

Peran Mikroorganisme Dalam Mendukung Pertumbuhan Tanaman Di Lahan Gambut yang Terdegradasi

Dwi Pusvita¹⁾, Ayu Arisma¹⁾, Siti Soleha^{1)*}

¹⁾Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang
Jl. Pangeran Ratu, 5 Ulu, Kecamatan Seberang Ulu I, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30252

*Email: sitsoleha@radenfatah.ac.id

ABSTRACT

Peatlands are also considered an excellent ecosystem for plantations, agriculture, and industrial forest plantations. However, around 6.66 million hectares of these lands have been degraded as a result of which their capacity has decreased. Peatland degradation takes place due to human activities. Degraded peatlands can be rehabilitated with the help of microorganisms such as phosphate solubilizing bacteria, which can help break down complex compounds that are unacceptable to plants into forms that are also usable by plants. The purpose of this study was to determine the role of microorganisms in supporting plant growth in degraded peatlands. This type of research uses a literature study, which is a research method by analyzing, summarizing, evaluating and synthesizing documents from various sources. The results of this study explain that microorganisms support plant growth in degraded peatlands. Microorganisms play a role in the provision of nutrients and water, as plant biocontrol agents, stimulate plant growth through direct and indirect mechanisms, degrade phosphate in the field from an unavailable form to an available form, accelerate composting and improve the quality of compost, and are able to fix nitrogen (especially N₂) free from the atmosphere and then reduced to ammonia compounds (NH₄) and nitrate ions (NO₃⁻). There are five roles of microorganisms in supporting plant growth on degraded peatlands.

Kata kunci: Degradation, Peatland, Microorganisms

ABSTRAK

Lahan gambut juga dianggap sebagai ekosistem yang sangat baik untuk perkebunan, pertanian, dan hutan tanaman industri. Namun, sekitar 6,66 juta hektar lahan ini telah mengalami kerusakan akibatnya kapasitasnya menurun. Degradasi lahan gambut berlangsung karena kegiatan manusia. Lahan gambut yang terdegradasi dapat direhabilitasi dengan pertolongan mikroorganisme seperti bakteri pelarut fosfat, yang dapat menolong memecah senyawa kompleks yang tidak bisa diterima oleh tumbuhan menjadi bentuk yang ada juga bisa dipakai oleh tumbuhan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui peran mikroorganisme dalam mendukung pertumbuhan tanaman di lahan gambut yang terdegradasi. Jenis penelitian ini menggunakan studi literatur yaitu metode penelitian dengan cara menganalisis, merangkum, mengevaluasi, dan mensintesis suatu dokumen dari berbagai sumber. Hasil dari studi ini menjelaskan bahwa mikroorganisme dalam mendukung pertumbuhan tanaman di lahan gambut yang terdegradasi. Mikroorganisme berperan dalam penyediaan unsur hara dan air, sebagai agen biokontrol tanaman, merangsang pertumbuhan tanaman melalui mekanisme langsung dan tidak langsung, mendegradasi fosfat di lapangan



dari bentuk tidak tersedia menjadi bentuk tersedia, mempercepat pengomposan dan meningkatkan mutu kompos, serta mampu mengikat nitrogen (terutama N₂) bebas dari atmosfer kemudian direduksi menjadi senyawa amonia (NH₄) dan ion nitrat (NO₃⁻). Terdapat lima peran mikroorganisme dalam mendukung pertumbuhan tanaman pada lahan gambut yang terdegradasi.

Kata kunci: Degradasi, Lahan Gambut, Mikroorganisme

PENDAHULUAN

Hutan rawa gambut adalah salah satu ekosistem berharga Indonesia yang mencakup 50% dari seluruh wilayah hutan rawa gambut di dunia (Mishra *et al.*, 2021). Saat ini, lahan gambut di Indonesia memiliki luas 13,43 juta hektar yang terpecah pada beberapa pulau di Indonesia, yaitu Sumatera seluas 5,85 juta hektar (43,56%), Kalimantan seluas 4,54 juta hektar (33,8%), Papua seluas 3,01 juta hektar (22,41%), dan Sulawesi seluas 0,024 juta hektar (0,178%) (Anda *et al.*, 2021).

Keanekaragaman hayati, tidak hanya hewan dan tumbuhan tetapi juga mikroba yang bersumber dari ekosistem rawa gambut. Menurut Pratiwi *et al* (2018), keanekaragam mikroorganisme pada ekosistem adalah sebagai tanda mutu ekosistem tersebut, dan hasil yang didapat bisa dipakai dalam mengelola lahan gambut di berbagai sektor.

Lahan gambut juga dianggap sebagai ekosistem yang sangat baik untuk perkebunan, pertanian, dan hutan tanaman industri. Namun, sekitar 6,66 juta hektar lahan ini telah mengalami kerusakan akibatnya kapasitasnya menurun (Silaban, 2020). Degradasi lahan gambut berlangsung karena kegiatan manusia, salah satunya adalah pembakaran. Kebakaran lahan gambut tidak hanya menghapus karakteristik unik gambut, namun juga melepaskan lebih banyak karbon ke udara, yang menyebabkan hilangnya keanekaragaman juga kesuburan mikroorganisme tanah. Lahan gambut yang terbakar menghadapi berbagai tantangan seperti kesuburan tanah yang menurun, berkurangnya kekuatan menahan air, berkurangnya keanekaragaman dan populasi mikroorganisme, serta menurunnya kapasitas perlindungan air di lahan gambut (Masganti *et al.*, 2015).

Kebakaran hutan dapat menyebabkan berkurangnya kandungan zat yang ada di tanah gambut. Lahan gambut memiliki kandungan zat makro (P, K, Ca, Mg) yang sedikit, zat mikro (Fe, Mn, Zn) yang sedikit, dan tingkat keasaman yang menurun. Apalagi ketika terdapat kebakaran lahan gambut, maka kandungan logam berat (Fe, Mn, Zn) akan meningkat. Lahan gambut yang terdegradasi dapat direhabilitasi dengan pertolongan mikroorganisme seperti bakteri pelarut fosfat, yang dapat menolong memecah senyawa kompleks yang tidak bisa diterima oleh tumbuhan menjadi bentuk yang ada juga bisa dipakai oleh tumbuhan. Salah satu cara untuk meningkatkan serapan hara oleh tanaman dan meningkatkan potensi



pertumbuhannya adalah dengan memperkenalkan mikroorganisme pendukung, seperti bakteri pelarut fosfat (PSB). Mikroorganisme memiliki potensi untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara, terutama fosfat, di lahan marginal (Sari, 2018).

Sebagian mikroba yang berguna bagi tumbuhan yang dijumpai pada rawa gambut antara lain mikoriza, jamur endofit, bakteri pelarut fosfat, mikroba pengurai bahan organik, dan bakteri penambat nitrogen (Yuwati, 2018). Pemakaian mikoriza dalam tanah yang terdapat sedikitnya zat juga sedikitnya air sangat menolong perkembangan tumbuhan. Cendawan mikoriza sangat bermanfaat pada tumbuhan dalam kondisi lahan hutan yang darurat. Mengaplikasikan mikoriza pada lahan yang darurat memungkinkan mikoriza menularkan semua tumbuhan hutan, sehingga menumbuhkan tumbuhan dalam menyediakan zat dan air yang sangat sedikit di lahan gambut.

Mikroba endofit adalah mikroorganisme yang tinggal pada jaringan tumbuhan dan tidak merugikan inangnya. Penelitian mengenai mikroba endofit telah memberikan bermacam manfaat, salah satunya peran sebagai agen biokontrol tumbuhan (Musahnati *et al.*, 2019). Menurut Lubis (2020), mikroorganisme pemecah bahan organik adalah aktivator biologis yang hidup secara alamiah atau sengaja diinokulasikan agar memperlancar pengomposan dan menaikkan kualitas kompos. kuantitas dan macam mikroorganisme juga memberikan keberhasilan proses penguraian atau pengomposan. Bakteri penambat nitrogen (Nitrogen-Fixing Bacteria/NFB) adalah kelompok bakteri dengan enzim nitrogenase yang dapat mengikat nitrogen bebas (terutama N₂) dari atmosfer dan mereduksinya menjadi amonia (NH₄) dan ion nitrat (NO₃-) (Yuwati, 2018).

Selain itu, mikroorganisme yang beragam di dalam tanah gambut berperan penting sebagai pengurai, penyedia unsur hara bagi tanaman, dan penghasil enzim (Mahdiyah, 2015). Berdasarkan penjelasan diatas, maka tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui peran mikroorganisme dalam mendukung pertumbuhan tanaman di lahan gambut terdegradasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian dalam studi ini menggunakan pendekatan kualitatif. Pendekatan kualitatif melibatkan penggunaan deskripsi bahasa atau kata-kata untuk memahami sesuatu dalam penelitian (Ahyar *et al.*, 2020).

Jenis penelitian ini menggunakan metode tinjauan literatur, yang melibatkan analisis, ringkasan, evaluasi, dan sintesis dokumen dari bermacam referensi untuk menyampaikan pengetahuan yang menyeluruh tentang peran mikroorganisme dalam mendukung pertumbuhan tanaman di lahan gambut yang terdegradasi (Khuzaimah & Astuti, 2023).



Metode pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan studi literatur. Data dikumpulkan dengan membandingkan informasi dari berbagai sumber. Sumber data sekunder digunakan dalam penelitian ini yang diperoleh dari informasi yang sudah ada untuk melengkapi data penelitian. Sumber data sekunder untuk penelitian ini adalah jurnal nasional dan internasional (Zahrani, 2022).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan studi literatur, terdapat lima peran mikroorganisme dalam mendukung pertumbuhan tanaman di lahan gambut yang terdegradasi (**Tabel 1.**).

Tabel 1. Peran mikroorganisme dalam mendukung pertumbuhan tanaman di lahan gambut yang terdegradasi

No.	Mikroorganisme	Peran mikroorganisme	Pustaka
1.	<i>Glomus</i> , <i>Acaulospora</i> , <i>Gigaspora</i> , <i>Scutellospora</i>	Bermanfaat untuk tanaman kehutanan dalam menyediakan nutrisi dan air yang kurang di lahan gambut.	Wibowo <i>et al.</i> , 2020; Karaduman <i>et al.</i> , 2024
2.	<i>Penicillium</i> , <i>Trichoderma</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Cladosporium</i>	Sebagai agen biostimulan tanaman, mengoptimalkan perkembangan tumbuhan dengan cara langsung dan tidak langsung.	Musahnati <i>et al.</i> , 2019; Mutiarahma <i>et al.</i> , 2020
3.	<i>Arthobacter</i> , <i>Rhizobium</i> , <i>Acinetobacter calcoaceticus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Bacillus</i>	Mendegradasi fosfat dari bentuk yang tidak ada menjadi bentuk yang ada.	Siregar <i>et al.</i> , 2020
4.	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Rhizobium</i> , <i>Acinetobacter calcoaceticus</i> , <i>Ganoderma applanatum</i> , <i>Lenzites striata</i> , <i>Chaetomium</i>	Mempercepat pengomposan dan meningkatkan kualitas kompos.	Lubis, 2020; Liu <i>et al.</i> , 2020; Kalima <i>et al.</i> , 2020



<i>globosum,</i> <i>Trichoderma</i> <i>harzianum</i>	
5. <i>Rhizobium</i> <i>Frankia</i>	dan Mampu mengikat nitrogen bebas (terutama N ₂) dari atmosfer dan kemudian mereduksinya menjadi amonia (NH ₄) dan ion nitrat (NO ₃ ⁻).

Berdasarkan Tabel 1., dapat dijelaskan bahwa mikroorganisme berperan penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman di lahan gambut terdegradasi dengan menyediakan unsur hara dan air yang sangat kurang di lahan gambut. Mikroorganisme berperan sebagai agen biokontrol tanaman, menstimulasi perkembangan tanaman dengan cara langsung dan tidak langsung, mendegradasi fosfat dari bentuk yang tidak ada menjadi bentuk yang ada, mempercepat pengomposan, dan meningkatkan kualitas kompos. Mereka juga mampu mengikat nitrogen bebas (terutama N₂) dari atmosfer dan mereduksinya menjadi amonia (NH₄) dan ion nitrat (NO₃⁻).

Mikoriza merupakan simbiosis yang saling menguntungkan antara jamur dan akar tumbuhan. Hampir 90% spesies tumbuhan, mikoriza bekerjasama juga menaikkan kemampuan penyerapan hara di lahan yang rusak. Penelitian menunjukkan bahwa banyaknya FMA bisa meningkatkan efisiensi pemupukan sampai 50% dari dosis yang direkomendasikan. Penelitian Juwita *et al.* (2020) menunjukkan bahwa penggunaan mikoriza arbuskular dapat meningkatkan serapan unsur hara P, N, dan K, mampu menaikkan penggunaan pupuk P hingga 50%, mengurangi pemakaian kapur perkebunan, serta meningkatkan perkembangan dan hasil tumbuhan.

Diantara metode pencegahan yang ramah lingkungan dan tidak menimbulkan resistensi patogen serta pencemaran lingkungan yaitu dengan menggunakan bakteri endofit. Bakteri endofit adalah bakteri yang tumbuh dan bekerjasama dengan jaringan tanaman juga tidak menyebabkan gejala penyakit pada tumbuhan (Anam *et al.*, 2024). Menurut Anam *et al.* (2024), bakteri endofit sangat potensial karena banyak tersedia di alam, memiliki tingkat pertumbuhan yang cepat, dan mudah dibudidayakan. Penelitian Habazar *et al.* (2015) dan Anam *et al.* (2024) menemukan bahwa formulasi bakteri endofit dengan tanah gambut yang disimpan selama 1 minggu dan 7 minggu efektif mengendalikan penyakit pustul bakteri pada tanaman kedelai dengan tingkat keefektifan sebesar 79,85% dan 77,02%.



Disisi lain, mikroba endofit dan mikroba tanah lokal sudah teruji potensinya juga sangat penting untuk perkembangan tanaman. 85% lebih mikroorganisme di dalam tanah berfungsi dalam merangsang perkembangan tumbuhan dengan cara langsung dan tidak langsung (Musahnati *et al.*, 2019).

Mikroba dikenal sebagai jalan untuk menambah ketersediaan fosfor bagi tumbuhan. Mikroba pelarut fosfat (PSM) telah terbukti bisa menambah ketersediaan fosfor yang bisa diserap oleh tumbuhan dengan cara yang ramah lingkungan. Pemanfaatan mikroba pelarut fosfat juga bisa menaikkan perkembangan dan hasil panen tumbuhan (Pane *et al.*, 2022). Bakteri pelarut fosfat dapat mendegradasi fosfat dari bentuk yang tidak ada menjadi bentuk yang ada, sehingga tumbuhan bisa memenuhi kebutuhannya (Siregar *et al.*, 2020).

Pada ekosistem, mikroorganisme pemecah bahan organik berfungsi karena bahan organik yang mati dipecah menjadi unsur-unsur yang dikembalikan ke tanah dalam bentuk hara mineral seperti N, P, K, Ca, Mg, atau dalam bentuk gas yang dilepaskan ke atmosfer seperti CH atau CO, sehingga tercipta proses hara alami yang mendukung kehidupan di Bumi. Mikroba pemecah bahan kimia yang membantu proses pengomposan dipakai sebagai aktivator. Selain memudahkan proses pengomposan, hasil pengomposan terjamin baik karena terdapat unsur hara esensial yang diperlukan tumbuhan (Zairinayati & Garmini, 2021).

Bakteri penambat nitrogen umumnya ditemukan di dalam tanah dan beberapa di antaranya membentuk hubungan simbiosis dengan akar tanaman. Bakteri ini mengambil nitrogen dari angin dan menggantinya menjadi protein, ammonia, dan nitrat yang digunakan oleh tanaman (Hadi *et al.*, 2016). Mikroba yang bisa menghambat nitrogen disebut diazotrof. Saat ini, diazotrof telah diidentifikasi dalam 13 filum: *Actinobacteria*, *Chlorobi*, *Chloroflexi*, *Cyanobacteria*, *Firmicutes*, *Proteobacteria*, *Aquificae*, *Chrysiogenetes*, *Deferribacteria*, *Fusobacteria*, *Nitrospirae*, *Spirochaetes*, dan *Verrucomicrobia* (Hadi *et al.*, 2016).

Bakteri penambat nitrogen berperan penting dalam proses fiksasi nitrogen. Proses ini dapat dilakukan secara simbiotik dan nonsimbiotik. Fiksasi nitrogen secara simbiotik dikerjakan bakteri seperti *Rhizobia* yang berasosiasi dengan akar tumbuhan (kacang-kacangan). Fiksasi nitrogen non-simbiotik dilakukan bakteri tanpa asosiasi dengan tumbuhan. *Rhizobium* dan *Frankia* adalah dua kelompok bakteri yang melakukan fiksasi nitrogen di dalam bintil akar tanaman. *Rhizobium* berasosiasi secara simbiosis dengan tanaman kacang-kacangan (Fabaceae), sedangkan *Frankia* dapat berasosiasi dengan berbagai jenis tanaman (Hadi *et al.*, 2016).

Mikroorganisme yang menguntungkan dalam pupuk organik dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis: mikroorganisme yang membentuk hubungan simbiosis dengan akar tanaman dan mikroorganisme yang hidup bebas di lingkungan. Contoh mikroorganisme yang menguntungkan yang bersimbiosis



termasuk *Rhizobium*, sedangkan bakteri pengikat nitrogen non-simbiotik adalah *Azotobacter* dan *Azospirillum*. Spesies lain seperti *Streptomyces* dan *Lactobacillus* sp. menghasilkan enzim pengurai selulosa untuk mengurai bahan organik dan meningkatkan kesuburan tanah (Karina, 2016). Mikroorganisme yang menguntungkan ditemukan dalam populasi yang beragam baik di tanah subur maupun tanah marginal. Tanah gambut, salah satu jenis tanah marginal yang kesuburannya menurun, dicirikan oleh tingkat pH yang rendah (3,0-5,0) dan kandungan air yang tinggi (Masulili, 2016).

KESIMPULAN

Mikroorganisme berperan penting dalam menyediakan nutrisi dan air bagi tanaman di lahan gambut terdegradasi. Mikroorganisme ini berperan sebagai agen biokontrol tanaman, menstimulasi perkembangan tumbuhan dengan cara langsung dan tidak langsung, mendegradasi fosfat dari bentuk yang tidak ada menjadi bentuk yang ada, mempercepat proses pengomposan dan meningkatkan kualitas kompos, serta mengikat nitrogen bebas (N_2) dari atmosfer dan mereduksinya menjadi amonia (NH_4) dan ion nitrat (NO_3^-).

REFERENSI

- Ahyar, H., Andriani, H., Sukmana, D., Hardani., Auliya, N., Andriani, H., Fardani, R. A., Ustiawaty, J., and Utami, E. (2020). *Buku Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*. Cv Pustaka Ilmu
- Anam, A. K., Mariana, M., dan Budi, I. S. (2024). "Formulasi Bakteri Endofit Untuk Menekan Kejadian Penyakit Fusarium Pada Padi Beras Merah (*Oryza nivara*. L)," *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*, 7(2), hh. 865-873. Tersedia di: <https://doi.org/10.20527/jppt.v7i2.2606>
- Anda, M., Ritung, S., Suryani, E., Hikmat, M., Yatno, E., Mulyani, A., dan Subandiono, R. E. (2021). "Revisiting tropical peatlands in Indonesia: Semi-detailed mapping, extent and depth distribution assessment," *Geoderma*, 402, hh. 115-235. Tersedia di: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115235>
- Habazar, T., Resti, Z., Yanti, Y., Sutoyo., dan Imelda. (2015). "Formulasi Bakteri Endofit Akar Kedelai Untuk Pengendalian Pustul Akar Bakteri," *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 11(2), hh. 51-58. Tersedia di: <https://doi.org/10.14692/jfi.11.2.51>
- Hadi, A., Nur, H.S. dan Imaningsih, W. (2016). *biologi tanah basah tropika*. Yogyakarta: Lambung Mangkurat University Press. Tersedia di: <https://repo-dosen.ulm.ac.id/handle/123456789/21629> (diakses : 5 Juli, 2024).

- Juwita, I., Zulfita, D., dan Darussalam, D. (2020). “Pengaruh Pupuk Urea, Sp36, Dan Kcl Diperkaya Dengan Inokulasi Fungi Mikoriza Arbuskula Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Kedelai Edamame Pada Tanah Gambut,” *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 11(4), hh. 142-149. Tersedia di: <https://dx.doi.org/10.26418/jspe.v11i4.58212>
- Kalima, T., Suharti, S., Sumarhani, S., dan Trethowan, LA (2020). “Keanekaragaman jenis pohon dan etnobotani hutan rawa gambut terdegradasi di Kalimantan Tengah,” *Reinwardtia* , 19 (1), hh. 27-54. Tersedia di: <http://dx.doi.org/10.14203/reinwardtia.v19i1.3819>
- Karaduman, Y., Yeşilyurt, F., Uzun, Y., dan Kaya, A. (2024). “Eocronartium muscicola, A New Bryophilic Fungus Record for Turkish Mycota,” *Mantar Dergisi*, 15(1), hh. 25-28. Tersedia di: <https://doi.org/10.30708/mantar.1428336>
- Karina A. I. (2016). *Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Penambat Nitrogen Pelarut Fosfat, Dan Bakteri Pendegradasi Selulosa Pada Tanah Bekas Tanaman Bawang Merah Allium cepa L. Yang Diberi Biofertilizer*. Skripsi. Jakarta: Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Airlangga.
- Khuzaimah, I. dan Astuti, D. (2022) “Literature Study of the Effectiveness of Bioremediation Methods on Chromium Reduction in Tanning Wastewater,” *in Prosiding 16th Urecol: Seri Mahasiswa Student Paper*, hh. 349–264.
- Liu, B., Talukder, M. J. H., Terhonen, E., Lampela, M., Vasander, H., Sun, H., dan Asiegbu, F. (2020). “The microbial diversity and structure in peatland forest in Indonesia,” *Soil Use and Management*, 36(1), hh. 123-138. Tersedia di: <https://doi.org/10.1111/sum.12543>
- Lubis, S. S., Sardi, A., Huslina, F. F., dan Lisa, M. (2020). “Isolasi dan karakterisasi bakteri pengikat nitrogen tanah gambut hutan dari Kecamatan Trumon Aceh Selatan,” *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 12(2), hh. 117-129. Tersedia di: <https://10.25134/quagga.v12i2.2794>
- Lubis, Z. (2020). “Pemanfaatan Mikroorganisme Lokal (Mol) Dalam Pembuatan Kompos,” *in Prosiding Seminar Nasional Hasil Pengabdian 2020*, 3(1), hh. 361–374. Tersedia di: <https://e-prosiding.umnaw.ac.id/index.php/pengabdian/article/view/497/492> (Diakses: 4 Juli, 2024).
- Mahdiyah, D. (2015). “Isolasi Bakteri Dari Tanah Gambut Penghasil Enzim Protease,” *Jurnal Pharmascience*, 2 (2), hh. 71-79. Tersida di: <http://dx.doi.org/10.20527/jps.v2i2.5825>
- Masganti, Nurhayati R., Yusuf, dan H. Widyanto. (2015). “Teknologi ramah lingkungan dalam budidaya kelapa sawit di lahan gambut terdegradasi,” *Jurnal Sumber daya Lahan*. 9 (2), hh. 99-108. Tersedia di: <https://dx.doi.org/10.2018/jsdl.v9i2.6594>

- Masulili, A. (2016). "Upaya Penanganan Kendala Budidaya Kelapa Pada Lahan Gambut," *Jurnal Agrosains*, 13(02), hh.36-45. Tersedia di: <https://jurnal.upb.ac.id/index.php/agrosains/article/view/236> (Diakses: 5 Juli 2024)
- Mishra, S., Page, SE, Cobb, AR, Lee, JSH, Jovani-Sancho, AJ, Sjögersten, S, Jaya, A., Aswandi, dan Wardle, DA (2021). "Degradasi lahan gambut tropis di Asia Tenggara dan strategi terpadu untuk pengelolaan dan restorasi yang lebih baik," *Jurnal Ekologi Terapan*, 58 (7), hh. 1370-1387. Tersedia di: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13905>
- Muhsanati, Yulnafatmawita, Rusman, B., Aprisal, Rasyidin, A., Prasetyo, T. B., Saidi, A., Syarif, A., Dwipa, P.K.D.H.I., Syarif, Z., Yanti, N.R.Y., Husin, E.F., Mayerni, Y.R., Warnita, Khairati, R.S.R., Noer, M., Analia, D. (2019). *Pokok-Pokok Pikiran Dosen Fakultas Pertanian Universitas Andalas Perspektif Pertanian Tropika Basah: Potensi Dan Tantangannya Dalam Rangka Pertanian Berkelanjutan*. 1st edn. Edited by Habazar, T., Rusman, B., Yonariza, Anwar, A.. Padang: CV. Rumahkayu Pustaka Utama.
- Mutiarahma, EV, Solichah, C., Wirawati, T., Baskorowati, L., Hidayati, N., dan Norrohmah, SH (2021). "Pengaruh Mikoriza terhadap Peningkatan Tinggi Tanaman dan Diameter Batang Sengon dari Berbagai Sumber Benih," *Agrivet: Jurnal Prodi Agroteknologi UPN "Veteran" Yogyakarta*, 26 (1), hh. 23-30. Tersedia di: <https://dx.doi.org/10.31315/agrivet.v26i1.4307>
- Pane, R. D. P., Ginting, E. N., dan Hidayat, F. (2022). "Mikroba pelarut fosfat dan potensinya dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman," *Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 27(1), hh. 51-59. Tersedia di: <https://doi.org/10.22302/iopri.war.warta.v27i1.81>
- Pratiwi, E., Satwika, T. D., dan Agus, F. (2018). "Keanekaragaman Mikroba Tanah Gambut di Bawah Hutan dan di Bawah Perkebunan Sawit di Provinsi Jambi," *Jurnal Tanah dan Iklim*, 42(1), hh. 69-78. Tersedia di: <https://epublikasi.pertanian.go.id/berkala/jti/article/view/3207/3242> (Diakses 4 Juli, 2024).
- Sari, T. L., Ekyastuti, W., dan Ekamawanti, H. A. (2018). "Kepadatan populasi bakteri pelarut fosfat pada lahan gambut terdegradasi akibat terbakar," *Jurnal Hutan Lestari*, 6(4), hh. 714-719. Tersedia di: <https://dx.doi.org/10.26418/jhl.v6i4.28895>
- Silaban E.M. 2020. *Respons Tanaman Jagung (Zea Mays L.) Terhadap Pemberian Dolomit Dan Pupuk Fospat Padalahan Gambut Bekas Terbakar*. Didalam Skripsi Fakultas Pertanian, Universitas Jambi.
- Siregar, A., Kasim, N.N. dan Farida, N. (2020). "Isolasi Dan Karakterisasi Biologi Bakteri Endofit, Filosfer Dan Rizosfer Dari Tanaman Sagu (*Metroxylon sagu*),"

- in Prosiding Seminar Nasional Biotik 2020*, 8(1) hh. 335–340. Tersedia di:
<https://doi.org/10.22373/pbio.v8i2.9659>.
- Wibowo, F. A. C., dan Syarifuddin, A. (2020). “Aplikasi Urea Dan Tanah Bermikoriza Pada Pertumbuhan Tanaman Serta Infeksi Mikoriza Pada Akar Sengon Laut (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielson),” *Tengkawang: Jurnal Ilmu Kehutanan*, 10(2). hh. 89-96. Tersedia di:
<https://dx.doi.org/10.26418/jt.v10i2.39815>
- Yuwati, T., Hakim, S., & Alimah, D. (2018). "Pengaruh Aplikasi Mikoriza Arbuskula Terhadap Pertumbuhan Gerunggang (*Cratoxylon arborescens*) di Persemaian," *Jurnal Hutan Tropis*, 6(2), hh.170-176. Tersedia di:
<http://dx.doi.org/10.20527/jht.v6i2.5405>
- Zahrani, D. A. (2022). “Bahaya Begadang Terhadap Kesehatan Masyarakat,” *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat Berkala*, 4(1), hh. 7-12. Tersedia di:
<https://doi.org/10.32585/jikemb.v4i1.2132>
- Zairinayati, Z., dan Garmini, R. (2021). “Perbedaan MoL Bonggol Pisang dan EM4 sebagai Aktivator terhadap Lama Pengomposan Sampah dengan Metode Takakura,” *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 18(2), hh. 215-221. Tersedia di:
<https://doi.org/10.31851/sainmatika.v18i2.6536>