

## Inventarisasi fungi di Taman Nasional Alas Purwo, Banyuwangi

**Yuris Setyadin**

Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan dan Pembangunan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Brawijaya

### ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji keanekaragaman jamur di Taman Nasional Alas Purwo dengan fokus pada identifikasi spesies dan karakteristik habitatnya. Survei lapangan dilakukan selama dua hari menemukan 11 spesies jamur dari berbagai ekosistem. Pada hari pertama, delapan spesies berhasil diidentifikasi, diantaranya *Auricularia mesenterica*, *Ganoderma applanatum*, *Geastrum saccatum*, *Tremella fuciformis*, *Marasmiellus ramealis*, *Picnoporus sanguineus*, *Schizophyllum commune*, dan *Coltricia perennis*. Hari kedua menemukan tiga spesies tambahan, seperti *Inocybe rimosa*, *Pleurotus ostreatus*, dan *Trametes gibbosa*. Identifikasi morfologi dilakukan di lapangan, dengan verifikasi lebih lanjut di laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan peran ekologis jamur dalam dekomposisi dan siklus nutrisi. Studi ini berkontribusi pada dokumentasi keanekaragaman hayati jamur di hutan tropis dan mendukung upaya konservasi. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengintegrasikan teknik molekuler guna meningkatkan akurasi taksonomi.

**Kata Kunci:** Keanekaragaman Jamur, Taman Nasional Alas Purwo, Identifikasi Spesies, Peran Ekologis, Konservasi

### ABSTRACT

*This study explores the diversity of fungi in Alas Purwo National Park, focusing on species identification and habitat characteristics. Field surveys were conducted over two days, yielding 11 fungal species across different ecological niches. On the first day, eight species were identified, including *Auricularia mesenterica*, *Ganoderma applanatum*, *Geastrum saccatum*, *Tremella fuciformis*, *Marasmiellus ramealis*, *Picnoporus sanguineus*, *Schizophyllum commune*, and *Coltricia perennis*. The second day revealed three additional species: *Inocybe rimosa*, *Pleurotus ostreatus*, and *Trametes gibbosa*. Morphological identification was performed in situ, with further verification in the laboratory. The results highlight the ecological roles of these fungi in decomposition and nutrient cycling. This research contributes to fungal biodiversity documentation in tropical forests and supports conservation efforts. Future studies should integrate molecular techniques for enhanced taxonomic accuracy.*

**Keywords:** Fungal Diversity, Alas Purwo National Park, Species Identification, Ecological Roles, Conservation

### Histori Artikel:

Diterima 19 Februari 2025, direvisi 17 Maret 2025, disetujui 30 April 2025, dipublikasi 10 Mei 2025

### \*Penulis Korespondensi:

xtra\_tampan@student.ub.ac.id

### DOI:

<https://doi.org/10.60036/kwmos134>

## PENDAHULUAN

Taman Nasional Alas Purwo (TNAP) merupakan salah satu kawasan konservasi tertua di Indonesia yang memiliki nilai ekologis tinggi. Awalnya, kawasan ini ditetapkan sebagai Suaka Margasatwa sebelum resmi berubah status menjadi taman nasional berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan No. 92/Kpts-II/1992. Penetapan ini bertujuan untuk melindungi keanekaragaman hayati serta menjaga keseimbangan ekosistem yang ada, sebagaimana diamanatkan dalam Undang-Undang No. 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya.

TNAP memiliki berbagai ekosistem yang kompleks dan saling berinteraksi, seperti hutan hujan dataran rendah, hutan bambu, hutan pantai, hutan mangrove, padang savana, serta ekosistem pesisir. Keberagaman ekosistem ini menjadikan TNAP sebagai habitat bagi berbagai spesies flora dan fauna yang memiliki peran ekologis penting. Selain keanekaragaman makroorganisme, kawasan ini juga mendukung keberadaan mikroorganisme, termasuk fungi, yang memiliki peran fundamental dalam siklus ekologi.

Jamur atau fungi merupakan salah satu kelompok organisme yang berkontribusi besar dalam keseimbangan ekosistem hutan. Organisme ini berperan sebagai dekomposer yang menguraikan bahan organik, penyedia nutrisi bagi tumbuhan melalui interaksi mikoriza, serta agen biokontrol alami terhadap patogen tumbuhan (Gunawan et al., 2024). Namun, meskipun memiliki peran ekologi yang signifikan, penelitian mengenai keanekaragaman fungi di TNAP masih terbatas, sehingga inventarisasi spesies jamur yang ada di kawasan ini menjadi langkah penting dalam memperkaya basis data biodiversitas.

Penelitian ini bertujuan untuk menginventarisasi spesies fungi yang ditemukan di TNAP serta menganalisis peran ekologisnya dalam ekosistem setempat. Data yang diperoleh diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pemahaman keanekaragaman fungi di kawasan ini serta menjadi referensi bagi upaya konservasi dan pengelolaan ekosistem hutan secara berkelanjutan. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan pula dapat ditemukan spesies fungi dengan potensi ekologis atau ekonomi yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut dalam bidang ilmu hayati dan bioteknologi.

## METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada Sabtu, 13 April 2019 pukul 07.30 hingga 15.00 WIB di Taman Nasional Alas Purwo, khususnya di wilayah Pancur. Observasi lanjutan dilakukan pada Minggu, 14 April 2019 pada rentang waktu yang sama di wilayah Sadengan, Banyuwangi, Jawa Timur. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada keberagaman ekosistem yang ada di kawasan tersebut, yang mendukung pertumbuhan berbagai jenis fungi.

Eksplorasi dilakukan dengan metode jelajah (*exploratory survey*) dengan menelusuri jalur tracking Pancur dan Sadengan. Setiap spesies fungi yang ditemukan didokumentasikan dengan menentukan titik koordinat menggunakan perangkat lunak GPS Essentials. Spesies yang teramati kemudian difoto menggunakan kamera beresolusi tinggi untuk mendokumentasikan morfologi makroskopisnya. Setelah proses dokumentasi, spesimen fungi dikoleksi sebagai sampel penelitian. Koleksi dilakukan dengan menggunakan pisau steril untuk memastikan bagian tubuh jamur tetap utuh. Spesimen yang diambil kemudian dimasukkan ke dalam plastik sampel yang telah dilabeli dengan informasi lokasi, waktu pengambilan, serta karakteristik morfologinya.

Identifikasi awal dilakukan secara in-situ dengan membandingkan karakteristik makroskopis fungi terhadap referensi buku identifikasi jamur oleh Stamets (1996). Spesimen yang tidak dapat diidentifikasi secara makroskopis dibawa ke Laboratorium Mikroteknik, Departemen Biologi, Universitas Brawijaya untuk dianalisis lebih lanjut. Identifikasi lanjutan dilakukan dengan mikroskop cahaya menggunakan pewarnaan laktofenol kapas untuk

mengamati struktur hifa, basidia, spora, serta karakteristik lain yang dapat membantu dalam penentuan spesies.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi 11 spesies jamur yang ditemukan di Taman Nasional Alas Purwo. Eksplorasi dilakukan selama dua hari di dua lokasi yang berbeda, yaitu Pancur dan Sadengan. Pada hari pertama ditemukan 8 spesies jamur, yang sebagian besar tumbuh pada substrat kayu lapuk dan tanah lembap. Sementara itu, pada hari kedua ditemukan 3 spesies jamur, dengan habitat yang lebih bervariasi, termasuk serasah daun dan batang pohon yang membusuk. Spesies jamur yang ditemukan memiliki morfologi dan karakteristik ekologis yang beragam, mencerminkan tingginya keanekaragaman fungi di kawasan ini. Beberapa spesies yang diidentifikasi memiliki peran sebagai dekomposer, sementara lainnya diduga memiliki potensi mikorizal atau endofit.

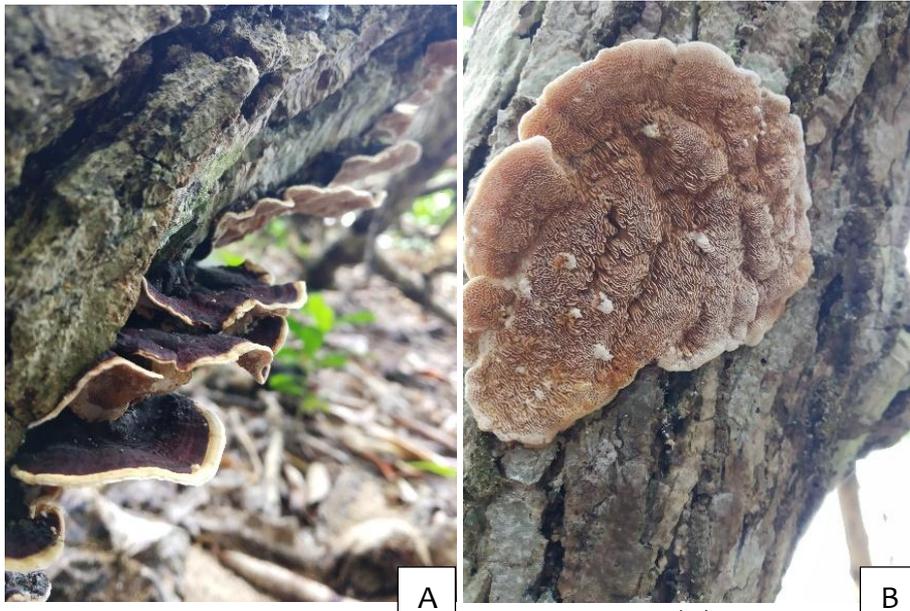
Kehadiran spesies jamur yang berbeda di dua lokasi ini menunjukkan adanya variasi habitat dan kondisi lingkungan yang mempengaruhi distribusi fungi. Faktor seperti ketersediaan substrat organik, kelembaban, dan tingkat dekomposisi diduga menjadi faktor utama dalam menentukan kehadiran jamur di masing-masing lokasi. Hasil penelitian ini memperkuat pentingnya Taman Nasional Alas Purwo sebagai habitat bagi fungi lignikolus dan saprofit, yang berperan dalam proses dekomposisi dan siklus nutrisi di ekosistem hutan. Selain itu, hasil ini juga memberikan dasar bagi penelitian lebih lanjut mengenai potensi ekologi dan aplikatif dari fungi yang ditemukan di kawasan ini.

### Hari Pertama



**Gambar 1.** *Auricularia mesenterica* berhabitat di kayu lapuk.

*A. mesenterica* (Gambar 1), dikenal sebagai "tripe fungus", memiliki tubuh buah berbentuk seperti cangkang dengan permukaan atas berwarna abu-abu hingga coklat, berbulu halus dengan zona konsentris. Bagian bawahnya gelatinous, berwarna coklat kemerahan, dengan permukaan yang berkerut. Spesies ini merupakan saprotrof yang tumbuh pada kayu mati dari pohon gugur. *A. mesenterica* berperan dalam dekomposisi kayu, membantu siklus nutrisi dalam ekosistem hutan. Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa spesies ini memiliki aktivitas antioksidan yang signifikan, yang berpotensi sebagai agen antitumor (Badalyan & Rapior, 2021).



**Gambar 2.** *Ganoderma applanatum* berhabitat di kayu lapuk. (A) Tampak atas, (B) Tampak bawah

*G. applanatum* (Gambar 2), atau "artist's conk", memiliki tubuh buah keras, berkayu, berbentuk setengah lingkaran hingga kipas, dengan permukaan atas berwarna coklat tua hingga abu-abu, seringkali dengan zona konsentris. Bagian bawahnya berwarna putih dengan pori-pori halus yang berubah menjadi coklat saat disentuh. Jamur ini dikenal sebagai agen dekomposer yang menyebabkan busuk putih pada kayu mati dan hidup. *G. applanatum* memiliki sejarah penggunaan dalam pengobatan tradisional, terutama dalam pengobatan Tiongkok, karena kandungan senyawa bioaktif seperti triterpenoid dan polisakarida yang memiliki aktivitas imunomodulator dan antikanker (Boh et al., 2007).



**Gambar 3.** *Geastrum saccatum* berhabitat di kayu lapuk.

*Geastrum saccatum* (Gambar 3), atau "rounded earthstar", memiliki tubuh buah yang awalnya berbentuk bola tertutup. Saat matang, lapisan luar terbelah menjadi beberapa lobus yang menyerupai bintang, dengan kantung spora bulat di tengahnya. Sebagai saprotrof, *G. saccatum* berperan dalam dekomposisi bahan organik di lantai hutan, membantu siklus nutrisi. Meskipun tidak umum digunakan dalam pengobatan atau konsumsi, beberapa penelitian

menunjukkan potensi aktivitas antimikroba dan antioksidan dalam ekstrak jamur ini (Li et al., 2021).



**Gambar 4.** *Tremella fuciformis* berhabitat di batang tumbuhan.

*T. fuciformis* (Gambar 4), dikenal sebagai "white jelly mushroom", memiliki tubuh buah berwarna putih transparan, berbentuk seperti bunga atau kristal, dengan tekstur gelatinous. Bentuk tudung tidak beraturan, dengan diameter 5-15 cm, tebal tudung 0,5-0,6 cm. Jamur ini tidak memiliki gills serta batang. Jamur ini terkenal dalam pengobatan tradisional Tiongkok dan digunakan dalam kuliner Asia. *T. fuciformis* diketahui memiliki kandungan polisakarida yang berfungsi sebagai antioksidan dan memiliki efek imunomodulator (Wasser, 2002).

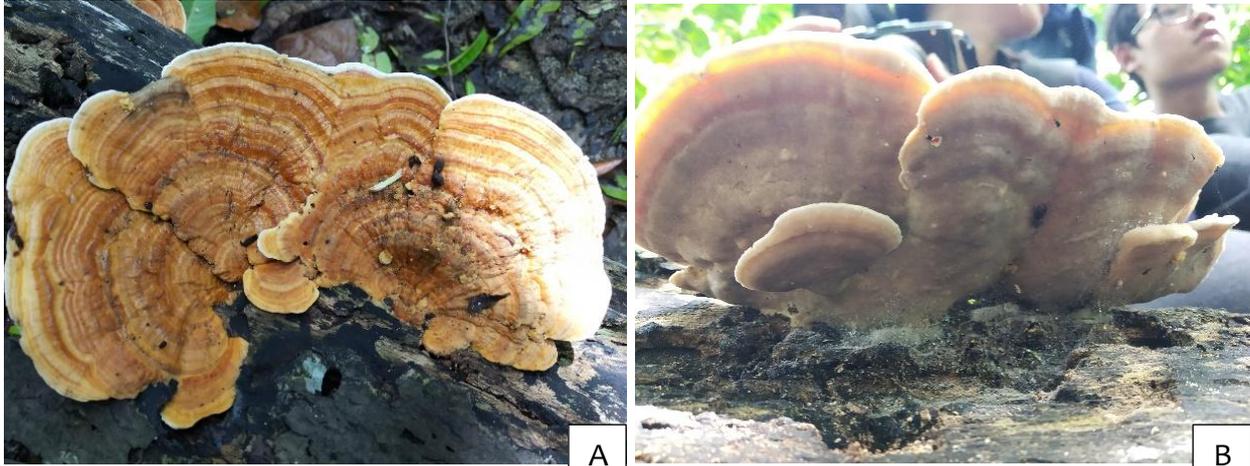


**Gambar 5.** *Marasmiellus ramealis* berhabitat di serasah daun dan ranting lapuk.

*M. ramealis* (Gambar 5) memiliki tudung kecil berdiameter 0,5–2 cm, berbentuk cembung hingga datar, sering kali memiliki warna putih hingga krem dengan tepi sedikit berlekuk. Lamellae berwarna putih, rapat, dan tidak melekat pada batang. Batang tipis, panjang 1–4 cm, berwarna coklat kemerahan dan sering kali berbulu halus. *M. ramealis* termasuk dalam famili Marasmiaceae yang dikenal sebagai jamur dekomposer penting dalam ekosistem hutan. Spesies

ini memiliki kemampuan dalam mendekomposisi lignoselulosa dari kayu dan serasah daun, sehingga berperan dalam siklus karbon di ekosistem hutan hujan tropis.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa genus *Marasmiellus* memiliki metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antibakteri dan antifungi. Dalam studi oleh Sing et al. (2017), ditemukan bahwa beberapa spesies *Marasmiellus* spp. mampu menghasilkan enzim ligninolitik yang dapat digunakan dalam bioteknologi, terutama untuk pengolahan limbah organik dan degradasi senyawa polutan. Keberadaan *Marasmiellus ramealis* di Taman Nasional Alas Purwo menunjukkan bahwa kawasan ini memiliki kondisi yang mendukung keberlangsungan jamur saprotrof sebagai bagian dari dinamika ekosistem hutan.



**Gambar 6.** *Picnoporus sanguineus* berhabitat di kayu lapuk. (A) Tampak atas; (B) tampak bawah.

*P. sanguineus* (Gambar 6) memiliki tubuh buah berbentuk seperti konsol atau kipas, melekat pada substrat kayu dengan diameter 3–12 cm. Permukaan atas berwarna merah jingga cerah, sering kali dengan tepi yang lebih terang. Bagian bawah berpori dengan warna oranye pucat hingga putih, tidak memiliki lamellae. Tekstur tubuh buah keras dan berkayu. *P. sanguineus* merupakan jamur polipora yang banyak ditemukan di daerah tropis. Spesies ini dikenal sebagai dekomposer kayu dengan kemampuan menghasilkan enzim ligninolitik seperti laccase dan peroksidase, yang berperan dalam degradasi lignoselulosa. Enzim ini memiliki potensi aplikasi dalam berbagai bidang bioteknologi, termasuk pengolahan limbah, pemutihan pulp kertas, serta remediasi lingkungan terhadap senyawa toksik (Aguilar et al., 2023).

Selain perannya dalam ekosistem, *P. sanguineus* juga telah diteliti karena kandungan metabolit sekundernya, seperti flavonoid dan triterpenoid, yang memiliki aktivitas farmakologis. Studi yang dilakukan oleh Aguilar et al. (2023) menunjukkan bahwa ekstrak *P. sanguineus* memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Selain itu, senyawa yang dihasilkan oleh jamur ini juga memiliki potensi sebagai antioksidan dan antikanker. Keberadaan *P. sanguineus* di Taman Nasional Alas Purwo menunjukkan bahwa ekosistem hutan di kawasan ini masih memiliki kayu lapuk yang cukup sebagai substrat pertumbuhan jamur lignikolus. Hal ini menjadi indikator bahwa hutan Alas Purwo masih mempertahankan siklus dekomposisi alami yang penting dalam ekosistem hutan tropis.



**Gambar 7.** *Schizophyllum commune* berhabitat di kayu lapuk.

*S. commune* (Gambar 7) memiliki tubuh buah kecil, berbentuk kipas hingga setengah lingkaran, dengan permukaan atas berbulu halus dan berwarna putih hingga abu-abu. Bagian bawahnya memiliki lamellae yang khas, berbentuk seperti belahan ganda. Jamur ini merupakan salah satu basidiomycota yang paling luas penyebarannya di dunia dan dapat ditemukan di berbagai ekosistem tropis dan subtropis. *S. commune* memiliki potensi dalam bidang bioteknologi dan medis, terutama karena kemampuannya dalam menghasilkan senyawa polisakarida yang memiliki aktivitas imunomodulator dan antikanker (Gates & Ratkowsky, 2014).



**Gambar 8.** *Coltricia perennis* berhabitat di kayu lapuk.

*C. perennis* (Gambar 8) memiliki tudung berbentuk seperti payung terbalik dengan diameter 2–8 cm, berwarna coklat dengan pinggiran putih. Tidak memiliki lamellae, dan sporanya berbentuk ellipsoid. Batang silindris dengan tinggi sekitar 6 cm dan berwarna coklat. *C. perennis* merupakan jamur yang termasuk dalam kelompok poliporae dengan peran ekologis sebagai dekomposer kayu. Keberadaannya menunjukkan ekosistem yang kaya akan kayu lapuk, yang penting bagi daur ulang nutrisi di hutan. Beberapa studi menunjukkan bahwa jamur ini

mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai antioksidan dan antiinflamasi (Ryvarden & Melo, 2017).

## Hari Kedua



**Gambar 9.** *Inocybe rimosa* berhabitat di serasah daun yang berada dibawah pohon besar.

*I. rimosa* (Gambar 9) memiliki tudung berbentuk kerucut hingga cembung, berdiameter 3–7 cm, dengan permukaan berserat radial dan berwarna coklat kekuningan. Tepi tudung sering kali retak seiring bertambahnya usia. Lamellae berwarna putih hingga krem saat muda, berubah menjadi coklat dengan usia. Batang ramping, panjang 4–10 cm, dengan warna coklat pucat dan memiliki cincin samar di dekat puncaknya. *I. rimosa* merupakan jamur ikoriza yang umumnya ditemukan di hutan dengan tanah kaya bahan organik. Jamur ini termasuk dalam famili Inocybaceae dan dikenal karena kandungan senyawa psikoaktif muskarin, yang dapat menyebabkan gejala keracunan jika dikonsumsi (Watling & See, 1995).

Peran ekologis *I. rimosa* sangat penting dalam ekosistem hutan karena hubungan simbiosisnya dengan akar pohon, yang membantu meningkatkan penyerapan nutrisi seperti fosfor dan nitrogen. Studi yang dilakukan oleh Gao & Yang, (2009) menunjukkan bahwa *Inocybe* spp. memiliki peran dalam mempertahankan kesehatan ekosistem hutan dengan memperkuat jaringan mikoriza dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap tekanan lingkungan. Keberadaan *I. rimosa* di Taman Nasional Alas Purwo mengindikasikan bahwa tanah di kawasan tersebut masih memiliki kondisi yang mendukung pertumbuhan jamur mikoriza, yang merupakan indikator penting bagi keseimbangan ekosistem hutan hujan tropis.

*Pleurotus ostreatus* (Gambar 10) memiliki tudung berbentuk seperti cangkang tiram, berdiameter 5–20 cm, dengan warna bervariasi dari putih hingga abu-abu kecoklatan. Lamellae berwarna putih, rapat, dan sedikit menurun ke arah batang. Batang pendek atau hampir tidak ada, sering kali melekat langsung pada substrat kayu. *P. ostreatus* adalah jamur yang banyak dikenal dalam dunia kuliner dan bioteknologi karena memiliki kandungan nutrisi yang tinggi serta kemampuan bioremediasi yang luar biasa. Spesies ini termasuk dalam famili Pleurotaceae dan bersifat lignikolus, yang berarti dapat mendegradasi lignoselulosa pada kayu mati.

Studi oleh Chugh et al. (2022) menunjukkan bahwa *P. ostreatus* menghasilkan enzim ligninolitik seperti laccase dan peroksidase, yang berperan dalam degradasi bahan organik kompleks dan aplikasi dalam pengolahan limbah industri. Selain itu, jamur ini juga mengandung senyawa  $\beta$ -glukan yang memiliki efek imunostimulan dan antikanker. Keberadaan *Pleurotus*.

*ostreatus* di Alas Purwo menunjukkan bahwa kawasan ini masih menyediakan kayu mati dalam jumlah cukup sebagai substrat pertumbuhan jamur saprotrofik. Hal ini juga menandakan bahwa proses dekomposisi di ekosistem hutan berjalan dengan baik, yang mendukung siklus nutrisi secara alami.



**Gambar 10.** *Pleurotus ostreatus* berhabitat di kayu lapuk. (A) Tampak atas; (B) tampak samping.



**Gambar 11.** *Trametes gibbosa* berhabitat di kayu lapuk.

*T. gibbosa* (Gambar 11) memiliki tubuh buah berbentuk kipas atau konsol, melekat pada substrat kayu, dengan diameter 5–15 cm. Permukaan atas berwarna putih hingga krem dengan pola radial yang khas dan tekstur sedikit berbulu. Permukaan bawah berpori, berwarna putih hingga kekuningan, dengan pori-pori yang relatif besar. *T. gibbosa* adalah jamur polipora yang termasuk dalam famili Polyporaceae. Spesies ini dikenal sebagai dekomposer kayu yang memiliki kemampuan mendegradasi lignin secara selektif melalui produksi enzim laccase dan mangan peroksidase (Kirk et al., 2008).

Penelitian terbaru oleh Jouybari et al., (2023) menunjukkan bahwa *T. gibbosa* mengandung senyawa bioaktif dengan potensi sebagai antioksidan dan antiinflamasi. Selain itu, jamur ini telah digunakan dalam penelitian bioteknologi untuk bioremediasi limbah organik dan sintesis bahan farmasi alami. Keberadaan *T. gibbosa* di Alas Purwo menunjukkan bahwa ekosistem hutan ini masih mempertahankan keanekaragaman jamur polipora, yang berperan dalam siklus nutrisi melalui dekomposisi kayu mati. Jamur ini juga dapat menjadi indikator

kualitas ekosistem karena pertumbuhannya sangat bergantung pada ketersediaan kayu yang tidak terganggu oleh aktivitas manusia.

## KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menginventarisasi keanekaragaman fungi di Taman Nasional Alas Purwo, khususnya di wilayah Pancur dan Sadengan, serta menganalisis peran ekologisnya dalam ekosistem hutan. Sebanyak 11 spesies jamur berhasil didokumentasikan dalam dua hari eksplorasi, dengan delapan spesies ditemukan pada hari pertama dan tiga spesies pada hari kedua. Spesies yang teridentifikasi mencakup fungi dengan berbagai peran ekologi, termasuk jamur saprotrofik seperti *Pleurotus ostreatus* dan *Trametes gibbosa*, serta jamur mikoriza seperti *Inocybe rimosa*. Keberadaan spesies fungi yang beragam menunjukkan bahwa kawasan ini memiliki kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan jamur, baik sebagai dekomposer maupun sebagai mitra simbiotik tanaman. Selain itu, identifikasi spesies fungi yang memiliki potensi bioteknologi juga membuka peluang eksplorasi lebih lanjut dalam bidang farmasi, bioremediasi, dan konservasi keanekaragaman hayati.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aguilar, J. S., Dulay, R. M. R., Kalaw, S. P., & Reyes, R. G. (2023). Optimal liquid culture conditions and bioactivity of *Pycnoporus sanguineus*. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 13(4), 96–104. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2023.51227>
- Badalyan, S., & Rapor, S. (2021). Agaricomycetes mushrooms (Basidiomycota) as potential neuroprotectants. *Italian Journal of Mycology*, 50(1), 30–43. <https://doi.org/10.6092/issn.2531-7342/12542>
- Boh, B., Berovic, M., Zhang, J., & Zhi-Bin, L. (2007). *Ganoderma lucidum* and its pharmaceutically active compounds. *Biotechnology annual review*, 13, 265–301. [https://doi.org/10.1016/S1387-2656\(07\)13010-6](https://doi.org/10.1016/S1387-2656(07)13010-6)
- Chugh, R. M., Mittal, P., Mp, N., Arora, T., Bhattacharya, T., Chopra, H., Cavalu, S., & Gautam, R. K. (2022). Fungal Mushrooms: A Natural Compound With Therapeutic Applications. *Frontiers in pharmacology*, 13, 925387. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.925387>
- Gao, Q., & Yang, Z. L. (2010). Ectomycorrhizal fungi associated with two species of *Kobresia* in an alpine meadow in the eastern Himalaya. *Mycorrhiza*, 20(4), 281–287. <https://doi.org/10.1007/s00572-009-0287-5>
- Gates, G. M., & Ratkowsky, D. A. (2014). *A field guide to Tasmanian fungi*. Tasmanian Field Naturalists Club Inc.
- Gunawan, H., Setyawati, T., Atmoko, T., Subarudi, Kwatrina, R. T., Yeny, I., Yuwati, T. W., Effendy, R., Abdullah, L., Mukhlisi, Lastini, T., Arini, D. I. D., Sari, U. K., Sitepu, B. S., Pattiselanno, F., & Kuswanda, W. (2024). A review of forest fragmentation in Indonesia under the DPSIR framework for biodiversity conservation strategies. *Global Ecology and Conservation*, 51, e02918. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2024.e02918>
- Jouybari, H. Bakhshi, Valadan, R., Mirzaee, F., Karizno F. Bargi, & Habibi, E. (2023). Immunomodulatory Activity of Polysaccharide from *Trametes gibbosa* (Pers.) Fr (Basidiomycota, Fungi) Mediated by TLR4 Signaling Pathway. *Advanced biomedical research*, 12, 127. [https://doi.org/10.4103/abr.abr\\_50\\_22](https://doi.org/10.4103/abr.abr_50_22)
- Kirk, P. M., Cannon, P. F., Minter, D. W., & Stalpers, J. A. (2008). *Dictionary of the Fungi* (9th ed.). CAB International.
- Li, H., Tian, Y., Menolli, N., Jr, Ye, L., Karunarathna, S. C., Perez-Moreno, J., Rahman, M. M., Rashid, M. H., Phengsintham, P., Rizal, L., Kasuya, T., Lim, Y. W., Dutta, A. K., Khalid, A. N., Huyen, L. T., Balolong, M. P., Baruah, G., Madawala, S., Thongklang, N., Hyde, K. D., Mortimer, P. E. (2021). Reviewing the world's edible mushroom species: A new evidence-

- based classification system. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 20(2), 1982–2014. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12708>
- Ryvarden, L., & Melo, I. (2017). Poroid fungi of Europe. *Synopsis Fungorum*, 37.
- Sing, N. N., Husaini, A., Zulkharnain, A., & Roslan, H. A. (2017). Decolourisation capabilities of ligninolytic enzymes produced by *Marasmius cladophyllus* UMAS MS8 on Remazol Brilliant Blue R and other azo dyes. *BioMed Research International*, 2017, 1325754. <https://doi.org/10.1155/2017/1325754>
- Stamets, P. (1996). *Psilocybin Mushrooms of the World: An Identification Guide*. Ten Speed Press.
- Wasser, S. P. (2002). Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 60(3), 258–274. <https://doi.org/10.1007/s00253-002-1076-7>
- Watling, R., & See, L. S. (1995). Ectomycorrhizal Fungi Associated with Members of the Dipterocarpaceae In Peninsular Malaysia-I. *Journal of Tropical Forest Science*, 7(4), 657–669. <http://www.jstor.org/stable/43582463>