendah, sedang, dan tinggi, yaitu tinggi 6,8 m dan keliling 20 cm; 9,2 m dan 22,25 cm; 11,6 m dan 33,2 cm. Tumbuhan bawah yang terdapat antar lokasi menunjukkan jenis yang beragam, dan jenis *Panicum sp.* terdapat di setiap lokasi.

Kelimpahan JMA

Hasil pengamatan menunjukkan tanah hutan jati dengan tumpangsari-tebu menghasilkan jumlah

Corryanti: Jamur mikoriza arbuskula pada lahan tanaman jati bertumpangsari tebu

spora jamur mikoriza arbuskula dengan kisaran 21 hingga 35 spora per 100g tanah sampel (Gambar 2). Kelimpahan spora ini amat rendah, apabila dibandingkan hasil beberapa penelitian lain di hutan jati (Ali *et al.*, 1995; Rajan *et al.*, 2000; Corryanti *et al.*, 2001). Ini menunjukkan, jumlah spora antar lokasi bervariasi satu lingkungan dengan lingkungan lainnya.

Masa penyiapan lahan dan panen tebu yang dilakukan secara berulang-ulang, dua kali dalam setahun dan tanpa terjadi penanaman-gilir dimungkinkan menimbulkan gangguan pada lapisan tanah permukaan. Permukaan dataran yang bergelombang kemungkinan mempengaruhi

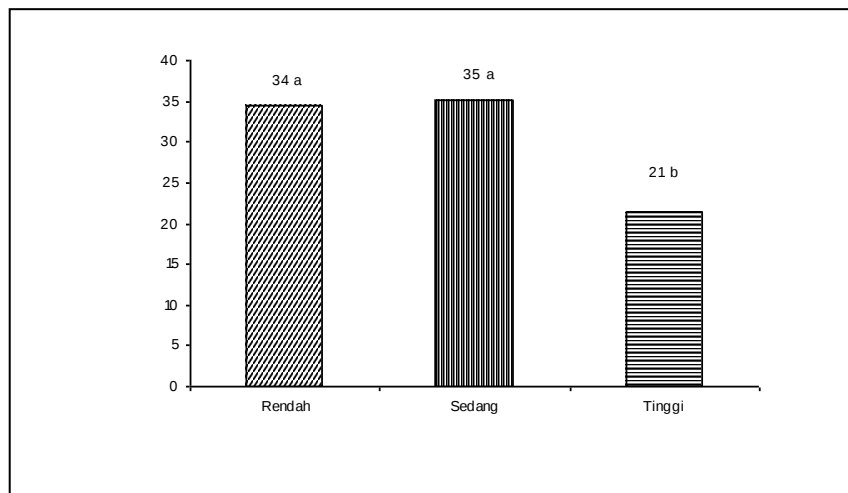
perpindahan lapisan tanah permukaan dari satu tempat ke tempat lain yang tidak homogen.

Spora-spore yang berkecambah merupakan salah satu bentuk struktur mikoriza dalam mempertahankan kelangsungan hidup dalam lingkungan kritis (Tommerup, 1994; Thorn, 1997; Morton, 2005), dan tergantung sifat jamur mikoriza dalam memproduksi spora serta faktor lingkungannya ((Bellgard, 1993; Siqueira, 1998; Allen, 1991).

Pengelolaan tanah tanpa memerhatikan prinsip-prinsip konservasi akan mempercepat terjadinya kemunduran dan kerusakan tanah (Sutanto, 2005). Jasper *et al.* (1992) menyebutkan ekosistem alam yang didominasi oleh rumput-



Gambar 1. Tanaman jati bertumpangsari-tebu di RPH Tangen, BKPH Tangen, KPH Surakarta



Gambar 2. Kepadatan spora dalam tanah hutan jati bertumpangsari-tebu. Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda signifikan berdasarkan uji Duncan pada taraf uji 0,05.

rumpun dan terjadi kerusakan tanah dapat menyebabkan lambatnya pembentukan mikoriza dan berkurang jumlah propagul aktif. Walaupun, belum dapat dijelaskan adanya pengaruh dataran yang bergelombang dengan perkembangan jamur mikoriza arbuskula, hasil penelitian ini menunjukkan lahan labil dan mudah terganggu serta penanaman dengan

jenis yang kurang beragam dapat menghambat perkembangan jamur mikoriza arbuskula. Sifat tanah *grumusol* dengan aerasi buruk, kedap air, dan sangat peka terhadap erosi (Buckman and Braddy, 1982; Darmawijaya, 1997) dapat menghambat pertumbuhan spora dan perkembangan mikoriza

arbuskula lebih lanjut (Stotzky, 1983; Tarafdar and Marschner, 1984; Joner and Jakobsen., 1995).

Mekanisme fisiologis tanaman dalam suatu lingkungan menentukan ketergantungan inang terhadap jamur mikoriza arbuskula (Moutogliss and Widden, 1995). O'Donnell *et al.* (2001) mengungkapkan pada lahan-lahan kritis dengan kandungan hara rendah, perkembangan jamur mikoriza arbuskula meningkat karena tanaman membutuhkan mekanisme baru yang membantu dalam memperoleh hara dari tanah. Dalam penelitian ini, hal tersebut terlihat pada jumlah spora dari tanah dengan pertumbuhan tanaman pokok yang rendah dan sedang. Karakteristik tanah yang didominasi lempung kemungkinan menjadi penghambat berkembangnya spora jamur mikoriza arbuskula. Dalam Bathia *et al.* (1996) dan Nehl *et al.* (1998) disebutkan, kehadiran jamur mikoriza di dalam tanah dapat dipengaruhi oleh tekstur tanah, dan jenis tertentu memiliki sensitivitas terhadap faktor-faktor fisik tanah sehingga dalam lingkungan dengan sifat fisik tanah tertentu berkembang populasi jamur mikoriza arbuskula tertentu yang dapat bertahan.

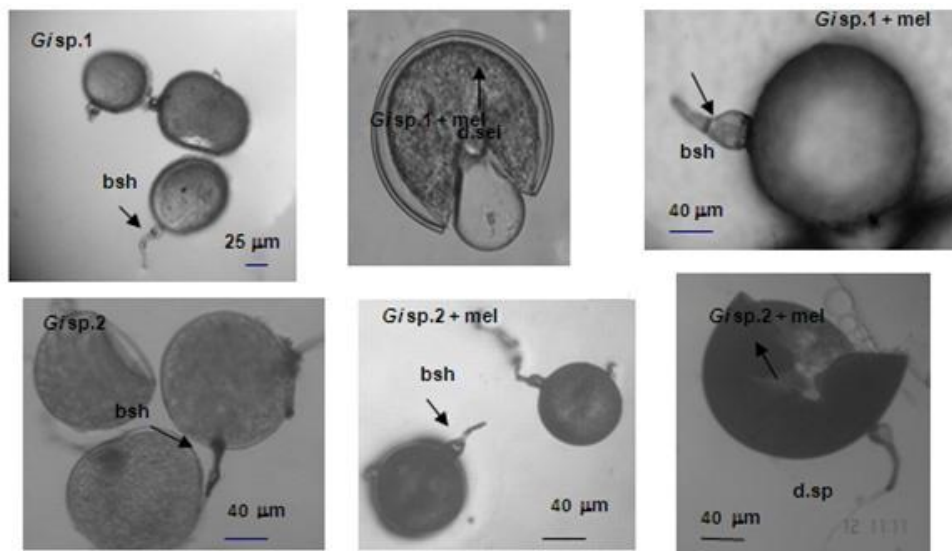
Disebutkan Mulyani *et al.* (1991), Tommerup (1994), dan van Der Heijden and Kuyper (2001), di samping karakter tanah, faktor penting lain yang memengaruhi jumlah spora jamur mikoriza arbuskula di dalam tanah adalah waktu sporulasi jamur mikoriza dan umur tanaman. Disebutkan dalam Moutogliss and Widden (1995) jumlah jamur mikoriza arbuskula di tanah lapangan bervariasi

tergantung musim dalam setahun dan juga faktor pertumbuhan tanaman, edafik, pola cuaca setiap musim dan pengelolaan, sehingga terdapat jumlah spora atau frekuensi sporulasi yang bervariasi mengikuti musim. Penelitian menunjukkan jumlah spora yang dihasilkan dari semua lokasi cenderung rendah, Hal ini kemungkinan karena potensi jamur mikoriza arbuskula perkembangannya rendah pada saat pengambilan contoh tanah.

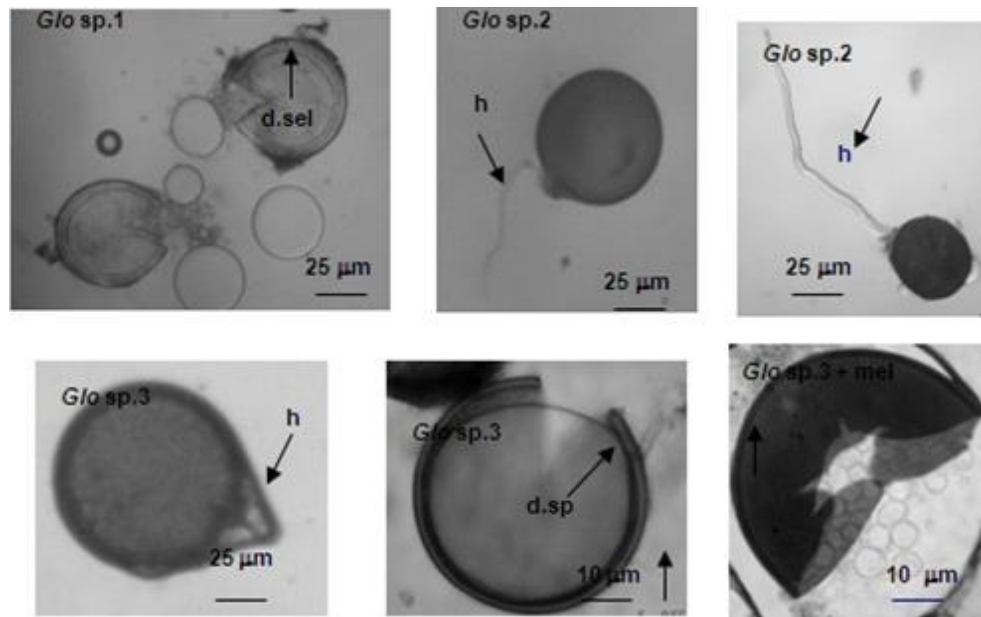
Keanekaragaman JMA

Hasil identifikasi spora lokasi pertanaman jati bertumpangsari-tebu, dijumpai lima tipe jamur mikoriza arbuskula yang dapat dikelompokkan menjadi dua genera, yakni *Gigaspora* dan *Glomus* (Gambar 3 dan 4). Dua tipe *Gigaspora* yang dijumpai, berbentuk bulat (tipe 1) dan ada bentuk lonjong atau bulat telur, serta tampak lebih besar dibanding ukuran spora pada umumnya. Sementara, pada genus *Glomus* dijumpai tiga tipe, yang ditandai perbedaannya dalam bentuk dan warna yang ditampilkan secara alami dan reaksi pewarnaan.

Kelimpahan yang amat rendah dari sampel tanah diikuti dengan keanekaragaman jenis yang rendah pula. Keanekaragaman jenis yang rendah ini terlihat dibandingkan dengan hasil-hasil penelitian lain pada tanah hutan bertumbuhan jati (Ali *et al.*, 1995; Corryanti *et al.*, 2001).



Gambar 3. Tipe *Gigaspora* Keterangan: Gi sp.1 = *Gigaspora* sp.1, Gi sp.2 = *Gigaspora* sp.2 bsh = bulbous subtending hyphae; d.sp = dinding spora; mel = diberi pewarnaan Melzer. bsh = bulbous subtending hyphae; d.sp = dinding spora; mel = diberi pewarnaan Melzer.



Gambar 4. Tipe *Glomus* yang dijumpai di lokasi contoh. Keterangan: *Glo sp.1* = *Glomus* sp.1, *Glo sp.1* = *Glomus* sp.2, *Glo sp.3* = *Glomus* sp.3, h = hifa, d.sp.= dinding spora, mel = diberi pewarnaan Melzer

Keanekaragaman yang berbeda ini dapat disebabkan karena perbedaan lingkungan tumbuhnya, cara mengelola tanah maupun jenis tumbuhan bawah yang tumbuh di sekitarnya. Moutogliss & Widden (1996), Nagahashi *et al.* (1996), dan Rajan *et al.* (2000) menyebutkan, bahwa praktik pengolahan lahan, keanekaragaman jenis tumbuhan bawah dapat memengaruhi kehidupan mikrobial dalam zona perakaran tanaman, termasuk jenis-jenis jamur mikoriza arbuskula. Terbatasnya keanekaragaman dalam contoh tanah dapat pula disebabkan sebaran tipe jamur mikoriza arbuskula yang ditemui terkait musim perkecambahan spora, karena terdapat periode masa dengan kuantitas minimum atau maksimum spora yang dihasilkan, yang merupakan dampak interaksi faktor kimia, fisik dan biologi di dalam tanah (Tommerup, 1994).

Sifat jamur mikoriza arbuskula dalam memproduksi spora di dalam suatu lingkungan dapat menentukan kuantitas kepadatan spora. Brundrett *et al.* (1999) menyebutkan bahwa spora bagi jenis-jenis *Glomus* bukan merupakan struktur yang utama dalam mempertahankan kelangsungan hidupnya dibandingkan hifa-hifa (miselium) di luar maupun di dalam akar, sementara pada jenis-jenis *Gigaspora* pembentukan spora merupakan suatu bentuk struktur mikoriza arbuskula yang penting dalam siklus hidupnya. Perbedaan terdapatnya suatu tipe jamur mikoriza arbuskula dalam suatu ekosistem, mengindikasikan satu atau beberapa genus yang dijumpai dikategorikan sebagai genus yang mampu beradaptasi, sebaliknya satu atau beberapa genus

yang hilang atau tidak dapat bertahan menunjukkan genus yang tertekan dan tidak dapat adaptif dalam lingkungan hidupnya (Janos, 1992).

Pertumbuhan JMA ditandai dengan keberhasilan perbanyakan spora, terbentuk dan berkembangnya hifa dan spora (Tabel 1). Dalam kajian ini penangkaran spora menghasilkan tipe *Gigaspora* sp.2 dan *Glomus* sp.3 menunjukkan pertumbuhan yang relatif menjanjikan dibanding tipe lainnya. Pada kedua tipe ini keberhasilan pertumbuhan hifa dan sporulasi terjadi fluktuatif selama masa pengamatan.

Keberhasilan kultur membentuk hifa sudah dapat terlihat pada kultur berumur tiga bulan, namun demikian keberhasilan lebih lanjut sangat tergantung pada ketahanan hidup masing-masing tipe dalam kultur. Tidak semua tipe giat bersporulasi, sehingga jumlah yang berhasil membentuk spora sangat rendah. Penelitian menunjukkan kultur *Gigaspora* sp. lebih berhasil memproduksi spora, sebaliknya, tipe *Glomus* sp. dalam memproduksi hifa. Ketidakterhasilan dalam memperbanyak spora menunjukkan terbatasnya suatu tipe jamur mikoriza arbuskula menyesuaikan lingkungan barunya. Hifa *Acaulospora* sp. tidak dapat bertahan hidup dalam akar yang kering dan mati, namun *Gigaspora* dan *Scutellospora* dapat bertahan dengan kondisi tersebut. Kultur *Gigaspora* dalam penelitian ini cukup berhasil.

Persentase infeksi *Glomus* sp.3 dan *Gigaspora* sp.2 pada inang kultur *C. pubescens*, masing-masing mencapai 64,28% dan 81,43%. Dengan demikian

Tabel 1. Keberhasilan masing-masing tipe jamur mikoriza arbuskula asal hutan tanaman jati di Tangen dalam kultur spora

Tipe	Waktu pengamatan (bulan)			
	3	5	7	9
Keberhasilan kultur				
perkembangan hifa (%) ^{*)}				
<i>Gigaspora</i> sp.1	43	20	20	10
<i>Gigaspora</i> sp.2	59	60	70	27
<i>Glomus</i> sp.1	0	0	0	0
<i>Glomus</i> sp.2	36	56	56	12
<i>Glomus</i> sp.3	19	19	19	47
perkembangan hifa dan spora (%) ^{*)}				
<i>Gigaspora</i> sp.1	0	2	5	6
<i>Gigaspora</i> sp.2	21	25	42	15
<i>Glomus</i> sp.1	0	0	0	0
<i>Glomus</i> sp.2	17	25	25	5
<i>Glomus</i> sp.3	0	0	13	11

Keterangan : ^{*)} persentase keberhasilan jumlah kultur yang dikembangkan

infektivitas pada akar inang oleh *Gigaspora* sp. tampak lebih tinggi dibandingkan tipe lainnya. Jadi, kultur tipe *Gigaspora* sp.2 berhasil dalam pembentukan spora dan menumbuhkan hifa lebih banyak dan bertahan dalam suasana lingkungan buatan. Tipe *Glomus* sp.3 cenderung bertahan hidup dalam lingkungan kultur, namun keberhasilan kultur memproduksi spora lebih lambat.

Bentuk pemanfaatan lahan hutan akan menentukan populasi, distribusi, dan keanekaragaman jamur mikoriza arbuskula. Walaupun jamur mikoriza arbuskula terbukti dijumpai di hampir semua ekosistem di alam, keberadaannya sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan yang mendukung siklus hidupnya. Ketahanan jenis-jenis tertentu dalam suatu ekosistem dapat dikategorikan sebagai jenis yang mampu beradaptasi dan berkembang untuk melanjutkan siklus hidupnya (Janos, 1992; Tommerup, 1994, Brundrett *et al.*, 1999).

Pemanfaatan lahan hutan jati dengan tanaman tumpang tebu di sebagian wilayah hutan jati di BKPH Tangen, KPH Surakarta, menunjukkan kepadatan spora dan keanekaragaman jenis jamur mikoriza arbuskula sangat rendah. Dari eksplorasi tanah tipe *grumusol* yang didominasi oleh tekstur lempung di lokasi ini menunjukkan tidak semua tipe jamur mikoriza arbuskula yang dijumpai dapat bertahan hidup, dan berkembang dengan baik.

Implikasi Praktis

Di dalam hutan tanaman jati dengan tumpangsari-tebu menghasilkan rendahnya jumlah spora jamur mikoriza arbuskula, baik di lapangan maupun dari hasil penangkaran spora. Pada tanah-

tanah hutan yang dikelola melalui pola pertanaman yang kurang beragam berdampak pada rendahnya tingkat keanekaragaman, antara lain dapat diindikasikan rendahnya kemampuan sporulasi, dan rendahnya distribusi jamur mikoriza arbuskula di lingkungannya. Praktik pertanaman semacam ini menghambat perkembangan jamur mikoriza arbuskula. Keadaan ini terlihat di semua lokasi pengamatan, yang tidak menunjukkan perbedaan signifikan. Pertumbuhan tanaman pokok jati, yang bervariasi antar satu lokasi dengan lokasi lain yang diamati, kemungkinan disebabkan karena kondisi topografi di lapangan, misalnya kelerengan, jenis dan kepadatan tumbuhan penutup tanah, dan faktor-faktor lain yang kompleks, sehingga memengaruhi kesuburan tanah serta ketersediaan sumber hara.

Lingkungan hutan jati di Tangen dengan tumpang sari palawija tebu sebagai tanaman tumpang tidak banyak menstimulasi berkembangnya anekaragam jamur mikoriza arbuskula. Genera *Gigaspora* dan *Glomus* biasa dijumpai di beberapa ekosistem dengan lingkungan yang bervariasi, dan beberapa peneliti menyebutkan genera ini memang sering dijumpai di tanah-tanah tropik (Bathia *et al.*, 1996). Budidaya monokultur dan tanah permukaan yang sering mengalami gangguan dapat mengakibatkan terhambatnya viabilitas dan perkembangan, serta rendahnya keanekaragaman jamur mikoriza arbuskula (Moutoglis and Widden, 1998; Boddington and Dodd, 2000).

Dalam penelitian ini tampak bahwa kepadatan jamur mikoriza arbuskula amat rendah, hal ini dimungkinkan mikrobia tanah lain yang dapat bermanfaat bagi tanamanpun juga akan terancam keberadaannya. Terdapat tipe yang kerap dijumpai di setiap lokasi pengamatan dengan jumlah spora yang

lebih banyak daripada tipe lainnya. Tipe *Gigaspora* sp.2 menunjukkan mampu bertahan dalam lingkungan pertanaman jati dengan tebu. Adaptasi tipe berkaitan dengan kemampuan jenis dalam menghadapi kondisi lingkungan, merupakan ciri biologis suatu lingkungan (Boddington and Dodd, 2000). Hal ini, karena jenis dan genera jamur mikoriza arbuskula yang berbeda akan bervariasi kapasitasnya dalam membentuk mikoriza, terlebih di lingkungan yang mengalami gangguan dan terjadi kritis hara (Boddington and Dodd, 2000).

Perbanyakan kultur jamur mikoriza arbuskula menunjukkan pembentukan spora dan hifa berkembang lambat, bahkan terhambat. Hal ini berkaitan dengan kepekaan jamur mikoriza arbuskula merespon lingkungan kultur dan tanaman inang untuk dapat meneruskan siklus hidupnya. Masa dormansi dan masa sporulasi saat jamur dieksplorasi, menurut Tommerup (1994) akan menentukan perkembangan jamur mikoriza arbuskula selanjutnya. Hasil penelitian menunjukkan pengembangan melalui kultur spora terdapat perbedaan respon perkembangan propagul antar dua genera, *Gigaspora* dan *Glomus*. Tipe-tipe dari *Gigaspora* lebih cepat dan mudah mengembangkan spora dibanding tipe-tipe dari *Glomus*. Penelitian ini menjelaskan kultur spora akan lebih menguntungkan untuk memperbanyak *Gigaspora*.

Jati merupakan tanaman yang hidup optimum dalam kondisi tanah yang tercukupi hara, aerasi tanah yang baik, dan tanaman ini merupakan simbiosis bagi jamur mikoriza arbuskula, yang dapat terjadi baik di alam, di pembibitan, dalam kondisi lingkungan kritis maupun subur. Pertumbuhan jati yang lebih baik sangat ditentukan pula oleh sifat fisik kimia tanah sebagai medium, baik pada jati dan simbiosis jamur untuk berkembang secara optimum.

Tanaman jati bukan merupakan tanaman pionir, karena tanaman ini dapat hidup di antara jenis-jenis tanaman lain yang memengaruhi corak tegakannya (Hardjodarsono, 1977), karenanya ketergantungan dan pengaruhnya terhadap asosiasi mikoriza bervariasi terkait kondisi dasar, yaitu umur dan variasi tanaman, tipe jamur mikoriza arbuskula dan tipe tanah sebagai medium tanam. Pemanfaatan praktis jamur mikoriza arbuskula pada jati, misalnya di tanah-tanah berat seperti *grumusol* erat kaitannya dengan perbaikan lingkungan sebagai medium tumbuh, agar asosiasi kedua simbiosis efektif dan efisien di lingkungannya. Jamur mikoriza arbuskula yang dipanen dari lapangan perlu diuji lebih lanjut keefektifannya, karena jenis-jenis ini bisa saja muncul kemudian akibat praktik-praktik pengelolaan tanah yang ada.

KESIMPULAN

Di hutan jati dengan tanaman tumpang tebu dijumpai kepadatan spora dan keanekaragaman tipe jamur mikoriza arbuskula yang amat rendah. Terdapat lima tipe jamur mikoriza arbuskula dalam lingkungan hutan tanaman jati tumpang-sari-tebu. Tipe dari genera *Gigaspora* lebih sering dijumpai di lokasi-lokasi pengamatan hutan jati di Tangen, dan relatif lebih besar tingkat sporulasinya dibanding tipe dari genera *Glomus*.

Pola pertanaman yang mengutamakan fungsinya, seperti tanaman pengisi, tanaman sela dan membangun *terasering* diharapkan dapat mengembalikan fungsi ekosistem. Disarankan, pengayaan pertanaman dengan jenis-jenis legum yang ditanam pada larikan sela merupakan cara terbaik untuk menstimulasi spora-spora jamur mikoriza arbuskula berkembang, memperbaiki struktur tanah, dan lebih lanjut pengaruh positifnya terhadap tanaman hutan. Perlu kajian lebih lanjut untuk menilai tingkat status kualitas lingkungan (kesuburan lahan) ditinjau dari keberadaan mikrobiota tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, M.F. 1991. The ecology of mycorrhizae. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Ali, S.S., N.Gupta, R.Rahangdale. 1995. Ecology of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in tropical forest of central India. In: Seameo Biotrop. Biology and biotechnology of mycorrhizae. Biotrop special publication No. 56. Bogor. p 49-53.
- Bathia, N.P., K.Sundari, A. Adholeya. 1996. Diversity and selective dominance of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. In: Mukerji, K.G. (Ed). Handbook of Vegetation Science. Concepts in Mycorrhizal Research. Kluwer Academic Publishers. p 133-178.
- Bellgard, S.E. 1993. The top soil as the major store of the propagules of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in southeast Australian sandstone soils. Mycorrhiza. 9: 19-24.
- Brundrett, M., N. Bougher, B. Dell, T. Grove, N. Malajczuk. 1996. Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. ACIAR Monograph 32, Canberra, Australia.
- Boddington, C.L. and J.C. Dodd. 2000. The effect of agricultural practices on the development of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi, II. Studies in experimental microcosms. Plant and Soil. 218: 145-157.
- Buckmann, N.C. and H.O Brady. 1982. The Nature and Properties of Soils. Terjemahan oleh Soegiman. Bhartara Karya Aksara, Jakarta.

- Corryanti dan Rohayati. 1999. Studi efektivitas jenis endomikoriza pada pembibitan jati. Prosiding Seminar Nasional Mikoriza I. p 154-161. Bogor.
- Corryanti, F. Maryadi, Irmawati. 2001. Arbuscular mycorrhizas fungi under teak seed orchard. Poster presented on the Third International Conference on Mycorrhizas: Diversity and Integration in Mycorrhizas. Adelaide, South Australia, 8-13 July.
- Darmawijaya, M.I. 1997. Klasifikasi Tanah Dasar Teori Bagi Peneliti Tanah dan Pelaksana Pertanian di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardjodarsono. 1977. Jati. Edisi kedua. Penerbit Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Invam. 2006. International culture collection of VAM fungi. <http://Invam.cap.wvu.edu/myc-info/Taxonomy/classification.htm>. [Diakses tgl. 10 Maret 2006].
- Irianto, R.S.B., E. Santoso, Corryanti, R. Prematuri, M. Turjaman, E. Widyati, I.R. Sitepu, S. Santoso. 2001. Pengaruh penggunaan cendawan mikoriza arbuskula, pupuk dan media tumbuh terhadap pertumbuhan bibit jati (*Tectona grandis* L.F.). Kerjasama Penelitian Pusbang SDH Perum Perhutani–Puslitbanghut dan KA, Bogor.
- Janos, D.P. 1992. Heterogeneity and scale in tropical vesicular arbuscular mycorrhiza formation. In: Read, D.J., D.L. Lewis, A.H. Fitter, I.J. Alexander (Eds.). Mycorrhizas in Ecosystems. CAB International. Wallingford, UK. p 276-282.
- Jasper, D.A., L.K. Abbot, A.D. Robson. 1992. Soil disturbance in native ecosystems- the decline and recovery of infectivity of va mycorrhizal fungi. In: Read, D.J., D.L. Lewis, A.H. Fitter, I.J. Alexander (Eds.). Mycorrhizas in Ecosystems. CAB International. Wallingford, UK.
- Joner, E.J. and I. Jakobsen. 1995. Growth and extracellular phosphatase activity of arbuscular mycorrhizal hyphae as influenced by soil organic matter. Soil Biology Biochemistry. 27(9): 1153-1159.
- Morton, J.B. 2005. Fungi. In: Principles and Applications of Soil Microbiology. Pearson Education, New Jersey. p 141-161.
- Mosse, B. and G.D. Bowen. 1968. A key to recognition of some endogone spore types. Trans. Br. Mycol. Soc. 51: 469-483.
- Moutoglis, P. and P. Widden. 1996. Vesicular-arbuscular mycorrhizal spore populations in sugar maple (*Acer saccharum* marsh. L) forests. Mycorrhiza. 6: 91-97.
- Mulyani M, Kartasapoetra AG, Sastroatmodjo RDS (1991) *Mikrobiologi tanah*. Penerbit Rineka Cipta Jakarta.
- Nagahashi, G., D.D. Douds, G.D. Abney GD. 1996. Phosphorus amendment inhibits hyphal branching of the VAM fungus *Gigaspora margarita* directly and indirectly through its effect on root exudation. Mycorrhiza. 6: 403-408.
- Nehl, D.B., S.J. Allen, J.F. Brown. 1998. Slow arbuscular mycorrhizal colonization of field-grown cotton caused by environmental conditions in the *vertisol* soil. Mycorrhiza. 8: 159-167.
- O'Donnell, A.G.O., M. Seaman, A. Macrae, I. Waite, J.T. Davies. 2001. Plants and fertilizers as drivers of change in microbial community structure and function in soils. Plant and Soil. 232: 135-145.
- Pacioni, G. 1994. Wet-sieving and decanting techniques for the extraction of spores of Vesicular-arbuscular fungi. In: Norris, J.D., D.J. Read, A.K. Varma (Eds.). Techniques for mycorrhizal research. Academic Press. London. p 777-782.
- Rajan, S.K., B.J.D. Reddy, D.J. Bagyaraj. 2000. Screening of arbuscular mycorrhizal fungi for their symbiotic efficiency with *Tectona Grandis*. Forest Ecology and Management. 126: 91-95.
- Siqueira, J.O., O. Saggin-Junior, W. Flores-Aylas, P.T.G. Guimaries. 1998. Arbuscular mycorrhizal inoculation and superphosphate application influence plant development and yields of coffee in Brazil. Mycorrhiza. 7: 293-300.
- Stotzky, G. 1983. Pengaruh Koloid mineral tanah terhadap proses metabolisme, pertumbuhan, adhesi, dan ekologi mikroba dan virus. In: Goenadi, D.H. (Terjemahan). Interaksi Mineral Tanah dengan organik alami dan mikroba. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Suraya. 2002. Uji kompatibilitas Cendawan mikoriza arbuskula pada beberapa klon jati kultur jaringan. Bulletin Pusbanghut (Juni 03): 11.
- Sutanto, R. 2005. Dasar-dasar ilmu tanah. Konsep dan kenyataan. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Tarafdar, J.C. and H. Marschner. 1994. Phosphatase activity in the rhizosphere and hyphosphere of VA mycorrhizal wheat supplied with inorganic and organic phosphorus. Soil Biology Biochemistry. 26(3): 387-395.
- Thorn. G. 1997. The fungi in soil. In: van Elsas JD, Trevors JT, Wellington, EMH (Eds.) Modern Soil Mycorobiology. Marcel Dekker, New York - Basel. p 63-127.

Corryanti: Jamur mikoriza arbuskula pada lahan tanaman jati bertumpangsari tebu

- Tommerup, I.C. 1994. Methods for the study of the population biology of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. In: J.R. Norris, D.J. Read , A.K. Varma (eds.). Techniques for Mycorrhizal Research. Academic Press. London,
- van Der Heijden, E.W. and T.W. Kuyper. 2001. Does origin of mycorrhizal fungus or mycorrhizal plant influence effectiveness of the mycorrhizal symbiosis? Plant and Soil. 230: 161-174.

— o —