



## Isolasi dan Identifikasi Fungi Mikoriza pada Rizosfer Tanaman Porang pada Sistem Agroforestri dan Monokultur

*Isolation and Identification of Mycorrhizal Fungi in The Rhizosphere of The Porang Plant in Agroforestric and Monocultural Systems*

Author(s): Parwi<sup>(1)\*</sup>; Muhammad Muhammad<sup>(1)</sup>; M. Yuda Namuri<sup>(1)</sup>; F. Deru Dewanti<sup>(2)</sup>; Rossyda Priyadashini<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Universitas Darussalam Gontor

<sup>(2)</sup> Universitas Pembangunan “Veteran”

\* Corresponding author: [parwi@unida.gontor.ac.id](mailto:parwi@unida.gontor.ac.id)

Submitted: 22 Jul 2021

Accepted: 10 Sep 2021

Published: 31 Mar 2022

### ABSTRAK

Mikoriza arbuskula adalah mikrobia tanah yang memiliki peran dalam meningkatkan ketersediaan air bagi tanaman melalui perpanjangan hifa sehingga dapat menjangkau pada daerah yang lebih luas. Mikoriza arbuskula merupakan mikrobia tanah yang dapat berkembang pada sistem agroforestri dan monokultur. Informasi mikoriza yang dapat bersimbiosis dengan Porang baik secara agroforestri dan monokultur belum banyak dipublikasikan. Oleh sebab itu perlu identifikasi spora yang ada di rizosfer Porang sehingga nantinya dapat dijadikan sebagai bahan baku pupuk berbasis mikoriza arbuskula untuk tanaman Porang. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi mikoriza arbuskula yang berada di rizosfer Porang pada berbagai sistem pertanaman. Penelitian tentang fungi mikoriza arbuskula di rizosfer Porang dilakukan di lahan agroforestri dan monokultur yang memiliki jenis tanah latosol. Lahan penelitian berada di Desa Mrayan, Kecamatan Ngrayun kabupaten Ponorogo Jawa timur Indonesia dan dilakukan pada bulan Desember 2020. Sampel tanah diambil secara acak di tiga lahan yang berbeda yaitu agroforestri berbasis pinus, agroforestri berbasis sengon dan monokultur Porang. Sampel tanah diambil disekitar perakaran tanaman Porang. Sampel akar berupa akar halus porang. Spora mikoriza arbuskula diekstrak dengan metode pengayaan basah dan kering. Identifikasi spora mikoriza arbuskula dilakukan dengan identifikasi morfologi. Hasil penelitian ini ditemukan 3 genera yang terdiri dari 9 species yaitu Glomus (5 species), Acaulospora (2 species) dan Gigaspora (2 species). Kepadatan spora tertinggi berjenis Glomus dan yang terkecil adalah Gigaspora. Rata rata kepadatan spora adalah 56-105 spora/100 g tanah. Kepadatan spora tertinggi pada agroforestri berbasis pinus. Persentase infeksi akar berkisar antar 24-50%. Persentase infeksi akar tertinggi pada agroforestri berbasis sengon 50%, sedangkan paling rendah monokultur Porang 24%.

### ABSTRACT

#### Keywords:

Agroforestry,

Mycorrhizae,

Monoculture,

Porang.

*Arbuscular mycorrhizae are soil microbes that have a role in increasing the availability of water for plants through the addition of hyphae so that they can reach a wider area. Arbuscular mycorrhizae are soil microbes that can thrive in agroforestry and monoculture systems. Information on mycorrhiza that can symbiotic with Porang (*Amorphophallus muelleri*) both in agroforestry and monoculture has not been widely published. Therefore, it is necessary to identify spores in the Porang rhizosphere so that later they can be used as raw materials for arbuscular mycorrhizal-based fertilizers for Porang plants. This study aims to identify arbuscular mycorrhizae in the Porang rhizosphere in various cropping systems. Research on arbuscular mycorrhizal fungi in the Porang rhizosphere was carried out on agroforestry and monoculture land with latosol soil type. The research area is located in Mrayan Village, Ngrayun District, Ponorogo Regency, East Java, Indonesia and was conducted in December 2020. The research area is located in Mrayan Village, Ngrayun District, Ponorogo Regency, East Java, Indonesia and was carried out in December 2020. Soil samples were taken randomly in three different fields, namely pine-based agroforestry, sengon-based agroforestry and monoculture. Soil samples were taken around the roots of the Porang plant. The root sample was porang fine root. Arbuscular mycorrhizal spores were extracted by wet and dry enrichment methods. Identification of arbuscular mycorrhizal spores was carried out by morphological identification. The results of this study found 3 genera consisting of 9 species, namely Glomus (5 species), Acaulospora (2 species) and Gigaspora (2 species). The highest spore density was Glomus type and the smallest was Gigaspora. The average spore density was 56-105 spores/100 g of soil. The highest spore density was in pine-based agroforestry. The percentage of root infection ranges from 24-50%. The highest percentage of root infection in sengon-based agroforestry.*



## PENDAHULUAN

Porang merupakan tanaman yang banyak dikembangkan di daerah Jawa Timur Indonesia dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Porang banyak dibudidayakan dengan sistem agroforestri dan monokultur. Hampir sebagian besar budidaya porang di Jawa Timur terdapat pada daerah yang memiliki pengairan dengan mengandalkan curah hujan. Pada saat musim kemarau, tanaman Porang mengalami kekurangan air. Kendala kekurangan air dapat diminimalkan dengan adanya simbiosis tanaman dengan mikoriza.

Mikoriza arbuskula merupakan mikrobial tanah yang memiliki peran dalam meningkatkan ketersediaan air bagi tanaman melalui perpanjangan hifa sehingga dapat menjangkau pada daerah yang lebih luas. Simbiosis mikoriza dan tanaman akan tercipta akar yang banyak sehingga serapan nutrisi akan lebih banyak (Muhammad & Isnatin, 2019). Hifa mikoriza arbuskula dapat menyerap air tanah yang memiliki tegangan yang lebih rendah dan akan disalurkan ke akar tanaman (Khalil, Hussein, & Khalil, 2014). Mikoriza arbuskula dapat bersimbiosis dengan 80% tanaman, termasuk tanaman umbi-umbian. Mikoriza arbuskula dapat bersimbiosis dengan gadung (Prayudyaningsih & Nursyamsi, 2015), ketela pohon (Widiatma, Wirawan, & Susrama, 2016) dan kentang (Armansyah, Herawati, & Kristina, 2019). Mikoriza dapat meningkatkan berat umbi tanaman (Usnawiyah & Wirda, 2019).

Mikoriza arbuskula merupakan mikrobial tanah yang dapat berkembang pada sistem agroforestri dan monokultur. Informasi mikoriza yang dapat bersimbiosis dengan Porang baik secara agroforestri dan monokultur belum banyak dipublikasikan. Oleh sebab itu perlu identifikasi spora yang ada di rizosfer Porang sehingga nantinya dapat dijadikan sebagai bahan baku pupuk berbasis

mikoriza arbuskula untuk tanaman Porang. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi mikoriza arbuskula yang berada di rizosfer Porang pada berbagai sistem pertanaman.

## METODOLOGI

### Sampel tanah dan akar porang

Sampel tanah diambil di Desa Mrayan, Kecamatan Ngrayun kabupaten Ponorogo, Jawa Timur Indonesia dengan jenis tanah Latosol. Sampel tanah diambil secara acak pada tiga lokasi yaitu agroforestri berbasis pinus, agroforestri berbasis sengon dan monokultur Porang. Setiap lahan diambil secara acak dengan 3 ulangan. Sampel tanah diambil disekitar perakaran Porang. Sampel tanah diambil sebanyak 2 kg dan dimasukkan dalam kantong plastik dan di bawa ke laboratorium untuk analisa spora mikoriza. Sampel akar porang diambil pada akar halus porang, kemudian dicuci dan dimasukkan botol yang berisi alcohol 70% untuk dibawa ke laboratorium untuk analisa infeksi akar oleh mikoriza arbuskula.

### Isolasi spora

Spora mikoriza arbuskula diekstrak dengan menggunakan metode pengayaan basah dan kering metode Gerdemann dan Nicolson (1963). Sub sampel sebanyak 100 g dari setiap sampel dilarutkan dalam 1 L air dan dilakukan pengadukan. Suspensi disaring dengan saringan bertingkat yaitu 250, 100 dan 45 microns. Supernatan pada saringan terakhir disentrifuse untuk memisahkan spora dengan material yang lainnya. Kepadatan spora dihitung berdasarkan jumlah spora yang teramati di bawah mikroskop

### Identifikasi spora

Spora hasil isolasi ditambahkan PVLG dan melzer untuk identifikasi spora mikoriza arbuskula berdasarkan morfologinya (bentuk, warna, diameter, ornament, hifa). Deskripsi spora dibandingkan dengan publikasi online

pada data base di INVAM (<http://invam.caf.wvu.edu>)

#### Pengamatan tingkat infeksi

Sampel akar dibersihkan dengan air, kemudian direndam dalam KOH 10% pada suhu 80°C. Setelah itu dicuci dan direndam akar dalam HCl 1 % selama 30 menit. Setelah itu HCl dibuang dan ditambahkan larutan Staining (*trypan blue*) selama 24 jam. Pengamatan akar terinfeksi dilakukan dengan bantuan mikroskop. Persentase infeksi akar di hitung berdasarkan jumlah akar yang terinfeksi dibanding dengan total akar yang diamati.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

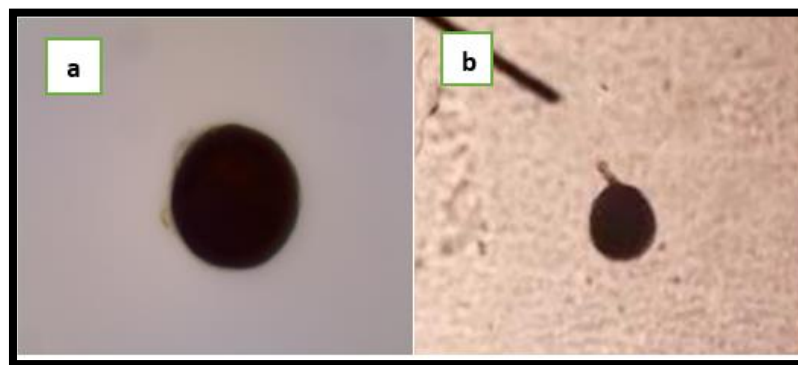
#### Identifikasi spora

Jenis spora yang teridentifikasi pada sampel penelitian ini berjumlah 9 jenis pada sistem agroforestri berbasis pinus, 8 jenis pada sistem agroforestri berbasis sengon dan monokultur Porang. Hasil ini lebih tinggi daripada jenis spora yang ditemukan pada tanaman tebu di daerah Pati Jawa Tengah, yaitu *Glomus* (3 species), *Acaulospora* (1 species) (Hartoyo & Trisilawati, 2021) dan pada tanaman

alang alang di Bali yaitu *glomus* (2 species), *Acaulospora* (1 species) dan *Gigaspora* (1 Species) (Naingolan, Wirawan, & Susrama, 2014). Adapun di tananam bengkuang terdapat 6 jenis mikoriza yaitu 4 *glomus*, 1 *Acaulospora* dan 1 *Gigaspora* (Armansyah et al., 2019). Di rizosfer ketela pohon yang berada di tanah alluvial ditemukan mikoriza 3 genus yaitu *gigaspora*, *entrophospora* dan *glomus* (Nurhidayati, Purwani, & Ermavitalini, 2010). Jenis spora teridentifikasi sebagai berikut :

##### a. *Glomus ambisporum*

Bentuk spora globus sampai sub globus, diameter 76-80  $\mu\text{m}$ , warna hitam, dinding spora terdapat 2 lapis yaitu L1 <1  $\mu\text{m}$  berwarna hyaline, L2 5  $\mu\text{m}$  berwarna coklat gelap kehitaman. Tidak ditemukan hifa . Hasil ini serupa spora mikoriza di kawasan Hutan Desa Lamteuba Droo Kecamatan Seulimum Kabupaten Aceh Besar (Rahmi, Dewi, Maretalina, & Hidayat, 2017).

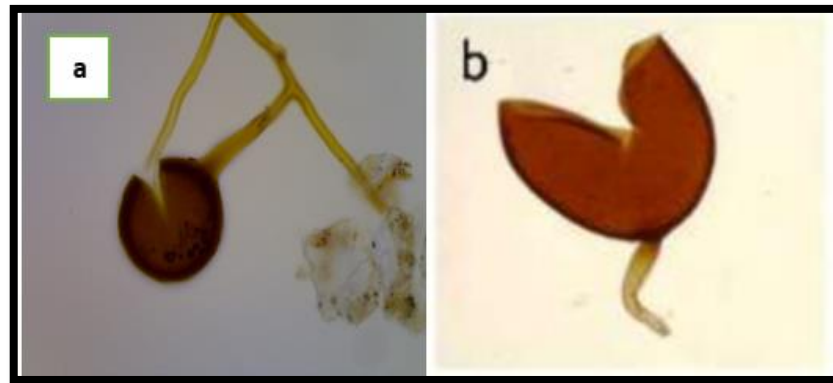


Gambar 1. a. Hasil pengamatan, b. Literatur Rahmi  
Figure 1. a. Observation results, b. Rahmi literature

##### b. *Glomus geosporum*

Bentuk spora globus sampai sub globus, diameter 58-62  $\mu\text{m}$ , warna oranye gelap kecoklatan, dinding spora terdapat 3 lapis yaitu L1 < 1  $\mu\text{m}$  berwarna hyaline, L2 5  $\mu\text{m}$  berwarna coklat oranye dan L3 1,2

$\mu\text{m}$  berwarna lebih gelap. Hifa terdiri dari 2 lapis dengan diameter 12  $\mu\text{m}$ . Hasil ini serupa dengan spora mikoriza di *Clerodendrum* (Songachan, Kayang, & Moinao, 2015).

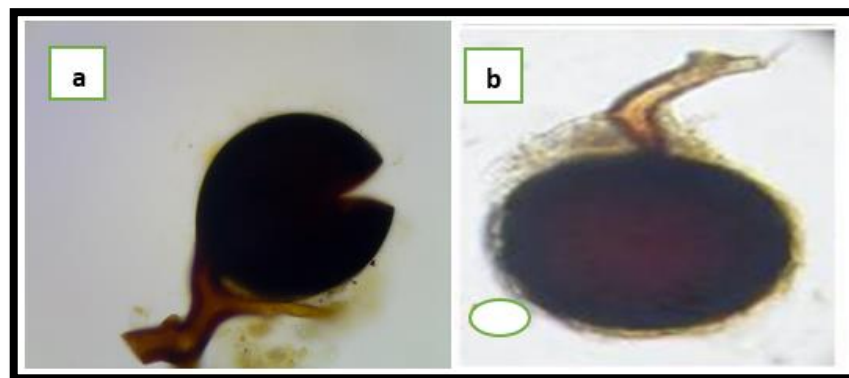


Gambar 2. a. Hasil pengamatan, b. Literatur Songachan  
Figure 2. a. Observation results, b. Songachan literature

c. *Glomus constrictum*

Bentuk spora globus, warna coklat kehitaman, dinding spora terdapat 2 lapis yaitu L1 1,4  $\mu\text{m}$  berwarna hyaline dan L2 9,12  $\mu\text{m}$  berwarna coklat kemerahan. Hifa terdiri dari

2 lapis dengan diameter 15  $\mu\text{m}$ . Hasil identifikasi ini serupa dengan spora mikoriza di daerah Mahabubnagar, Telangana India (Kante, Amballa, & Bheemanathni, 2018).

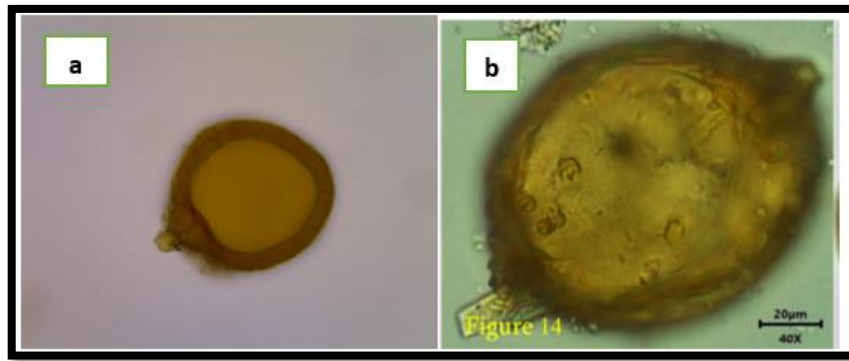


Gambar 3. a. Hasil pengamatan, b. Literatur Kante  
Figure 3. a. Observation results, b. Kante literature

d. *Glomus multicaule*

Bentuk spora globus, diameter 90-99  $\mu\text{m}$ , warna kuning kecoklatan, dinding spora terdapat 2 lapis yaitu L1 <1  $\mu\text{m}$  berwarna hyalinedan L3 9  $\mu\text{m}$  berwarna kuning kecoklatan.

Hifa berwarna hyalin terdiri dari 2 lapis dengan diameter 8  $\mu\text{m}$ . Hasil ini serupa dengan spora mikoriza dirizosfer *Dicoma tomentosa* (Kante et al., 2018).

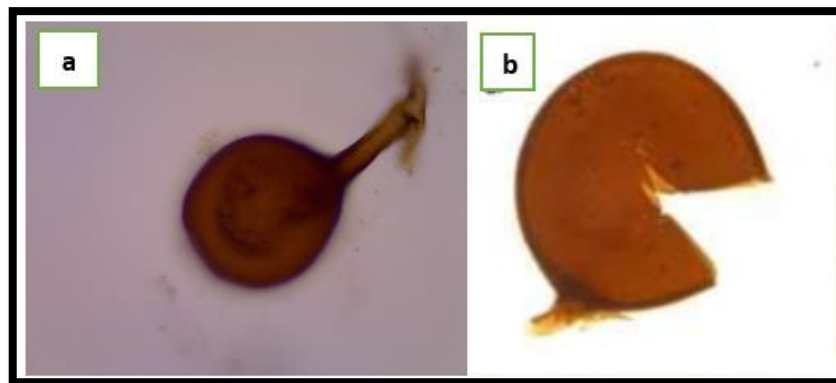


Gambar 4. a. Hasil pengamatan, b. Literatur Kante  
Figure 4. a. Observation results, b. Kante literature

e. *Glomus etunicatum*

Bentuk spora globus sampai sub globus, diameter 80-90  $\mu\text{m}$ , warna oranye kemerahan, dinding spora terdapat 2 lapis yaitu L1 0,6-2,8  $\mu\text{m}$  berwarna hyaline dan L2 4,4-6,4

$\mu\text{m}$  berwarna coklat oranye cerah. Hifa terdiri dari 2 lapis dengan diameter 5-10,2  $\mu\text{m}$ . Hasil ini serupa spora di rizosfer *C. colebrookianum* and *C. buchananii* (Songachan et al., 2015).

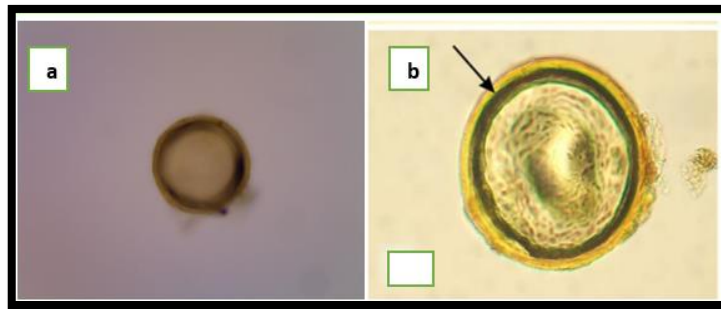


Gambar 5. a. Hasil pengamatan, b. Literatur Songachan  
Figure 5. a. Observation results, b. Songachan literature

f. *Acaulospora lacunosa*

Bentuk spora globus, diameter 70-72  $\mu\text{m}$ , warna kuning pucat, dinding spora terdapat 2 lapis yaitu L1 0,5  $\mu\text{m}$  berwarna hyaline dan L2 1,8-6  $\mu\text{m}$  berwarna kuning oranye. Terdapat dinding lapisan dalam.

Penelitian ini serupa dengan spora mikoriza di rizosfer Bunga matahari di Haryana, India (Sharma, Parkash, Kaushish, & Aggarwal, 2009).

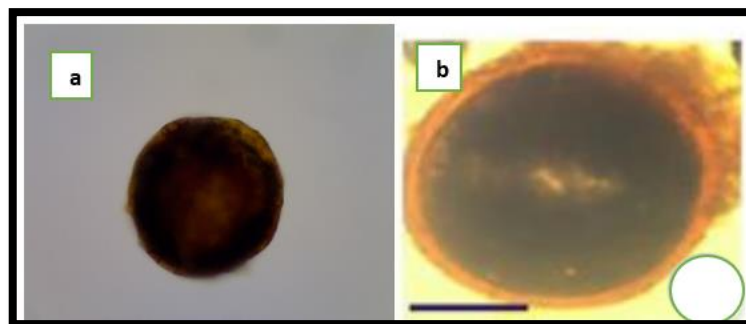


Gambar 6. a. Hasil pengamatan, b. Literatur Sharma  
Figure 6. a. Observation results, b. Sharma literature

g. *Acaulospora mellea*

Bentuk spora globus, diameter 70-72  $\mu\text{m}$ , warna kuning kehitaman, dinding spora terdapat 3 lapis yaitu L1 <0,5  $\mu\text{m}$  berwarna hyaline, L2 4  $\mu\text{m}$  berwarna kuning, L3 1,4  $\mu\text{m}$

berwarna coklat oranye. Terdapat dinding lapisan dalam. Hasil ini serupa spora mikoriza pada rizosfer legume (Alimi, Adeleke, & Moteetee, 2021).

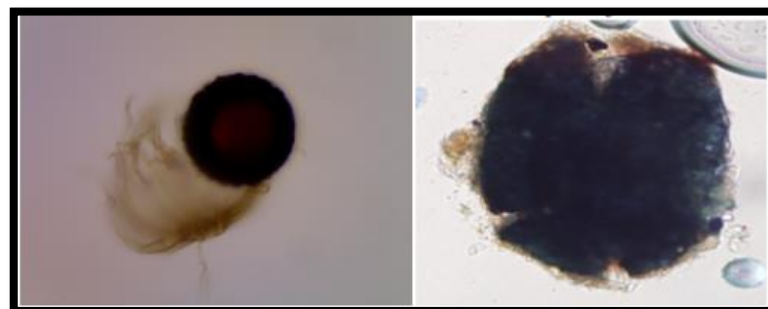


Gambar 7. a. Hasil pengamatan, b. Literatur Alimi  
Figure 7. a. Observation results, b. Alimi literature

h. *Gigapora rosea*

Bentuk spora globus, diameter 70-71  $\mu\text{m}$ , warna hitam kecoklatan, dinding spora terdapat 3 lapis yaitu L1 <1  $\mu\text{m}$  berwarna hyaline, L2 2

$\mu\text{m}$  merah gelap dan L3 4  $\mu\text{m}$ , dinding spora berduri. Hifa terdiri dari 2 lapis. Hasil peneliti serupa dengan spora mikoriza di rizosfer legum (Kante et al., 2018).

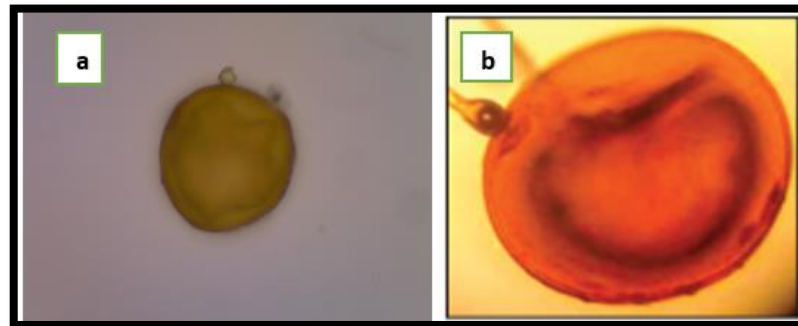


Gambar 8. a. Hasil pengamatan, b. Literatur Kante  
Figure 8. a. Observation results, b. Kante literature

i. *Gigaspora albida*

Bentuk spora globus, diameter 82-84  $\mu\text{m}$ , warna krem pucat, dinding spora terdapat 3 lapis yaitu L1 2  $\mu\text{m}$  berwarna hyaline, L2 6  $\mu\text{m}$  berwarna kuning dan L3 2  $\mu\text{m}$

berwarna hyaline. Hifa terdiri dari 2 lapis. Hasil penelitian ini serupa dengan spora dirizosfer *Anacardium occidentale* (Proborini, Sudana, Suarana, & Ristiati, 2013).

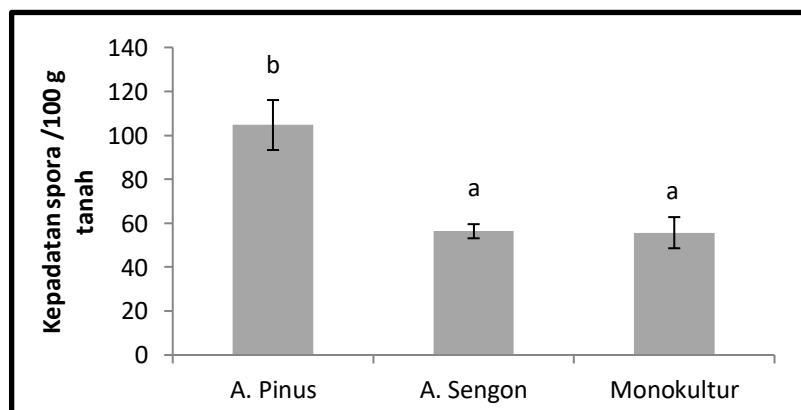


Gambar 9. a. Hasil pengamatan, b. Literatur Alimi  
Figure 9. a. Observation results, b. Alimi literature

**Kepadatan spora**

Kepadatan spora di di rizofer porang berkisar antar 56 – 105 spora/100 g tanah. Kepadatan spora mikoriza arbuskula bervariasi tergantung pada sistem pertanaman (Gambar 2). Sistem agroforestri berbasis pinus memiliki kepadatan spora paling tinggi dan sistem monokultur memiliki kepadatan terendah. Kepadatan spora pada sistem agroforestri memiliki hasil yang berbeda tergantung pada jenis tanaman tahunan. Sistem agroforestri berbasis pinus memiliki kepadatan spora lebih tinggi dibanding sistem agroforestri berbasis sengon.

Kepadatan spora tanaman gadung (*Dioscorea hisbida*) di bawah tegakan jati memiliki jumlah spora 4 /100 g tanah sedangkan tanaman gembili (*Dioscorea esculenta*) memiliki jumlah spora 24/100 g tanah (Prayudyaningsih & Nursyamsi, 2015). Kepadatan spora di tanaman kentang berkisar antara 166 – 566 spora/100 g (Armansyah et al., 2019). Kepadatan spora tanaman ubi kayu 105/100 g tanah dan tanaman ubi jalar 83/100 g tanah di Bali Indonesia (Widiatma et al., 2016).

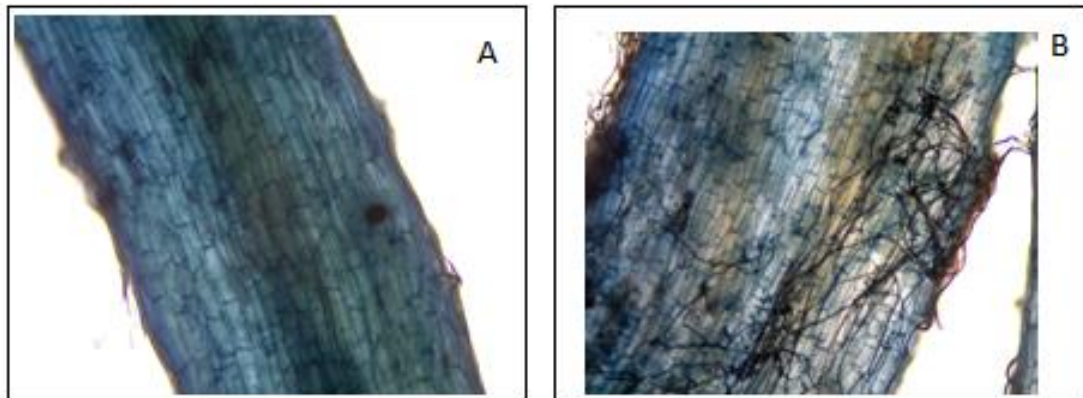


Gambar 10. Grafik kepadatan spora  
Figure 10. Spore density graph

### Infeksi Mikoriza Arbuskula

Tanaman porang dapat terinfeksi oleh mikoriza arbuskula. Pada akar porang yang tidak terinfeksi oleh mikoriza maka jaringan akar porang terlihat bersih, hanya terlihat ruang sel akar porang (Gambar 3A). Akar porang yang terinfeksi oleh mikoriza arbuskula akan terlihat hifa mikoiza yang masuk ke jaringan akar

sampai ke korteks dan dinamakan hifa internal. Percabangan hifa internal yang membesar membentuk arbuskula yang berfungsi sebagai pertukaran senyawa yang diperlukan oleh fungi dan hara yang dibutuhkan oleh porang. Hifa ada yang muncul dipermukaan akar sehingga membentuk hifa eksternal (Gambar 3B)



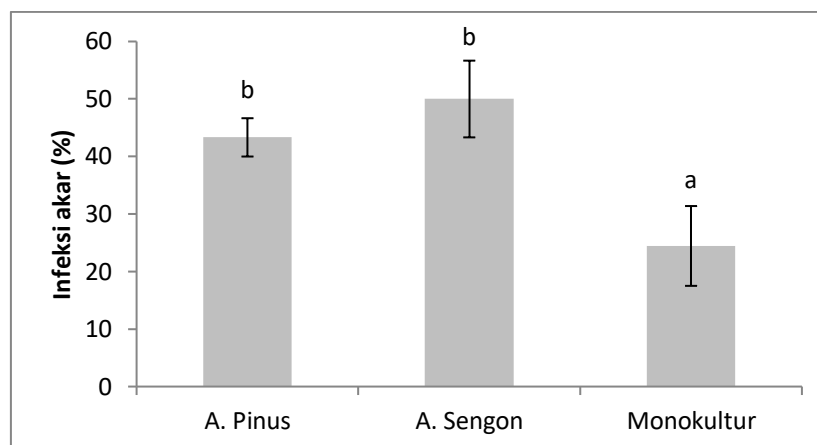
Gambar 11. A: Akar tanpa infeksi mikoriza, B: Akar terinfeksi mikoriza

Figure 11. A. Roots without mycorrhizal infection, B: Roots infected with mycorrhizae

Infeksi akar oleh mikoriza arbuskula bervariasi tergantung pada sistem pertanaman. Rata infeksi mikoriza sebesar 24-50%. Pada berbagai sistem agroforestri, perbedaan tanaman tahunan tidak menyebabkan perbedaan persentase infeksi akar porang oleh mikoriza arbuskula. Persentase infeksi akar pada sistem monokultur lebih rendah dibanding dengan sistem agroforestri baik agroforestri berbasis pinus maupun agroforestri berbasis sengon. Persentase infeksi akar oleh mikoriza arbuskula tertinggi pada sistem agroforestri berbasis

sengon dan terendah pada sistem monokultur. Infeksi akar oleh mikoriza tergantung pada penggunaan lahan. Lahan hutan memiliki tingkat infeksi yang berbeda dengan lahan hutan yang terdegradasi (Baral et al., 2021). Tingkat infeksi mikoriza terhadap akar tanaman bengkuang berkisar antara 20 – 50% (Armansyah et al., 2019). Adapun tingkat infeksi ubi kayu sebesar 54% dan ubi jalar sebesar 43% ditumbuhkan di Bali Indonesia (Widiatma et al., 2016). Tingkat infeksi tanaman gambeli sebesar 8,33% (Prayudyaningsih & Nursyamsi, 2015).





Gambar 12. Grafik infeksi akar

Figure 12. Root infection chart

## KESIMPULAN

Porang memiliki kemampuan bersimbiosis dengan mikoriza arbuskula. Jenis mikoriza yang bersimbiosis dengan Porang tergantung pada sistem pertanaman Porang, sistem agroforestri Porang memiliki jenis mikoriza arbuskula lebih banyak dibandingkan dengan monokultur. Mikoriza arbuskula yang ada ditemukan di ketiga lokasi ada 9 jenis yaitu genere *Glomus* (5 jenis), *Acaulospora* (2 jenis) dan *Gigaspora* (2 jenis). Kepadatan spora mikoriza arbuskula tertinggi di Porang sistem agroforestri berbasis pinus. Infeksi mikoriza arbuskula tertinggi pada sistem agroforestri berbasis sengon.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aran, D. H., Mariani, Y., & Yusro, F. (2021). Minyak Atsiri Daun Jeruk Purut (*Citrus Hystrix*) Dan Bioaktivitasnya Terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes* DAN *Pseudomonas aeruginosa*. *Bioma : Jurnal Biologi Dan Pembelajaran Biologi*, 6(1), 1–10.
- Arce, A., Marchiaro, A., Martínez-Ageitos, J. M., & Soto, A. (2005). Citrus essential oil deterpenation by liquid-liquid extraction. *Canadian J. of Chemical Engineering*, 83(2), 366–370.
- Das, D. R., Sachan, A. K., Shuaib, M., & Imtiyaz, M. (2014). *Chemical*

*Charecterization of Volatile Oil Components of Citrus Reticulata By Gc-Ms Analysis*. 3(6), 1197–1204.

- Espina, L., Somolinos, M., Lorán, S., Conchello, P., García, D., & Pagán, R. (2011). Chemical composition of commercial citrus fruit essential oils and evaluation of their antimicrobial activity acting alone or in combined processes. *Food Control*, 22(6), 896–902.
- Fekadu, T., Seifu, T., & Abera, A. (2019). Extraction of Essential Oil from Orange Peel using Different Methods and Effect of Solvents, Time, Temperature to Maximize Yield Green synthesis of nanoparticles View project Extraction of essential oil View project Extraction of Essential Oil from Orange. *International Journal of Engineering Science and Computing*, 9(March), 24300–24308.
- Gualdani, R., Cavalluzzi, M. M., Lentini, G., & Habtemariam, S. (2016). The chemistry and pharmacology of citrus limonoids. In *Molecules* Vol. 21, (11).
- Harris R. (1994). Tanaman Minyak Atsiri. In *Penebar Swadaya*.
- Hidayati. (2012). Distilasi Minyak Atsiri dari Kulit Jeruk Pontianak dan

- Pemanfaatannya dalam Pembuatan Sabun Aromaterapi. *Biopropal Industri*, 3(2), 39–49.
- Honestin, T., Ikarini, I., Ashari, H., & Hanif, Z. (2020). Pengaruh Sari Jeruk Siam Pontianak dan Keprok Terigas terhadap Kualitas Es Krim. *Pros. Seminar Nasional Lahan Suboptimal Ke-8 Tahun 2020, Palembang 20 Oktober 2020* “, 978–979.
- Ikarni, I., Honestin, T., Ashari, H., & Hanif, Z. (2020). Karakteristik Minuman Sari Jeruk Keprok Terigas dengan Penambahan beberapa Jenis Penstabil. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal Ke-8 Tahun 2020, Palembang 20 Oktober 2020* “, 978–979.
- Iryani, A. S., & Deka, A. (2018). Pembuatan Minyak Atsiri Dari Kulit Jeruk Purut (Citrus Histrix) Dengan Metode Ekstraksi. *Pros. Seminar Hasil Penelitian*, 978-602–60, 159–161.
- Kartika Fitri, A. C., & Proborini, W. D. (2018). Analisa Komposisi Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis Hasil Ekstraksi Metode Microwave Hydrodiffusion and Gravity Dengan Gc-Ms. *Reka Buana : J. Ilmiah Teknik Sipil Dan Teknik Kimia*, 3(1), 53.
- Kurniawan, A., Chandra, Indraswati, N., & Mudjijati. (2008). Ekstraksi Minyak Kulit Jeruk Dengan Metode Distilasi, Pengepresan dan Leaching. *Widya Teknik*, 7(1), 15–24.
- Mani-López, E., Lorenzo-Leal, A. C., Palou, E., & López-Malo, A. (2017). Principles of Sensory Evaluation in Foods Containing Essential Oil. *Essential Oils in Food Processing: Chemistry, Safety and Applications*, 293–325.
- Minh Tu, N. T., Onishi, Y., Choi, H. S., Kondo, Y., Ukeda, H., & Sawamura, M. (2003). Characteristic odour components of Citrus sp. (Kiyookadaidai) cold-pressed peel oil. *Flavour and Fragrance J.*, 18(6), 515–520.
- Muhtadin, A. F., Wijaya, R., & Prihatini, P. (2013). Pengambilan Minyak Atsiri dari Kulit Jeruk. *J. Teknik Pomits*, 2(1), 98–101.
- Sawamura, M., Onishi, Y., Ikemoto, J., Tu, N. T. M., & Phi, N. T. L. (2006). Characteristic odour components of bergamot (Citrus bergamia Risso) essential oil. *Flavour and Fragrance Journal*, 21(4), 609–615.
- Sri Mulyani, S. dan M. M. H. (2009). Analisis GC-MS dan daya anti bakteri minyak atsiri Citrus amblycarpa ( Hassk ) Ochse Antibacterial activity and GC-MS analysis of the Citrus. *Majalah Farmasi Indonesia*, 20(3), 127–132.
- Syauqiah, I., Mirwan, A., Sulaiman, A., & Nurandini, D. (2008). Analisis Pengaruh Lama Penyulingan dan Komposisi Bahan Baku Terhadap Rendemen dan Mutu Minyak Atsiri dari Daun dan Batang Nilam. *Info-Teknik*, 9(1), 21–30.
- Tantri Swandari, Panjisakti Basunanda, A. P. (2017). Tantri Swandari et al. : Penggunaan Alat Sensor Warna untuk Menduga Derajat Dominasi Gen Penyadi Karakter Warna Buah Cabai Hasil Persilangan. *Agroista*, 1(2), 1–10.